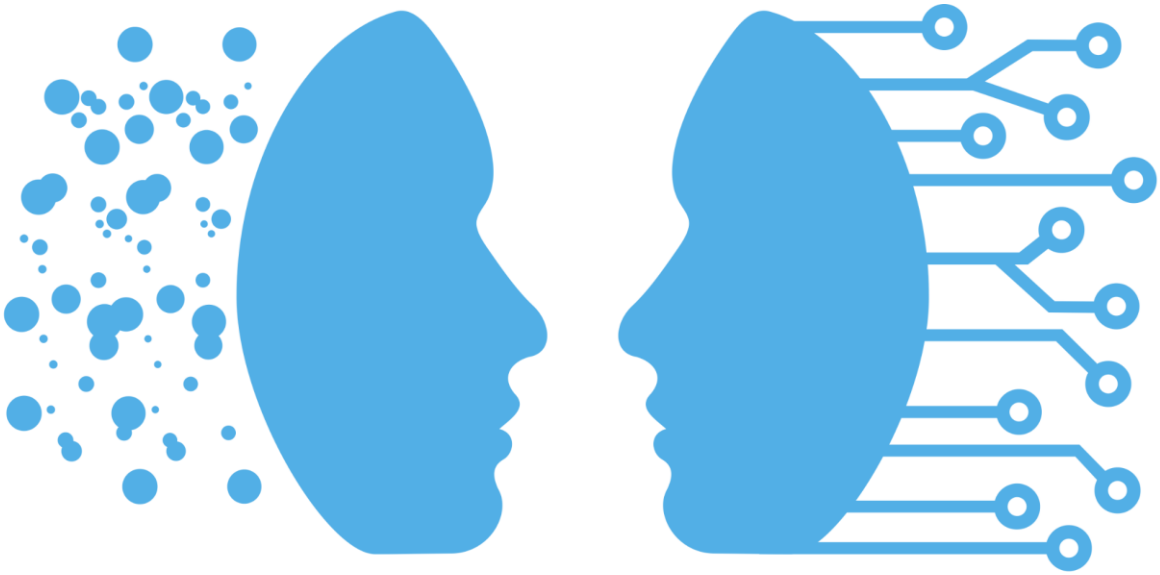
Co-funded by the European Union

Human2AI

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.

# Leitfaden zum Einsatz generativer KI in Schulen



Human2AI

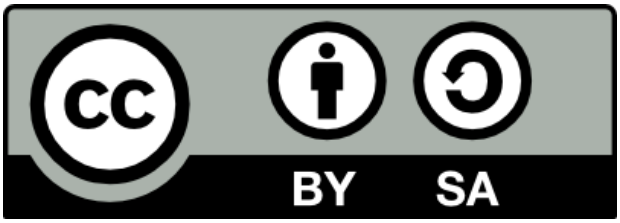
**März 2024**

Human2AI - Generative KI an weiterführende Schulen bringen

Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.




Dieses Werk steht unter der Lizenz CC BY-SA 4.0


Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# Inhalt

1. Einleitung: Die transformative Kraft der KI in der modernen Gesellschaft 4
2. KI und Berufsvorbereitung: Wesentliche Kompetenzen für die Arbeitswelt der Zukunft 6
3. Bemühungen um eine faire und transparente KI-Nutzung 9
4. Anwendungen generativer KI 12
5. GenAI in der Bildung 20
5.1 Positive Auswirkungen von GenAI an Schulen 20
a. 21
b. 21
c. 22
d. 23
e. 23
5.2 Eignung von GenAI zur Erstellung von Bildungsinhalten 25
a. 25
b. 26
c. 27
d. 27
5.3 Ethische und gesellschaftliche Überlegungen 28
a. 28
b. 29
c. 30
d. 30
e. 31
5.4 Perspektiven von Lehrkräften 32
6. Schlussbetrachtung: Optimismus und Bedenken ausbalancieren 34
Literaturverzeichnis 36


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 1. Einleitung: Die transformative Kraft der KI in der modernen Gesellschaft

Die Bedeutung künstlicher Intelligenz (KI) für die moderne Gesellschaft kann kaum überschätzt werden: *„Wie früher die Dampfmaschine oder die Elektrizität verändert KI unsere Welt, unsere Gesellschaft und unsere Industrie. Wachsende Rechenleistung, verfügbare Daten und Fortschritte bei Algorithmen haben KI zu einer der strategisch wichtigsten Technologien des 21. Jahrhunderts gemacht. Es könnte kaum mehr auf dem Spiel stehen. Unser Umgang mit KI wird die Welt bestimmen, in der wir leben. Angesichts des intensiven globalen Wettbewerbs braucht es einen soliden europäischen Rahmen*“ [1]. KI ist bereits in allen Lebensbereichen präsent: personalisierte Empfehlungssysteme, autonome Fahrzeuge, Krankheitsdiagnosen, persönliche Assistenzsysteme, Spamfilter, Finanzdienstleistungen, Übersetzungen, Online-Kundendienst und intelligente Haushaltsgeräte sind nur einige Beispiele. Als Einführung in das zentrale Forschungsziel dieses Leitfadens konzentrieren wir uns hier auf verbreitete KI-Anwendungen im Alltag, sowohl für persönliche als auch für geschäftliche Zwecke.

Menschen sind heute meist gut über das Marktangebot informiert und werden bei der Auswahl und beim Kauf von Produkten immer anspruchsvoller. Sie suchen Produkte, deren Leistung ihren besonderen Bedürfnissen vollständig entspricht. Unternehmen müssen deshalb personalisierte, gezielt zugeschnittene Produktvarianten anbieten, die auf Kundenwunsch erhältlich sind. Personalisierung umfasst die Anpassung von Erscheinungsbild, Inhalten, Produktempfehlungen und Benutzeroberflächen an individuelle Vorlieben, Verhalten und demografische Merkmale und erhöht letztlich die Nutzerbindung. Innovative, flexible Produktion wird unerlässlich: Im harten Wettbewerb müssen Hersteller stets neue technische Lösungen für nutzerorientiertes Design suchen und maßgeschneiderte Erlebnisse bieten, damit ihre Kundschaft interessiert, zufrieden und loyal bleibt.

Automatisierung ist nicht neu, entfaltet heute aber im Zusammenspiel mit KI ihr volles Potenzial und wirkt tiefgreifend auf den Arbeitsmarkt. Viele frühere Berufe sind bereits verschwunden, andere werden derzeit überflüssig, insbesondere repetitive und routinemäßige Tätigkeiten. Gleichzeitig entstehen neue Arbeitsplätze, die oft ganz andere Qualifikationen erfordern als die ersetzten. Besonders geschätzt werden heute schwer automatisierbare Fähigkeiten wie Kreativität, kritisches Denken, Problemlösung und emotionale Intelligenz.

Bei industrieller Automatisierung steht derzeit die KI-gestützte vorausschauende Wartung im Mittelpunkt. Echtzeitdaten aus Sensoren und Überwachungsgeräten an Maschinen, etwa zu Temperatur, Druck und Vibrationen, werden in KI-Algorithmen eingespeist. Diese erkennen Betriebsanomalien und mögliche Defekte und sagen voraus, wann Anlagen oder Maschinen voraussichtlich ausfallen, damit Wartung proaktiv erfolgen kann. So lassen sich rechtzeitig Reparaturen durchführen, gefährliche Ausfälle, ungeplante Unterbrechungen und Stillstand vermeiden sowie unnötige Wartungskosten minimieren.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Neben der Prozessautomatisierung hat die Verbindung von KI-Algorithmen mit den heutigen datenreichen Umgebungen datenbasierte Entscheidungen ermöglicht. Unternehmen und andere Organisationen können fundierte strategische Entscheidungen treffen, Effizienz und Risikomanagement verbessern und letztlich Wettbewerbsvorteile gewinnen. Aus großen Mengen relevanter Daten verschiedener Quellen erkennen maschinelle Lernverfahren und andere Analysewerkzeuge Muster, Trends und Zusammenhänge. Daraus entstehen Erkenntnisse für Prognosen, die Bewertung verschiedener Optionen und schließlich fundierte Entscheidungen.

Die beschriebenen Einflüsse auf die moderne Welt sind nur einige von vielen möglichen Beispielen. Sie haben jedoch etwas gemeinsam: Sie betreffen bereits zahlreiche Berufe und werden den Wandel des Arbeitsmarkts in den kommenden Jahren deutlich prägen. Im nächsten Abschnitt betrachten wir berufliche Möglichkeiten im Zeitalter der KI und geben Lernenden Hinweise, worauf sie sich für eine gute Ausgangsposition nach Abschluss ihrer formalen Ausbildung konzentrieren sollten.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 2. KI und Berufsvorbereitung: Wesentliche Kompetenzen für die Arbeitswelt der Zukunft

Viele frühere Berufe sind durch Automatisierung, Robotik und KI überflüssig geworden. Neue Technologien eignen sich besonders für repetitive, monotone Aufgaben in Fertigung, Montagelinien und einfacher Dateneingabe. Chatbots und virtuelle KI-Assistenten übernehmen Kundendienstaufgaben mit einfachen Anfragen: Terminvereinbarung, Bestellungen und Sendungsverfolgung, einfache Fehlerbehebung, Bankdienstleistungen oder Auskünfte von Tourismusbüros. Die Entwicklung selbstfahrender Fahrzeuge wird bald Taxi-, Lkw- und Lieferfahrberufe überflüssig machen. Auch Beschäftigte im Gesundheitswesen sind durch KI-Diagnostik und medizinische Bildgebung gefährdet, insbesondere radiologische Fachkräfte, Pathologieassistenzen und pharmazeutisch-technisches Personal. Gemeinsam mit Robotik eignet sich KI besonders für gefährliche Arbeiten, etwa im Bergbau, auf Baustellen, im Militär oder bei Hochrisikoinspektionen. Beschäftigte, deren Tätigkeiten sich verändern oder verschwinden, müssen beim Übergang unterstützt werden und Gelegenheit erhalten, die für neue Technologien nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten zu erwerben. Kompetenzerwerb ist bekanntlich ein lebenslanger Prozess, der formales und informelles Lernen umfasst.

Andererseits werden manche traditionellen Berufe attraktiver, während durch KI völlig neue, heute teilweise schwer vorhersehbare Möglichkeiten entstehen. Die meisten KI-bezogenen Stellen finden sich in Fertigung, Forschung, Cybersicherheit, Gesundheitswesen, Finanzen, Beratung und Kundendienst [2]. Entsprechend gefragt sind KI-Forschende, Data Scientists, Fachkräfte für die Programmierung maschineller Lernverfahren, Cybersicherheitsanalysten mit KI-Wissen, Datenbankmanagement sowie Ingenieurfachkräfte für natürliche Sprachverarbeitung, Computer Vision und Robotikwartung. Für führende KI-Positionen sind insbesondere Python, Java, C++ und R wichtig. Sehr erwünscht sind außerdem Kenntnisse von Bibliotheken und Frameworks wie TensorFlow, PyTorch, Keras und scikit-learn sowie solide mathematische und statistische Grundlagen.

Um in einer KI-geprägten Welt erfolgreich zu sein, benötigen alle Generationen digitale Kompetenzen. Die Veröffentlichung der Europäischen Kommission „The Digital Competence Framework“ [3] definiert sie *so: „Digitale Kompetenz umfasst die sichere, kritische und verantwortungsvolle Nutzung digitaler Technologien und den Umgang mit ihnen beim Lernen, bei der Arbeit und zur gesellschaftlichen Teilhabe. Dazu gehören Informations- und Datenkompetenz, Kommunikation und Zusammenarbeit, Medienkompetenz, die Erstellung digitaler Inhalte einschließlich Programmierung, Sicherheit einschließlich digitalen Wohlbefindens und Cybersicherheit,* Fragen des geistigen Eigentums, Problemlösung und kritisches Denken.“ Kompetenzen verbinden somit Wissen, also die Aneignung von Informationen, Konzepten und Fakten eines Arbeits- oder Lerngebiets; Fähigkeiten, also die Anwendung von Wissen und Know-how zur Erledigung von Aufgaben und Lösung von Problemen; und Einstellungen, also eine Handlungsbereitschaft. Ihre Bedeutung erläutert der „Aktionsplan für digitale Bildung 2021–2027“ [4] weiter. Er entwirft hochwertige, inklusive und zugängliche digitale Bildung in Europa mit zwei strategischen Prioritäten: Aufbau eines leistungsfähigen digitalen Bildungsökosystems einschließlich der für moderne Lehre nötigen Geräte, Anwendungen und Plattformen sowie Verbesserung digitaler Fähigkeiten und


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Kompetenzen für den digitalen Wandel, damit Lernende in der heutigen Gesellschaft erfolgreich leben und arbeiten können.

Befragungen von Arbeitgebern im heutigen KI-bezogenen Arbeitsmarkt [2] nennen folgende erwünschte überfachliche Fähigkeiten, nach Bedeutung geordnet: kritisches Denken für Problemlösung *und wirksame* Entscheidungen; Kommunikation zum Verstehen *und* Vermitteln von Ideen; Zusammenarbeit *für effiziente* Kooperation und Wertschätzung kultureller Unterschiede; Kreativität für *hochwertige* Arbeit mit Blick auf das Endergebnis und intellektuelle Risikobereitschaft; *Umgang mit Werkzeugen und* Technologie durch Auswahl, Nutzung und Wartung zur Arbeitserleichterung; Planung *und Organisation zur* Priorisierung und fristgerechten Aufgabenerledigung.

Diese tiefgreifenden Arbeitsmarktveränderungen erfordern, Bildung auf völlig neuen Grundlagen zu denken, um einer rasch wandelnden digitalen Gesellschaft gerecht zu werden. Bildung muss die breite Erwerbsbevölkerung auf den gesellschaftlichen Übergang unter KI-Einfluss vorbereiten und grundlegende digitale Fähigkeiten für die Arbeit mit KI entwickeln, mit Schwerpunkt auf Naturwissenschaften, Technologie und Ingenieurwesen. Absolventinnen und Absolventen benötigen besonders unternehmerische Kompetenz mit Kreativität, Erkennen von Chancen, kritischem Denken, Problemlösung und Entscheidungsfähigkeit, um Ideen in erfolgreiche Produkte oder Dienstleistungen umzusetzen und im dynamischen Wettbewerb zu bestehen.

Allgemeine Empfehlungen moderner Gesellschaften zielen auf akademische Exzellenz, um KI-Fachkräfte mit fortgeschrittenen digitalen Fähigkeiten auszubilden. Dazu gehören sowohl spezifisches Fachwissen als auch förderliche Rahmenbedingungen und die Gewinnung von Talenten aus dem Ausland. Neben Hochschulen ist die Qualifizierung der Erwerbsbevölkerung in KI und weiteren Technologien der Industrie 4.0 wichtig (Abb. 1): Big Data, Internet der Dinge, digitale Zwillinge, Cybersicherheit, Cloud Computing, Automatisierung, erweiterte Realität, Blockchain und additive Fertigung. Dies soll über weiterführende Schulen und Berufsbildungsprogramme erfolgen, die sich an sektoralen, regionalen und lokalen Arbeitsmarktbedürfnissen orientieren.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.




Abbildung 1. Säulen des technologischen Fortschritts


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 3. Bemühungen um eine faire und transparente KI-Nutzung

Der Einfluss von KI auf die Entwicklung moderner Gesellschaften ist unbestreitbar. Entscheidend ist auch, ihre alltägliche Anwendung zuverlässig, sicher und kontrolliert zu gestalten. Viele Länder entwickeln deshalb Rechtsakte und allgemeine Leitlinien für eine faire und transparente Nutzung von KI-Algorithmen. Das folgende Kapitel konzentriert sich auf die derzeit entstehende EU-Gesetzgebung als gemeinsames Vorhaben der Mitgliedstaaten.

Die EU möchte weltweit bei Entwicklung und Einsatz von KI zum Wohl aller führen und sich dabei auf ihre Werte und Vorteile stützen: erstklassige Forschende, Labore und Start-ups, weltweit führende Industrie in vielen Branchen, einen digitalen Binnenmarkt sowie umfangreiche Forschungs-, Industrie- und öffentliche Daten. Ein koordinierter Ansatz soll die Möglichkeiten bestmöglich nutzen und Herausforderungen bewältigen. Drei große Ziele stehen dabei im Mittelpunkt [1]:

1. **Stärkung der technologischen und industriellen Leistungsfähigkeit der EU und der KI-Nutzung in der gesamten Wirtschaft**, insbesondere in Bereichen mit europäischem Führungspotenzial wie Industrie, Robotik, Gesundheit, Verkehr, Finanzen, Agrar- und Lebensmittelwirtschaft, grüne Energie, Forstwirtschaft und Raumfahrt, durch höhere Forschungs- und Innovationsinvestitionen und besseren Datenzugang. Vorrang haben Forschungs- und Exzellenzzentren, KI-Plattformen auf Abruf und digitale Innovationszentren sowie deren Zusammenarbeit und Vernetzung. Wichtig sind die Einbindung der Privatwirtschaft über öffentlich-private Partnerschaften und Investitionen sowie Unterstützung für KMU bei Anpassung und erfolgreicher KI-Nutzung.

2. **Vorbereitung auf sozioökonomische Veränderungen** durch Modernisierung der Bildungs- und Ausbildungssysteme, vorausschauende Betrachtung des Arbeitsmarktwandels und Unterstützung seines Übergangs sowie der Anpassung sozialer Sicherungssysteme.

3. **Gewährleistung eines geeigneten ethischen und** rechtlichen Rahmens auf Grundlage der Unionswerte und im Einklang mit der EU-Grundrechtecharta, um Vertrauen und Verantwortung bei Entwicklung und Nutzung von KI zu schaffen, Freiheits- und Bürgerrechte zu wahren und zur Erhaltung der menschlichen Umwelt beizutragen: „Die Kommission ist überzeugt, dass die *internationale Zusammenarbeit zu KI auf einem Ansatz beruhen muss, der die Achtung der Grundrechte fördert, einschließlich Menschenwürde, Pluralismus, Inklusion, Nichtdiskriminierung sowie Schutz der Privatsphäre und personenbezogener Daten; sie wird sich dafür einsetzen, ihre Werte weltweit zu verbreiten“* [5].


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.




Abbildung 2. Hauptziele des EU-Ansatzes für KI

Die „Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI“ [6] der hochrangigen Expertengruppe definieren vertrauenswürdige KI als **rechtmäßig,** also mit allen geltenden Vorschriften **vereinbar;** ethisch, also an ethischen Grundsätzen **und** Werten orientiert; und robust, sowohl technisch als auch im gesellschaftlichen Umfeld. Die Leitlinien schlagen sieben zentrale Anforderungen vor:

- **Menschliche Handlungsfähigkeit und Aufsicht**: KI soll Entscheidungen unter Achtung menschlicher Autonomie unterstützen und geeignete Aufsichtsmechanismen gewährleisten.
- **Technische Robustheit und Sicherheit**: KI-Systeme müssen zuverlässig, widerstandsfähig und sicher sein, mit eingebauten Schutzmechanismen; bei Fehlfunktionen oder Cyberangriffen dürfen sie keine unbeabsichtigten Schäden verursachen.
- **Privatsphäre und Daten-Governance**: Die Grundrechte auf Privatsphäre und Datenschutz müssen vollständig gewahrt bleiben, ohne legitimen Datenzugang zu behindern.
- **Transparenz**: Systeme und Entscheidungen müssen den Nutzenden vorab erklärt werden. Diese müssen wissen, dass sie mit KI interagieren, und deren Möglichkeiten und Grenzen kennen.
- **Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness**: KI muss unabhängig von persönlichen Merkmalen oder Behinderungen zugänglich sein. Unfaire Verzerrungen in Trainingsdaten oder Entscheidungsalgorithmen sind zu vermeiden, da sie benachteiligte Gruppen weiter ausgrenzen und Vorurteile sowie Diskriminierung verstärken können.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

- **Gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen**: KI-Systeme sollen allen Menschen nachhaltig und umweltverträglich nützen; ihre gesellschaftlichen Folgen sind stets sorgfältig zu berücksichtigen.
- **Rechenschaftspflicht**: Bei der Gestaltung kritischer KI-Anwendungen müssen Aufsicht und geeignete Mechanismen für Verantwortung und Rechenschaft über Systeme und Ergebnisse vorgesehen werden.

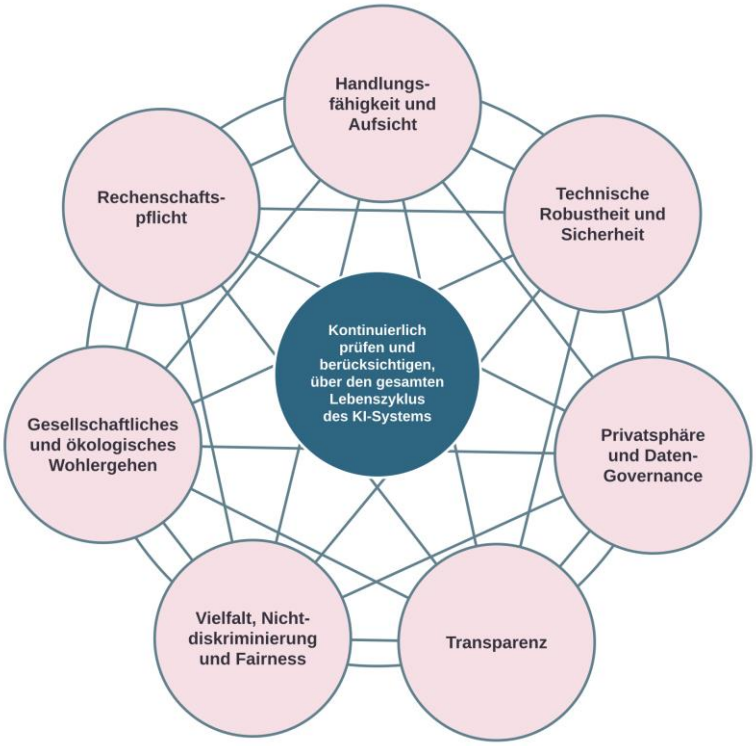



Abbildung 3. Anforderungen an vertrauenswürdige KI [6]


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 4. Anwendungen generativer KI

Ein besonders revolutionäres Teilgebiet ist heute die generative künstliche Intelligenz (GenAI). Sie entwickelt Algorithmen und Modelle, die neue, originelle und zuvor nicht vorhandene Inhalte erzeugen. GenAI lernt Muster aus Trainingsdaten und erstellt neue, einzigartige Ergebnisse mit denselben statistischen Eigenschaften. Dazu gehören:

- neue Texte: menschenähnliche Texte, darunter Geschichten, Gedichte, Dialoge und sogar Programmcode;
- Bilder: realistische Gesichter, Landschaften oder Kunstwerke, neu aus Texteingaben erzeugt oder durch neuronalen Stiltransfer, bei dem Bilder das Erscheinungsbild oder den visuellen Stil eines anderen Bildes annehmen;
- Videos: realistische Videos aus Text, einschließlich Animationen oder Deepfakes, bei denen KI eine Person in vorhandenen Bildern oder Videos durch eine andere ersetzt;
- Musik oder Audioclips: neue Kompositionen oder Klangbeispiele auf Basis realistischer menschlicher Sprache oder Musikinstrumente;
- Spieldesign: Erzeugung von Spielumgebungen, Figuren oder Handlungen;
- Arzneimittelentwicklung: neue Moleküle mit gewünschten Eigenschaften, etwa neue Antibiotika.

**GenAI-Anwendungen** sind relativ neu: Seit den ersten kommerziellen Produkten sind erst wenige Jahre vergangen. Sie beruhen auf tiefen neuronalen Netzen mit Transformer-Architektur und werden mit großen Datenmengen trainiert. Führende Unternehmen sind OpenAI, Microsoft, Google und Anthropic. Beliebte Anwendungen umfassen Chatbots mit großen Sprachmodellen (LLM) wie ChatGPT, Copilot, Gemini und LLaMA; Bildgeneratoren aus Text wie Stable Diffusion (Abb. 4), Midjourney und DALL-E 2; Musikgeneratoren wie Amper und MuseNet sowie Videogeneratoren wie Sora.



Abbildung 4. Von Stable Diffusion erzeugtes Bild zur Texteingabe „Foto eines Astronauten, der auf einem Pferd reitet“


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Die Medienplattform FlexOS veröffentlichte auf Grundlage des Internetverkehrs einen Bericht über die beliebtesten Werkzeuge [7] im Februar 2024. Die überwältigende Mehrheit der GenAI-Nutzenden verwendet GPT-Anwendungen wie ChatGPT, Gemini, Copilot und Claude: 66%. Der Rest entfällt auf Schreiben und Bearbeiten (9%), Soziales und Figuren (5%), Bildung (5%), Forschung (3%), Bilderzeugung (3%) und Sonstiges (8%). Die Tabelle zeigt führende Werkzeuge mit Namen, URL, Kategorie und Gesamtzugriffen.

Tabelle I. Beliebteste GenAI-Werkzeuge

| | Name | URL | Kategorie | Zugriffe |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **ChatGPT (einschließlich Dall-E)** | https://chat.openai.com/ | GPT | 1,600,000,000 |
| 2 | **Copilot** | https://copilot.microsoft.com/ | GPT | 326,570,048 |
| 3 | **Gemini (früher Bard)** | https://gemini.google.com/ | GPT | 291,600,000 |
| 4 | **Character** | https://beta.character.ai/ | Soziales und Figuren | 175,000,000 |
| 5 | **Perplexity** | https://www.perplexity.ai/ | Forschung | 145,400,000 |
| 6 | **Grammarly** | https://app.grammarly.com/ | Schreiben und Bearbeiten | 37,220,000 |
| 7 | **Claude** | https://claude.ai/ | GPT | 25,700,000 |
| 8 | **Course Hero (Lernhilfe)** | https://www.coursehero.com/ | Bildung | 22,800,000 |
| 9 | **Brainly (Hausaufgabenhilfe)** | https://brainly.com/ | Bildung | 21,300,000 |
| 10 | **Midjourney** | https://www.midjourney.com/ | Bildgenerator | 18,800,000 |
| 11 | **Hugging Face** | https://huggingface.co/ | Programmierung/Code | 16,810,000 |
| 12 | **Canva** | https://www.canva.com/ | Bildgenerator | 16,300,000 |
| 13 | **Replit** | https://replit.com/ | Programmierung/Code | 16,019,930 |
| 14 | **ElevenLabs** | https://elevenlabs.io/ | Audiogenerator | 15,860,000 |
| 15 | **You** | https://you.com/ | Forschung | 12,920,000 |

1. **ChatGPT** (Chat Generative Pre-trained Transformer) ist ein im November 2022 von OpenAI entwickelter Chatbot. Er basiert auf einem großen Sprachmodell (LLM), einem neuronalen Netz mit Transformer-Architektur, das anhand umfangreicher Internetdaten mit überwachtem und bestärkendem Lernen trainiert wurde und auf Texteingaben menschenähnlich antwortet. Neben Antworten kann ChatGPT Aufsätze, Gedichte, Märchen und Fernsehdrehbücher schreiben, Social-Media-Beiträge, E-Mails und


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Artikel verfassen, Texte übersetzen und zusammenfassen, Programme schreiben und Fehler beheben, Musik komponieren oder Geschäftsideen entwickeln.

ChatGPT gilt als die am schnellsten wachsende Softwareanwendung der Geschichte: Über 100 Millionen Nutzende kamen in weniger als zwei Monaten hinzu. Es löste den KI-Boom und fortlaufende Entwicklungen aus und gab den Anstoß für Konkurrenzprodukte, von denen viele OpenAI GPT nutzen. Derzeit gibt es ChatGPT 3.5 kostenlos und kostenpflichtig sowie ChatGPT 4.0 nur kostenpflichtig. Bezahlversionen integrieren das Text-zu-Bild-Modell DALL-E, aktuell DALL-E 3. Es nutzt Transformer-Netze, um digitale Bilder und Kunst aus Prompts, also natürlichsprachlichen Beschreibungen, zu erzeugen.

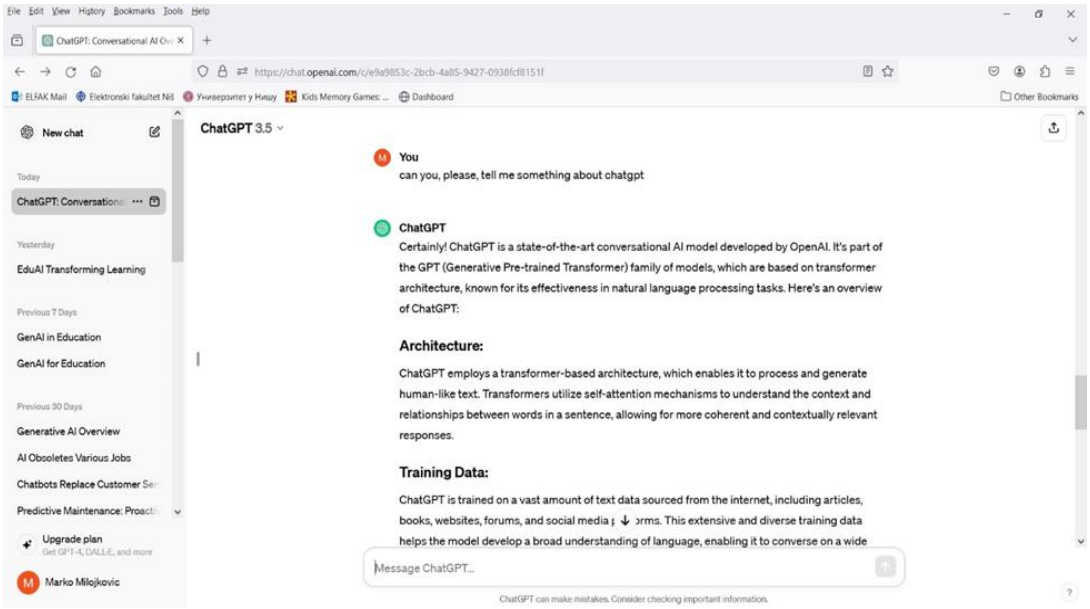


Abbildung 5. ChatGPT-Oberfläche. Hinweis: Seien Sie immer höflich zur KI, eines Tages wird sie uns regieren

2. **Copilot** ist ein KI-Webassistent von Microsoft, basiert auf OpenAI GPT4 und ist in Bing und Edge integriert. Das Freemium-Modell macht die meisten Funktionen einschließlich Bilderstellung kostenlos zugänglich; fortgeschrittene Funktionen sind zahlenden Abonnenten vorbehalten. Im Dezember 2023 wurde Copilot über Updates vielen Windows-11-Installationen kostenlos hinzugefügt; später im Monat erschien eine eigenständige Android-App. Seine Stärke ist die allgemeine geschäftliche Nutzung in Microsoft-Produkten: in Word für Inhalte und Geschäftsideen, in Outlook für E-Mails anhand anderer Nachrichten und des gewünschten Tons, in Teams für Informationen zu bevorstehenden Besprechungen oder Diskussionszusammenfassungen, in Excel für Datenanalysen, Diagramme, Trends und Formeln sowie in PowerPoint für Präsentationen aus Prompts oder Word- und Excel-Inhalten.

3. **Gemini,** zuvor als Bart bekannt, ist Googles GenAI-Chatbot als Antwort auf ChatGPT. Er basiert auf dem LLM Gemini 1.0. Ein Vorteil ist die Echtzeitverbindung zu Google-Suchergebnissen. ChatGPT 3.5 verfügt dagegen über Wissen bis Januar 2022 und ChatGPT 4.0 bis April 2023, dem Ende ihrer jeweiligen Trainingszeiträume. Hinzu


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

kommt die Integration von Google-Erweiterungen wie Google Maps und YouTube. Diese Verbindung

ermöglicht Echtzeitzugriff auf aktuelle Lehr- und Wissenschaftsinhalte, besonders wertvoll für Bildung. Gemini erschien im März 2023 mit eher verhaltener öffentlicher Resonanz. Es löste auch Kontroversen aus, etwa im Februar 2024 nach Einführung eines Bildwerkzeugs: Es erzeugte ethnische und geschlechtliche Vielfalt in historisch unzutreffenden Zusammenhängen (Abb. 6), weil die Software ihr Diversitätsziel überkompensierte.



Abbildung 6. Gemini-Darstellungen deutscher Soldaten von 1943. Quelle: Gemini AI/Google

4. **Character** ist eine KI-Chatbot-Webanwendung zweier ehemaliger Google-Entwickler. Nutzende können Figuren erstellen und ihre Persönlichkeiten über Parameter gestalten, entweder neu oder nach historischen Persönlichkeiten und Prominenten. Anschließend lassen sie sich mit der Community teilen, damit andere mit ihnen sprechen. Anders als andere Chatbots erzeugt Character menschenähnlichere Gespräche und ermöglicht mehrere Bots mit unterschiedlichen „Persönlichkeiten“ und Perspektiven gleichzeitig. Lehrkräfte können virtuelle historische oder literarische Figuren erstellen, mit denen Lernende in Echtzeit interagieren. Bedeutungsvolle Dialoge mit diesen simulierten Persönlichkeiten fördern Verständnis und Empathie.

5. **Perplexity** ist Chatbot und intelligente Suchmaschine, vermarktet als „Antwortmaschine“, die Fragen mit vorausschauend erzeugtem natürlichsprachlichem Text beantwortet. Die Gratisversion kombiniert OpenAI GPT 3.5 mit einem eigenen LLM und natürlicher Sprachverarbeitung (NLP) statt bloßer Schlüsselwörter. Die benutzerfreundliche Oberfläche erleichtert Navigation und personalisierte Suchergebnisse als Text mit eingebetteten Quellenangaben, sodass deren Herkunft erkennbar ist. Folgefragen werden unter Berücksichtigung früherer Interaktionen beantwortet. Für Forschungsaufgaben bietet Perplexity unter anderem Sentimentanalyse, Entitätserkennung und Textklassifizierung.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

6. **Grammarly** ist eine KI-Schreibhilfe, die Texte analysiert und Grammatik, Rechtschreibung, Zeichensetzung, Stil und Klarheit verbessert. Jeder Vorschlag wird erklärt, damit Nutzende für zukünftige Texte lernen. Die ältere Anwendung ist bei Lernenden, Lehrenden und Schreibenden für Textverbesserung, Korrektur und Bearbeitung beliebt. Die Premiumversion bietet erweiterte Funktionen wie genrespezifische Stilprüfungen und Plagiatserkennung. Im April 2023 integrierte Grammarly das GPT-3-LLM und erhielt damit Funktionen zur Erstellung und Überarbeitung von Inhalten.

7. **Claude** ist Chatbot und KI-Assistent von Anthropic, ähnlich ChatGPT, aber mit besonderem Augenmerk auf ethische und sichere Inhaltserzeugung. Dies folgt dem Engagement des Unternehmens für Sicherheit und personalisierte Erfahrungen, indem Rückmeldungen zum gewünschten Kommunikationsstil in zukünftige Antworten einfließen. Claude nutzt die innovative Trainingsmethode Constitutional AI: Das Modell erzeugt zunächst eine Antwort und verfeinert sie anhand festgelegter Leitprinzipien, einer „Verfassung“. Bei Claude umfasst diese 75 Regeln, teils aus der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte der UN.

8. **Course Hero** ist eine EdTech-Website mit kursspezifischen Lernmaterialien und Zugang zu Online-Lernbegleitung. Ursprünglich war sie ein Archiv studentischer Materialien wie Mitschriften, Übungsaufgaben, Laborberichte, Aufsätze und Prüfungsantworten. Vollständige Dokumente waren nur mit Abonnement zugänglich. Problematisch war, dass viele hochgeladene Materialien nicht das geistige Eigentum der Personen waren, die sie einstellten oder verkauften. Abonnenten konnten außerdem Hausaufgaben hochladen und fertige Lösungen von beauftragten Mitarbeitenden erhalten.

   Im KI-Boom der letzten Jahre versuchten die Betreiber, sich durch KI-Integration vom Ruf eines ausbeuterischen EdTech-Unternehmens zu lösen. Heute bietet Course Hero personalisiertes Lernen anhand seiner umfangreichen Datenbank. Lernende laden Notizen oder Lernhilfen hoch; KI erklärt Aufgaben und Lösungen, erstellt Übungen und beantwortet Fragen. Bei weiterem Unterstützungsbedarf werden sie direkt mit realen Lernbegleitenden verbunden.

9. **Auch** Brainly bietet KI-gestützte Hausaufgabenhilfe. Anfangs verband es Lernende, Eltern und Lehrkräfte zur gemeinsamen Bearbeitung von Fragen. Antworten mussten erklärt und belegt werden, hochwertige Beiträge wurden durch Rangstufen belohnt. Auf Basis von mehr als 250 Millionen moderierten Fragen und Antworten integrierte Brainly 2023 zahlreiche KI-Werkzeuge für personalisiertes Lernen einschließlich KI-Tutoren. Der Schwerpunkt sollte von abgabefertigen Antworten zu Beobachtung, Analyse und Unterstützung des Arbeitsprozesses wechseln. Ein Vorteil ist die große Menge an schulischem

   Material, die Brainly etwa für Mathematik geeignet macht, während andere GenAI-Systeme aufgrund der LLM-Funktionsweise selbst bei einfachen Rechenaufgaben scheitern.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

10. **Midjourney** ist Programm und GenAI-Dienst des Forschungslabors Midjourney, Inc., der Bilder aus natürlichsprachlichen Beschreibungen, sogenannten Prompts, erstellt. Die Technik kombiniert LLM und Diffusionsmodelle. Zunächst entschlüsselt das LLM die Wörter und wandelt sie in einen numerischen Vektor um. Dieser steuert die Diffusion, bei der ein trainiertes Modell zufälliges Rauschen in visuell ansprechende Kunst verwandelt. So entstehen neue Ausdrucksformen jenseits expliziter Programmierung, mit kreativen und unvorhersehbaren Elementen.

    Midjourney ging im Juli 2022 in die offene Betaphase und ist ausschließlich über Discord kostenpflichtig zugänglich. Es wird hauptsächlich von Kunstschaffenden für schnelle Konzeptprototypen genutzt, aber auch in der Werbung für Logos und Anzeigen, im Journalismus für Titelbilder und geschäftlich für Projekt- oder Berichtsgrafiken. Ein bekanntes Ergebnis ist Théâtre D'opéra Spatial (Abb. 7), das 2022 beim Wettbewerb für digitale Kunst der Colorado State Fair den ersten Platz belegte. Der menschliche Urheber des Prompts hatte sich unter falschem Namen angemeldet. Dies führte zu Kontroversen und Unmut unter anderen Digitalkünstlern, da beeindruckende, einzigartige Kunst nun nicht mehr unbedingt traditionelle Zeichen- oder Malfähigkeiten voraussetzt.



Abbildung 7. *Théâtre D'opéra Spatial,* ein mit Midjourney erzeugtes Bild mit erstem Preis in einem Wettbewerb für digitale Kunst.
Quelle: Midjourny/Midjourney, Inc.

11. **Das** Hugging-Face-Ökosystem bietet Forschenden, Entwickelnden und KI-Interessierten Werkzeuge und Ressourcen zum Verwenden, Erstellen und Teilen maschineller Lernmodelle. Nach Aussage des CEO soll modernste KI einem möglichst breiten Publikum zugänglich werden und zugleich die Transparenz im KI-Bereich steigen. Zentral ist eine Plattform mit der transformers-Bibliothek, einem Python-Paket mit Implementierungen von

    Transformer-Modellen für Text, Bild und Audio, darunter GPT und Gemini. Sie ermöglicht das Hochladen, Teilen, Herunterladen, Abrufen und Feinabstimmen vortrainierter Modelle des maschinellen Lernens.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

12. **Canva** ist eine Onlineplattform für Grafikdesign und visuelle Kommunikation zur Erstellung und Veröffentlichung von Social-Media-Grafiken und Präsentationen. Neben dem Preis ist die sehr flache Lernkurve ein großer Vorteil gegenüber Adobe Photoshop oder Illustrator: Canva richtet sich an Menschen ohne umfangreiche Designkenntnisse und bietet zahlreiche Vorlagen für Beiträge, Präsentationen, Werbebanner, Poster und Zeichnungen.

    Das kostenlose Canva for Education *soll in* Bildungseinrichtungen die Zusammenarbeit zwischen Lernenden und Lehrkräften erleichtern. 2022 führte das Unternehmen eine KI-Schreibhilfe und ein Assistenzwerkzeug ein, das passende Grafiken und Stile zum bestehenden Design empfiehlt. Im Januar 2024 stellte es sogar ein eigenes GPT-Modell vor.

13. **Replit** ist eine integrierte Online-Entwicklungsumgebung (IDE) für gemeinsames Programmieren mit gleichzeitiger Bearbeitung und sofortiger Codeausführung in verschiedenen Sprachen. Im Oktober 2023 kamen Replit-AI-Funktionen hinzu, deren maschinelle Lernverfahren mit öffentlichem Code trainiert wurden. Direkt im Editor bieten sie Fehlerbehebung, Codevervollständigung und Softwareentwicklung im Chat: Natürliche Sprache wird in Code umgewandelt und die Lücke zwischen Einsteigenden und erfahrenen Programmierenden verkleinert.

14. **ElevenLabs** ist ein 2022 gegründetes Unternehmen für Sprach-KI, bekannt vor allem für browserbasierte KI-Sprachsynthese mit modernen Deep-Learning-Modellen. Die Software erzeugt äußerst realistische, vielseitige und kontextsensitive Audiodaten mit anpassbaren Stimmen, aktuell in 29 Sprachen. Algorithmen analysieren Textkontext und Emotionen, um die Stimmung zu verstehen und menschlichere Betonung zu erreichen. Das erklärte Endziel ist die sofortige Übertragung gesprochener Audios zwischen Sprachen. Weitere Werkzeuge betreffen Stimmklonen, Synchronisation und Stimmveränderung. Diese Fähigkeiten ermöglichen auch Betrug: Im Januar 2024 forderten während lokaler Wahlen in New Hampshire, USA, mit ElevenLabs erzeugte automatische Anrufe, scheinbar von Joe Biden, zum Nichtwählen auf.

15. **Sora** ist OpenAIs Text-zu-Video-Modell für Videos bis zu einer Minute. Es liefert beeindruckende Qualität und folgt dem Prompt genau, indem es versteht, wie genannte Objekte in der physischen Welt existieren. Es erstellt komplexe Szenen mit präzisen Hintergründen, Hauptmotiven und Bewegungen. Wie Bildgeneratoren verwendet es Diffusion-Transformer, eine Verbindung von Transformern und entrauschenden latenten Diffusionsmodellen. Dabei wird

    von einem Video ausgegangen, das statischem Rauschen ähnelt, und dieses durch schrittweise Rauschunterdrückung in etwas verwandelt, das der Promptbeschreibung entspricht.

    Sora erzeugt Videos neu, verlängert vorhandene oder ergänzt fehlende Einzelbilder. Zukünftige Anwendungen sind kaum vollständig vorhersehbar: Animation und Film, synthetische Daten, Prototypen und Konzeptvisualisierung, soziale Medien, Werbung und Marketing. Sora ist noch nicht am Markt verfügbar; OpenAI zeigte am 15. Februar


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

2024 nur erste Einblicke. Testzugang haben ausgewählte kreative Fachleute wie bildende Künstler, Designer und Filmschaffende.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 5. GenAI in der Bildung

GenAI kann dem Unterricht eine neue Dimension geben: stärker personalisiertes, flexibles und lernendenzentriertes Lernen. Neue Unterrichtsformen beruhen auf Online-, Fern- und Blended Learning. KI kann ein wirkungsvolles, motivierendes Werkzeug für gemeinsames und kreatives Lernen sein. Sie erleichtert das Erstellen, Teilen und Präsentieren digitaler Inhalte ohne Grenzen der physischen Welt, etwa durch virtuelle Lehrkräfte, Labore und Museen.

Mit dem beispiellosen Wachstum und der zunehmenden Vertrautheit mit GenAI ist Bildung zu einem vielversprechenden Anwendungsfeld geworden. Der mögliche Wandel passt zu heutigen Lernenden, die ein neues digitales Paradigma sowohl in institutioneller Bildung als auch beim lebenslangen Lernen annehmen möchten. Wesentliche Einsatzrichtungen sind:

- **Inhaltserstellung**: GenAI unterstützt Lehrkräfte bei abwechslungsreichen Lernhilfen, Übungsfragen, Quizzen, Prüfungen und Unterrichtsplänen.
- **Personalisiertes Lernen**: Frühere Ergebnisse und aktuelle Vorlieben werden analysiert, um individuelle Lernerfahrungen zu gestalten.
- **Virtuelle Lernbegleitung**: Besonders hilfreich für Menschen, die multimediales Lernen bevorzugen oder außerhalb des Unterrichts zusätzliche Unterstützung benötigen.
- **Modellierung und Simulation**: GenAI-Werkzeuge veranschaulichen komplexe Konzepte, beispielsweise in Naturwissenschaften oder Ingenieurwesen.
- **Zusammenfassung, Bewertung und Feedback**: Komplexe Texte, Bücher und Artikel werden zusammengefasst und für Lernende zugänglicher.

## 5.1 Positive Auswirkungen von GenAI an Schulen

Zu den möglichen positiven Wirkungen zählen personalisierte Lernerfahrungen, die Förderung von Kreativität und kritischem Denken sowie effizientere Verwaltung. Zusätzlich betrachtet dieser Abschnitt Unterstützung bei besonderem Förderbedarf und die Bedeutung für weltweite Zusammenarbeit und kulturellen Austausch.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

### a. Personalisierte Lernerfahrung

GenAI kann Lehransätze verändern, indem Lernstile, Vorlieben und Fortschritte beim Verstehen und Aneignen von Materialien analysiert werden. Bildungsplattformen passen Inhalte mit Algorithmen an individuelle Bedürfnisse und Lerngeschwindigkeit an. Das geht über traditionelle Methoden hinaus und ermöglicht individuelle Anleitungen und Bewertungen. Intelligente Erkenntnisse helfen Lehrkräften, ansprechende Inhalte auszuwählen und Beteiligung sowie Verständnis zu verbessern. So entstehen für alle Lernprofile persönlichere und wirksamere Erfahrungen.

Bei adaptiven Lernpfaden spielen KI-Algorithmen eine zentrale Rolle: Sie berücksichtigen individuelle Bedürfnisse und ermöglichen personalisierte Angebote, die Beteiligung und Leistung optimieren [8]. Tempo und Schwierigkeitsgrad werden anhand laufender Fortschrittsbewertungen angepasst. Aus Lernmustern leiten Systeme dynamische Lehrplananpassungen an Stärken, Schwächen und Vorlieben ab. Dies gewährleistet passende Herausforderungen und Unterstützung und verbessert Lernergebnisse.

KI-gestütztes Lernen ermöglicht gezielte Maßnahmen für spezifische Bedürfnisse und Schwierigkeiten [9]. Individuelle Daten zeigen, wo zusätzliche Unterstützung oder Vertiefung nötig ist. Lehrkräfte können rechtzeitig und personalisiert eingreifen. Ob zusätzliche Übungen, Einzelbetreuung oder veränderte Lehrstrategien: KI unterstützt Maßnahmen, die der Vielfalt der Lernenden gerecht werden.

### b. Mehr Kreativität und kritisches Denken

Innovative Zusammenarbeit mit KI kann Bildungsprojekte verändern und Lernenden neue Ideen sowie kreativen Ausdruck in verschiedenen Fächern ermöglichen. KI bietet Ressourcen und Orientierung für kreative Projekte und fördert Experimente und Innovation. Ob Kunst, Musik oder digitale Inhalte: Sie hilft, fantasievolle Ideen umzusetzen. Solche Projekte erschließen persönliche Interessen, entwickeln Fähigkeiten wie Problemlösung und Zusammenarbeit und entfalten kreatives Potenzial für Multimedia, Geschichten oder digitale Produkte.

Ein weiterer Beitrag besteht darin, kritisches Denken und mehrere Lösungswege anzuregen. KI-Werkzeuge können komplexe Aufgaben stellen, die unkonventionelles Denken und analytisches Schlussfolgern verlangen. Programmierherausforderungen können beispielsweise kreative Lösungen fördern und offene Problemlöseumgebungen bieten,

die Kreativität, Anpassungsfähigkeit und Widerstandskraft stärken. Simulationen zeigen praktisch, wie offene Probleme Fähigkeiten entwickeln. Virtuelle KI-Physiklabore ermöglichen einzigartige, veränderbare Experimente und Ergebnisanalysen, die über Auswendiglernen hinausgehen. Personalisierte Lernerfahrungen mit KI-Prompts regen ebenfalls die Erkundung verschiedener Strategien an. Dies fördert Neugier, eine wichtige Voraussetzung für schulischen und beruflichen Erfolg.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

KI-Inhalte erweitern außerdem den Horizont durch vielfältige Sichtweisen und fördern Empathie und kreatives Denken. Plattformen bieten schnellen Zugang zu Perspektiven verschiedener Kulturen, Hintergründe und Erfahrungen. So verstehen Lernende globale Fragen und kulturelle Vielfalt besser, hinterfragen Annahmen und Stereotype und entwickeln Empathie.

### c. Effiziente Verwaltungsprozesse

GenAI verbessert auch Schulabläufe und verändert Bewertungen durch intelligente Automatisierung der Benotung. Aufgaben, Quizze und Prüfungen lassen sich effizient auswerten und schneller rückmelden. Das spart Lehrkräften Zeit und zeigt Lernenden Verbesserungsmöglichkeiten mit gezielten Empfehlungen auf. Eine vereinfachte Bewertung schafft mehr Raum für individuelle Anleitung und verbessert die Lernerfahrung.

Die schulische Ressourcenverteilung bleibt eine komplexe Aufgabe mit vielen Einflussgrößen. KI-Analysen können Trends bei Leistungen und Bedürfnissen erkennen und Ergebnisse quantifizieren. Adaptive Techniken, Daten und GenAI helfen, individuelle Fortschritte zu bewerten, Lernbedarfe zu erkennen und relevante Inhalte bereitzustellen. Dies steigert die Verwaltungseffizienz und die Wirkung verfügbarer Ressourcen auf Lernergebnisse.

Auch Kommunikationsplattformen profitieren: KI erleichtert den Austausch zwischen Lehrkräften, Lernenden und Eltern. Aufgaben, Mitteilungen und Fortschrittsberichte werden in Echtzeit kommuniziert. Sofortiger Informationszugang fördert Zusammenarbeit und Beteiligung aller, stärkt Kommunikation und schafft ein unterstützendes Lernumfeld.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

### d. Unterstützung sonderpädagogischer Förderung

Maßgeschneiderte Lernpläne enthalten Anpassungen für unterschiedliche Lernstile und Fähigkeiten. Aus Daten von Lernenden mit besonderem Förderbedarf und ihren Stärken und Schwierigkeiten entwickelt KI individuelle Ansätze. Angepasste Lehrmethoden, alternative Bewertungen und zusätzliche Hilfsmittel ermöglichen schulischen Erfolg.

KI-gestützte assistive Technologien erleichtern Menschen mit Behinderungen den Materialzugang und die Teilnahme am Unterricht. Spracherkennung und Sprachsynthese können etwa geschriebenen Text für Sehbeeinträchtigte vorlesen. Menschen mit Legasthenie profitieren von veränderbaren Schriftarten oder Hintergrundkontrasten, die Lesen und Verstehen erleichtern. Solche Technologien schaffen inklusive Lernumgebungen mit gleichen Erfolgschancen.

KI hilft nicht nur bei bereits diagnostizierten Behinderungen. GenAI kann frühe Anzeichen von Lernschwierigkeiten erkennen und gezielte Hilfe ermöglichen. Leistungsdaten und Muster möglicher Probleme können Lehrkräfte zum proaktiven Eingreifen veranlassen, Eltern informieren oder medizinische Einrichtungen auf mögliche Gesundheitsprobleme aufmerksam machen. Früherkennung ermöglicht individuelle Anleitung, zusätzliche Ressourcen und spezialisierte Unterstützung. So werden Lernbarrieren vermindert und schulische Fortschritte gefördert.

### e. Globale Zusammenarbeit und kultureller Austausch

KI kann weltweite Zusammenarbeit und kulturellen Austausch durch gemeinsame virtuelle Projekte, interkulturelles Lernen und globale Ressourcen ermöglichen [10].

KI-Übersetzung erleichtert in weltweiten virtuellen Projekten die Kommunikation zwischen Lernenden verschiedener Sprachen. Sie überwindet Sprachbarrieren und ermöglicht mühelose interkulturelle Zusammenarbeit. Echtzeitübersetzung fördert globale Verbindungen und Teamarbeit unabhängig von Sprachkenntnissen. Ob Text, Audio oder Video: Die Werkzeuge sichern wirksame Verständigung zwischen


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

den Beteiligten, die Ideen und Feedback austauschen und trotz unterschiedlicher Muttersprachen gemeinsame Ziele verfolgen können. KI trägt damit wesentlich zu Inklusion, kulturellem Austausch und interkulturellem Verständnis in der Bildung bei.

KI-Inhalte vermitteln unterschiedliche kulturelle Perspektiven und Traditionen und fördern Verständnis und Empathie. Lehrkräfte erstellen mit GenAI relevante Materialien zu verschiedenen Kulturen. Intelligente Ansätze passen diese an Interessen und kulturelle Hintergründe an und machen Lernen ansprechender. Virtuelle Kulturmodule und interaktive Simulationen bieten Multimedia zu weltweiten Praktiken und Glaubenssystemen. So erweitern Lernende ihren Horizont und entwickeln Empathie, kulturelle Sensibilität und eine globale Denkweise.

GenAI eröffnet Schulen außerdem Zugang zu weltweiten Materialien und bereichert Lernerfahrungen. Empfehlungssysteme erschließen Bildungsressourcen, Artikel und Multimedia, um unterschiedliche Perspektiven zu erkunden und Ergebnisse zu verbessern. Diese Fortschritte beseitigen traditionelle Bildungsbarrieren und schaffen inklusive Lernumgebungen.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

## 5.2 Eignung von GenAI zur Erstellung von Bildungsinhalten

Dieser Abschnitt untersucht die Hypothese, dass GenAI ein geeigneter Ansatz zur Entwicklung von Lernmaterialien ist. Dazu werden folgende zusammenhängende Fragen ausführlich geprüft:

a. Verbessert GenAI-Personalisierung die Lernbeteiligung?
b. Erhöht schnelle Iteration mit GenAI die Relevanz von Materialien?
c. Führt durch GenAI gestärkte Inklusion zu positiven Lernergebnissen?
d. Kann GenAI-Monitoring von Lernergebnissen Bildungsabbrüche verhindern?

Die Antworten sollen die Hypothese fundieren und die Annahme stützen, dass GenAI erfolgreich zur Entwicklung von Lernmaterialien eingesetzt werden kann.

### a. Verbessert GenAI-Personalisierung die Lernbeteiligung?

Personalisierung durch GenAI hat erkennbar großes Potenzial, die Lernbeteiligung zu verbessern [11]. Wie in anderen Anwendungen analysieren Algorithmen große Informationsmengen, um Muster und passende Verallgemeinerungen abzuleiten. Individuelle Lernbedürfnisse und Lernstile werden erkannt, um aktive Beteiligung und tieferes Verständnis zu fördern. Personalisiertes Lernen, interaktive Multimediaelemente und gemeinsame Werkzeuge schaffen fesselnde Erfahrungen. Sie geben beispielsweise Echtzeitfeedback, zeigen Verbesserungsmöglichkeiten und bieten individuelle Orientierung. Wer sich unterstützt fühlt, beteiligt sich stärker. Das fördert Bildungsgerechtigkeit, weil Lernende Wertschätzung und Unterstützung erfahren [12].

Weitere Analysen zeigen einen signifikant positiven Einfluss personalisierter Lernpfade und Empfehlungen auf die Beteiligung, besonders bei mittlerer Motivation [13]. Ein vergleichbarer Effekt wird bei sehr hoher oder niedriger Motivation nicht beobachtet. Hochmotivierte verfügen möglicherweise bereits über gute Selbstreflexion und brauchen weniger KI-Hilfe. Niedrigmotivierte profitieren womöglich wenig von intelligenten Empfehlungen, weil sie generell kaum Lernmanagementsysteme nutzen möchten. Individuelle GenAI-Lernpfade wirken deshalb besonders bei mittlerer Motivation und verbessern dort Beteiligung und Ergebnisse.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Untersucht wurde außerdem, ob individuell angepasstes GenAI-Feedback durch zeitnahe, relevante Hinweise die Beteiligung stärkt. Lernende mit personalisierten Empfehlungen zeigten höhere Beteiligung als jene ohne solches Feedback [13]. Gezielte Hinweise motivierten, weitere Ressourcen zum besseren Verständnis zu suchen und sich intensiver mit den Materialien auseinanderzusetzen.

## b. Erhöht schnelle Iteration mit GenAI die Relevanz von Materialien?

Schnelle Iteration kann Materialien tatsächlich relevanter machen: durch zeitnahes Feedback, individuelle Anpassung und optimierte Erfahrungen. GenAI analysiert Leistungen rasch und gibt unmittelbar Rückmeldung. Lehrkräfte erkennen dadurch Schwierigkeiten und überarbeiten Materialien in Echtzeit für die jeweiligen Bedürfnisse. Lernende bleiben auf ihre Ziele ausgerichtet und erhalten bei Bedarf gezielte Unterstützung.

Für adaptive Inhalte analysiert GenAI Lernverhalten, Vorlieben und Leistungen. Dynamische Anpassung ermöglicht schnelle Iteration, damit Inhalte relevant und ansprechend bleiben. Kontinuierliche Überarbeitung anhand dieser Erkenntnisse optimiert Erfahrungen entsprechend den Bedürfnissen. So bleiben Materialien langfristig wirksam und unterstützen Lernergebnisse.

GenAI-gestützte Iteration sichert auch die Übereinstimmung mit Bildungsstandards und Lehrplananforderungen. Intelligente Ansätze sollen semantisch und syntaktisch korrekte Inhalte gewährleisten. Dazu gehören die automatische Gliederung von Lernpfaden in zusammenhängende Unterthemen und strategische Pausen zur Lernförderung. Versuche bestimmen geeignete Verfahren zur Extraktion von Schlüsselphrasen und Schwellenwerte semantischer Ähnlichkeit. Optimierte Parameter halten Inhalte eng an Ausgangsressourcen und Lehrplanzielen [14].

Schnelle Überarbeitung kann auch Lernendenfeedback integrieren und Relevanz sowie Wirksamkeit steigern [15]. Erstens wird GenAI als anonymes Werkzeug wahrgenommen, das Fragen ohne Angst vor Bewertung ermöglicht und offenes Feedback erleichtert. Zweitens beantwortet es wiederkehrende Fragen effizient, sodass Lehrkräfte Zeit für vertieften Austausch und die Berücksichtigung von Rückmeldungen haben. Drittens bieten Systeme


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

sofortige Rückmeldung und individuelle Unterstützung und fördern fortlaufende Beiträge zur Echtzeitüberarbeitung. Schließlich schaffen transparente Datennormen Vertrauen bei Datenschutzbedenken und ermutigen zu wertvollem Feedback.

### c. Führt durch GenAI gestärkte Inklusion zu positiven Lernergebnissen?

Barrierefreie Funktionen wie Sprachsynthese und Übersetzung können Lernergebnisse bei unterschiedlichen Bedürfnissen erheblich verbessern. Die Umwandlung von Schrift in Sprache hilft bei Seh- oder Lernbeeinträchtigungen und unterstützt selbstständiges Lernen. Übersetzung erschließt Materialien in der Muttersprache und fördert Inklusion und kulturelle Sensibilität. Lesegeschwindigkeit und Sprachniveau lassen sich an persönliche Vorlieben anpassen.

GenAI-Materialien versprechen mehr Inklusion und bessere Ergebnisse. Datenanalysen integrieren kulturelle Perspektiven, würdigen Identitäten und fördern kulturelle Wertschätzung. Mehrsprachige Inhalte gewährleisten Zugang für unterschiedliche Sprachgruppen, fördern Vielfalt und bereiten auf multikulturelle Interaktionen vor. GenAI erkennt und schließt Repräsentationslücken, stärkt Gleichberechtigung und hinterfragt Stereotype im Lehrplan. An Hintergründe und Interessen angepasste Erfahrungen fördern Beteiligung und Selbstbestimmung.

### d. Kann GenAI-Monitoring von Lernergebnissen Bildungsabbrüche verhindern?

Durch fortlaufende Analyse von Leistungen, Beteiligung, Anwesenheit und Verhaltensmustern können Einrichtungen Abbruchrisiken früh und vorausschauend erkennen. GenAI ermöglicht dann frühzeitige Hilfe: automatische persönliche Nachrichten, Zeitmanagementempfehlungen, zusätzliche Materialien und gezielte Betreuung. Solche Ansätze erwiesen sich als sehr wirksam; in einigen Fällen sank die Abbruchquote nach Einführung prädiktiver Analysen in einem allgemeinbildenden Kurs um 50% [16].

GenAI-Monitoring erkennt frühe Anzeichen von Leistungsproblemen oder nachlassender Beteiligung und ermöglicht rechtzeitige Maßnahmen. Einrichtungen entwickelten beispielsweise Systeme, die täglich Schwierigkeiten erkennen und individuelle Hilfen anbieten. Prädiktive Analysen verfolgen Lernverläufe und identifizieren Risikofaktoren für


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Bildungsabbrüche. Gezielte Korrekturmaßnahmen beheben konkrete Schwächen, während zusätzliche Angebote wie Studienberatung oder Lernbegleitung individuell bereitgestellt werden. Persönliche Unterstützung schafft ein förderliches Umfeld und erhält Motivation und Beteiligung.

## 5.3 Ethische und gesellschaftliche Überlegungen

Dieser Abschnitt konzentriert sich auf ethische und gesellschaftliche Fragen der GenAI-Nutzung in der Bildung. Er analysiert Privatsphäre und Datensicherheit sowie Verzerrungen und ihre Verringerung, besonders mit Blick auf ein gerechtes Lernumfeld. Hinzu kommen Rechenschaftspflicht, Transparenz und Urheberrecht bei KI-Inhalten. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Autonomie von Lehrkräften und Lernenden im Umgang mit GenAI.

### a. Privatsphäre und Datensicherheit

Verschiedene Strategien helfen, Datenschutzfragen zu bewältigen und Lernendendaten zu schützen. Den Anfang bilden Präsenzschulungen zu Vorschriften und bewährten Verfahren, um das ethische Bewusstsein von Lehrkräften zu stärken und gängige Schutzmaßnahmen zu vermitteln. Anschließend ist Transparenz gegenüber Lernenden und Eltern wichtig, damit alle wissen, welche Daten GenAI-Plattformen erhalten. Praktisch bedeutet dies, nur notwendige Daten gezielt zu teilen, sie zu anonymisieren und durch Verschlüsselung und Zugriffskontrollen sicher zu speichern. Regelmäßige Kontrollen der regelkonformen Werkzeugnutzung sind für einen ordnungsgemäßen Betrieb unerlässlich.

Im Folgenden werden drei Hauptbestandteile schulischer Privatsphäre und Datensicherheit betrachtet: Grundsätze der Datenerhebung, Speicherung und Verarbeitung sowie informierte Einwilligung in die Nutzungsrichtlinien.

Gute Praxis stellt sicher, dass alle Beteiligten die Erhebung verstehen und ihr zustimmen. Erfasst werden sollten nur bildungsrelevante Informationen, die unmittelbar zu Lernergebnissen beitragen. Lehrkräfte müssen die Erhebung auf das für festgelegte Ziele Notwendige begrenzen und irrelevante Angaben mit Datenschutzrisiken vermeiden. Anonymisierung entfernt personenbezogene Informationen, damit Einzelne nicht leicht identifizierbar sind. Regelmäßige Überprüfung und Bewertung der Erhebungsverfahren ermöglichen eine Einschätzung ihrer


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Wirksamkeit und Datenschutzkonformität sowie nötige Anpassungen zur Optimierung der Bildungsprozesse.

Lernendendaten müssen auf sicheren Servern mit robusten Schutzmaßnahmen gespeichert werden. Regelmäßige Sicherheitsaudits erkennen und beheben Schwachstellen. Verschlüsselung schützt gegen unbefugten Zugriff und Datenverletzungen: Selbst bei einem Zugriff bleiben Daten ohne Entschlüsselungsschlüssel unlesbar. Sichere Speicherung erfordert außerdem starke Passwörter für Datenbanken und Plattformen. Über einen Authentifizierungsmechanismus darf nur befugtes Personal zugreifen.

Informierte Einwilligung setzt voraus, dass Lehrkräfte den Zweck von Erhebung und Verarbeitung klar erklären. Transparente Kommunikation mit Lernenden und Eltern zeigt, welche Daten erfasst werden und wer sie einsehen kann. Workshops können die Bedeutung von Privatsphäre und Schutzmaßnahmen erläutern und Einwilligungsformulare mit klaren Nutzungsbedingungen bereitstellen. Änderungen der Richtlinien oder Verfahren sind regelmäßig mitzuteilen.

### b. Verzerrungen und Fairness

Bias bezeichnet unfaire oder nicht repräsentative Muster in Datensätzen, die GenAI-Ergebnisse beeinflussen. Ursachen können unvollständige Daten, Stichprobenverfahren oder Stereotype bei der Erhebung sein. Solche Verzerrungen erschweren eine faire Behandlung aller Lernenden. Zur Erkennung müssen die möglichen Arten bekannt sein. Fairness-Metriken sollen ihren Einfluss quantifizieren und Auswirkungen auf Lernergebnisse überwachen. Schulungen zur Bias-Sensibilisierung helfen Lehrkräften, Bedeutung und Gegenmaßnahmen zu verstehen und die Qualität von Trainingsdaten zu prüfen.

Verzerrungen zu verringern ist entscheidend für vielfältige, inklusive Inhalte und ein gerechtes Lernumfeld [17]. Verschiedene Maßnahmen begrenzen unerwünschte Effekte. Ausgehend von manuellen Prüfungen KI-generierter Bewertungen können Lehrkräfte unterschiedliche Perspektiven in den Lehrplan aufnehmen. Modelle nutzen dadurch vielfältige relevante Informationsquellen für Antworten und individuelle Inhalte. Laufende Evaluation und Kalibrierung sichern die Konsistenz und Genauigkeit von Lernzielen.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

### c. Rechenschaftspflicht und Transparenz

Lehrkräfte können Rechenschaft und Transparenz KI-gestützter Entscheidungen auf verschiedene Weise sichern [18]. Zunächst müssen sie Systeme, Algorithmen und Eingangsdaten umfassend verstehen. Empfehlungen sind kritisch auf Bildungsziele und individuelle Bedürfnisse zu prüfen. Erkenntnisse sollten regelmäßig mit anderen Quellen verglichen werden, während die professionelle Urteilskraft im gesamten Entscheidungsprozess erhalten bleibt.

Danach gilt es, die Gründe für GenAI-Entscheidungen zu erklären und Vertrauen zu stärken. Konkrete Beispiele können komplexe Algorithmen verständlicher machen. Lehrkräfte sollten offen über die Rolle von GenAI in Bildungsentscheidungen sprechen, einschließlich Grenzen und Unsicherheiten.

Zusammenarbeit ist ebenfalls wichtig. Lernende und Eltern sollen in Gespräche über Werkzeuge einbezogen werden, damit sie Entscheidungen mitgestalten und sich als Teil des Bildungsprozesses fühlen.

Zur langfristigen Sicherung erreichter Verantwortungsstandards braucht es Überwachungs- und Aufsichtsmechanismen. Systemleistungen, Ergebnisse und Ausgaben sind regelmäßig auf Genauigkeit und Relevanz zu prüfen. Ebenso wichtig ist die laufende Information von Lehrkräften über neue KI-Technologien, um Kompetenzen kontinuierlich weiterzuentwickeln.

### d. Urheberrecht und geistiges Eigentum

Urheberrecht und geistiges Eigentum bei KI-Inhalten bleiben ein wachsendes Problem ohne allgemein akzeptierte Lösung. Da sich Gesetze zwischen Ländern unterscheiden, sind sie vor Ort zu prüfen. Lehrkräfte müssen Materialien aus vertrauenswürdigen, urheberrechtsbewussten Plattformen beziehen und vor Nutzung Lizenzbedingungen und Genehmigungen kontrollieren.

Bei generierten Inhalten sollte die Herkunft angemessen kenntlich gemacht und auf beteiligte GenAI-Algorithmen hingewiesen werden. Dennoch werden Lehrkräfte weiterhin zur eigenen Erstellung origineller Inhalte ermutigt, um Rechtsprobleme zu vermeiden. Urheberrecht gehört außerdem in den Unterricht, damit Lernende Quellen nennen und Materialien ethisch nutzen können.

Zur Sensibilisierung für Rechte des geistigen Eigentums eignen sich mehrere Ansätze. Angepasste Befragungen und Fragebögen verbessern das Verständnis von Urheberrecht, Patenten und Marken; Interviews geben tiefere Einblicke in Praxis und Bedenken. Spezifische Workshops vermitteln gezielte Kenntnisse zu Rechten und rechtmäßiger Nutzung, wobei Fallstudien und reale Szenarien die Anwendung rechtlicher Grundsätze erleichtern. Diese Maßnahmen fördern Bewusstsein sowie ethische und gesetzeskonforme Nutzung KI-generierter Bildungsinhalte.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

### e. Autonomie von Lehrkräften und Lernenden

GenAI-Werkzeuge müssen sorgfältig in den Unterricht eingebettet werden. Lehrkräfte sind aufgefordert, Folgen der Nutzung und Auswirkungen auf ihre Praxis kritisch zu reflektieren. Gespräche mit Kolleginnen, Kollegen und KI-Fachleuten unterstützen eine verantwortliche, wirksame Umsetzung angesichts ethischer und gesellschaftlicher Risiken. Themen sind etwa pädagogische Passung und die Unterscheidung menschlicher und KI-generierter Ergebnisse. Technikfreie Aufgaben können Verbindung, Zusammenarbeit und eigenständige Wissens- und Kompetenznachweise ohne GenAI fördern.

Die nächste Herausforderung ist, Integration und autonome Unterrichtsentscheidungen auszubalancieren. GenAI muss im Alltag stets Ergänzung statt Ersatz der Lehrtätigkeit sein. Ihre Hilfe soll mehr individuelle Anleitung und Begleitung ermöglichen. Lehrkräfte müssen KI-Erkenntnisse für Bedürfnisse und Bildungsziele interpretieren und kontextualisieren, unter Berücksichtigung von Beteiligung und unterschiedlichen Lernstilen. Individuelle Bedürfnisse und Lehrkräfteautonomie lassen sich nur durch aktive Einbindung der Lernenden in den KI-gestützten Prozess wahren.

Zur Stärkung der Lernenden sollten Lehrkräfte Selbstständigkeit durch unabhängige Lerngelegenheiten und GenAI-Ressourcen fördern. Aufgaben sollen eigenständige Themenerschließung und ein Umfeld für Erkundung und Experimente ermöglichen, mit praktischen Tätigkeiten und realen Anwendungen. GenAI ergänzt dies durch breiten Informationszugang und personalisierte Erfahrungen. Die Verbindung pädagogischer Expertise und KI-Erkenntnisse kann umfassend unterstützen, Ergebnisse verbessern und auf Erfolg in einer KI-geprägten Welt vorbereiten.

Schließlich müssen Lernende ethische Entscheidungen zur GenAI-Nutzung und den Umgang mit möglichen Dilemmata lernen. Lehrkräfte sollten ethische Diskussionen integrieren und zur Prüfung von Folgen und gesellschaftlichem Einfluss anregen.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

## 5.4 Perspektiven von Lehrkräften

Da GenAI-Anwendungen erst wenige Jahre existieren, gibt es noch wenige Studien über ihren Bildungseinfluss. „A critical *review of GenAI policies in higher education assessment: a call to reconsider the "originality" of* students' work" [19] gibt einen interessanten Überblick über erste Reaktionen der Einrichtungen. Schulen reagierten zunächst beunruhigt: Lernende könnten hauptsächlich Aufsätze und Antworten erstellen lassen und damit nicht authentische, möglicherweise plagiierte Arbeiten abgeben. GenAI-Nutzende hätten so einen unfairen Vorteil gegenüber anderen.

Weitere Bedenken betrafen gerechten Zugang, Datensicherheit, Verzerrungen und Falschnachrichten. *„Generative AI in education - Call for Evidence: summary* of responses" des britischen Bildungsministeriums [20] bietet Einblick in Erfahrungen früh einsteigender Lehrkräfte: 44% aus weiterführenden Schulen und 33% aus dem Hochschulbereich. Die Fragen umfassten vier Gruppen:

- Nutzungserfahrungen: gegenwärtiger Einsatz durch Lehrkräfte und Einrichtungen, wesentliche Herausforderungen und Auswirkungen oder Ergebnisse;
- Chancen: Möglichkeiten zur Verbesserung von Bildung sowie geeignete Fächer und Bereiche;
- Bedenken und Risiken: Sichtweisen zu Ethik, Privatsphäre und Datensicherheit;
- Voraussetzungen und Zukunftserwartungen: künftige Rolle und gewünschte Unterstützung des Bildungssektors zur erfolgreichen Nutzung.

Die Antworten zeigten überwiegend Materialerstellung, aber auch Unterrichts- und Lehrplanplanung, Verwaltung, automatische Benotung und Rückmeldungen zu Arbeiten. Am häufigsten genutzt wurden OpenAI ChatGPT, Google Bard, Midjourney, Claude, Dall-E und Canva. Alle berichteten Vorteile wie höhere Wirksamkeit durch gewonnene Lehrkräftezeit. Lernende zeigten mehr Beteiligung und profitierten von Zugänglichkeit und Inklusion. Sorgen betrafen vor allem übermäßige Abhängigkeit, akademisches Fehlverhalten sowie Datenschutz- und Privatsphärenrisiken.

Mehrere Herausforderungen bleiben: Lernende müssen Informationen kritisch prüfen, filtern und bewerten, Desinformation erkennen und Informationsüberlastung bewältigen. Dafür und zur Vermittlung dieser Kompetenzen brauchen Lehrkräfte zunächst selbst geeignete Qualifizierung. Digitale Kompetenzen gehören entsprechend Fach und Bedarf zur beruflichen Entwicklung, damit Technik wirksam und kreativ zur Aktivierung und Motivation eingesetzt wird. Gleichzeitig müssen Lehrkräfte befähigt und


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

motiviert werden, innovative Methoden anzunehmen und hochwertige digitale Inhalte zu erstellen. Koordination zwischen Bildungsanbietern, Arbeitgebern und Lernenden ist entscheidend, weil sie die Arbeitsmarktvorbereitung von Absolventinnen und Absolventen oft unterschiedlich einschätzen. Einrichtungen sollten daher flexibel Attraktivität und eine starke arbeitsbezogene Lernkomponente verbinden, möglichst in einem dualen System.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# 6. Schlussbetrachtung: Optimismus und Bedenken ausbalancieren

Die meisten Befragten der Studie [20] waren optimistisch hinsichtlich zukünftiger GenAI-Bildungsanwendungen. Einige waren jedoch sehr besorgt und sahen größere Risiken als Vorteile. Zentrale Bedenken sind:

- Verzerrte Informationen: GenAI-Modelle reagieren empfindlich auf kulturelle oder ethnische Vorurteile in Trainingsdaten.
- Unzutreffende und irreführende Informationen: durch fehlerhafte Trainingsmaterialien, deren Herkunft nicht immer bekannt ist.
- Plagiate: Ausgaben missachten häufig Urheberrechte ursprünglicher Inhalte- und Kunstschaffender.

Viele Schulen reagierten mit Verboten und Werkzeugen zur Erkennung akademischen Fehlverhaltens, teils sogar unterschriebenen „Originalitätserklärungen“. Obwohl gute Antiplagiatwerkzeuge existieren, entwickelt sich GenAI so schnell, dass Plagiate in ihren Inhalten immer schwerer erkennbar werden. Letztlich erwiesen sich diese Maßnahmen überwiegend als nutzlos und Verbote als schwer durchsetzbar.

Statt Verbote auszusprechen sollten Hochschulen und weiterführende Schulen „Originalität“ neu prüfen und definieren und GenAI bestmöglich zum Nutzen von Lernenden und Lehrenden einbeziehen. Menschliche Texterzeugung ähnelt schließlich GenAI, da sie auf Assoziationen zu Gelesenem oder Gehörtem beruht. Bald könnte die Grenze zwischen Mensch und KI kaum sinnvoll bestimmbar sein. Positiv erleichtern Werkzeuge schriftliche Aufgaben, ersetzen aber nicht Urteilsfähigkeit und tiefes Fachwissen menschlicher Fachleute.

Technisch lassen sich viele Probleme durch gute Praxis begrenzen: unvorhersehbare Genauigkeit und Vertrauenswürdigkeit, Verstärkung bestehender ethnischer oder geschlechtlicher Verzerrungen, Halluzinationen als falsche oder irreführende Inhalte außerhalb der Trainingsdaten sowie Plagiate mit Fragen von Urheberrecht und Urheberschaft. Dafür gelten folgende Schritte [21]:

- Alle generativen KI-Inhalte für Nutzende und Konsumierende klar kennzeichnen.
- Die Genauigkeit erzeugter Inhalte gegebenenfalls anhand von Primärquellen prüfen.
- Berücksichtigen, wie Verzerrungen in KI-Ergebnisse einfließen können.
- Qualität von KI-Code und -Inhalten mit anderen Werkzeugen gegenprüfen.
- Stärken und Grenzen jedes GenAI-Werkzeugs kennenlernen.
- Typische Fehler in Ergebnissen verstehen und Wege zur Abhilfe entwickeln.

Für eine angemessene Bildungsintegration müssen Lernende zudem sicher und altersgerecht auf neue Technologien vorbereitet werden. Zu vermitteln sind Fähigkeiten wie: Anpassung an disruptive und


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

ermöglichende Technologien; Organisation und Bewertung von Internetinformationen; Verständnis von Grenzen, Zuverlässigkeit und Verzerrungen der GenAI; wirksame Prompts und Ergebnisprüfung; sichere, verantwortliche Erstellung und Nutzung digitaler Inhalte; Verständnis geistigen Eigentums sowie Schutz der eigenen Person und anderer vor schädlichen oder irreführenden Onlineinhalten.

Die Studie [20] sieht außerdem klaren Bedarf an mehr staatlicher Unterstützung für sichere, wirksame Nutzung durch Schulungen, Leitlinien, bessere digitale Infrastruktur und weitere Datenschutzregelungen. Systematischer Kompetenzaufbau und Ausbildung zur pädagogischen KI-Nutzung sind sowohl vor Berufseintritt als auch berufsbegleitend erforderlich. KI wird Lehrkräfte möglicherweise nie vollständig ersetzen; Lehrkräfte, die KI nutzen, werden jedoch definitiv jene ersetzen, die sie nicht nutzen.


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

# Literaturverzeichnis

[1] European Commission, “Artificial Intelligence for Europe”, 2018. Online verfügbar:

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237&from=EN

[2] D. Stojanović, O. Pronić-Rančić, N. Stojanović, D. Rančić and M. Milojković, "Employer Requirements for Graduate Competencies in Applied Artificial Intelligence," *2023 16th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)*, Nis, Serbia, 2023, pp. 299-303, doi: 10.1109/TELSIKS57806.2023.10315726.

[3] R. Vuorikari, S. Kluzer and Y. Punie, “DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens“, 2022. Online verfügbar:

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415

[4] European Commission, “Digital education action plan 2021-2027: resetting education and training for the digital age”, 2020. Online verfügbar:

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624

[5] European Commission, White Paper: “On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust”, 2020. Online verfügbar: https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf

[6] European Commission, “Ethics Guidelines for Trustworthy AI”. 2019. Online verfügbar:

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai

[7] Online verfügbar: https://www.flexos.work/learn/generative-ai-top-150

[8] Gligorea, Ilie, Marius Cioca, Romana Oancea, Andra-Teodora Gorski, Hortensia Gorski, and Paul Tudorache. 2023. "Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review" Education Sciences 13, no. 12: 1216., https://doi.org/10.3390/educsci13121216

[9] Tumaini Kabudi, Ilias Pappas, Dag Håkon Olsen, AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature, Computers and Education: Artificial Intelligence,

Volume 2, 2021, 100017, ISSN 2666-920X, https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017.

[10] Breaking Down Barriers With Artificial Intelligence (AI): Cross-Cultural Communication in Foreign Language Education. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/373842132_Breaking_Down_Barriers_With_Artificial_Intelligence_AI_Cross-Cultural_Communication_in_Foreign_Language_Education [abgerufen am 20. Februar 2024].


Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772
Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

[11] Das, Amit & Malaviya, Sanjeev & Singh, Manpreet. (2023). The Impact of AI-Driven Personalization on Learners' Performance. International Journal of Computer Sciences and Engineering. 11. 15-22. 10.26438/ijcse/v11i8.1522.

[12] Tonbuloğlu, B. (2023). An evaluation of the use of artificial intelligence applications in online education. Journal of Educational Technology & Online Learning, 6(4), 866-884.

[13] Anna Y.Q. Huang, Owen H.T. Lu, Stephen J.H. Yang, Effects of artificial Intelligence–Enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom, Computers & Education, Volume 194,2023,104684,ISSN 0360-1315,https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104684.

[14] Chaitali Diwan, Srinath Srinivasa, Gandharv Suri, Saksham Agarwal, Prasad Ram,

AI-based learning content generation and learning pathway augmentation to increase learner engagement, Computers and Education: Artificial Intelligence, Volume 4, 2023, 100110, ISSN 2666-920X, https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100110.

[15] Seo, K., Tang, J., Roll, I. et al. The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning. Int J Educ Technol High Educ 18, 54 (2021). https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9

[16] Shiao, YT., Chen, CH., Wu, KF. et al. Reducing dropout rate through a deep learning model for sustainable education: long-term tracking of learning outcomes of an undergraduate cohort from 2018 to 2021. Smart Learn. Environ. 10, 55 (2023). https://doi.org/10.1186/s40561-023-00274-6

[17] González-Sendino, Rubén & Serrano, Emilio & Bajo, Javier & Novais, Paulo. (2023). A Review of Bias and Fairness in Artificial Intelligence. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. In press. 1. 10.9781/ijimai.2023.11.001.

[18] Bahar Memarian, Tenzin Doleck, Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics (FATE) in Artificial Intelligence (AI) and higher education: A systematic review,Computers and Education: Artificial Intelligence,Volume 5,2023,100152,ISSN, 2666-920X,https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152.

[19] Jiahui Luo, "A critical review of GenAI policies in higher education assessment: a call to reconsider the "originality" of students' work", Assessment & Evaluation in Higher Education, 2024, DOI: 10.1080/02602938.2024.2309963

[20] UK Department for Education, "Generative AI in education - Call for Evidence: summary of responses", November 2023, Online verfügbar: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65609be50c7ec8000d95bddd/Generative_AI_call_for_evidence_summary_of_responses.pdf

[21] Online verfügbar: https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/generative-AI


Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.

Projektreferenz: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000161772

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. Der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur wider. Weder die Europäische Union noch die Förderinstitution können dafür verantwortlich gemacht werden.