



AI PIONEERS

Artificial Intelligence in education & training

Leitlinien für die Gestaltung eigener KI-Projekte und-Initiativen

Francesco Tommasi, University of Verona – Carvet (Autor)

Marco Perini, University of Verona – Carvet (Autor)

Cassandra Wubbels, University of Verona (Editor)

Riccardo Sartori, University of Verona – Carvet (Editor)



**Kofinanziert von der
Europäischen Union**

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. WAS SIE FÜR DIE GESTALTUNG IHRES KI-PROJEKTS WISSEN MÜSSEN	5
1.1 Das Projekt AI PIONEERS	5
1.2 Methodische Vorgehensweise des Arbeitspakets 4	7
1.3 Highlights und Leitlinien	8
KI IN DER BILDUNG – TECHNOLOGIEN	8
INTEGRATION VON KI IN DIE BILDUNG	8
Nutzen.....	8
RISIKEN.....	9
LEITLINIEN	9
2. LITERATURE REVIEW zum Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Bildung	12
2.1 Einleitung	12
2.2 Methodische Herangehensweise	14
2.2.1 Verfahren der Datenerhebung.....	15
2.2.2 Datenerfassung	17
2.3 Ergebnisse	17
2.3.1 Überblick über die extrahierten Items	17
2.3.2 Werkzeuge und Anwendungen künstlicher Intelligenz	20
2.3.3 Beispiele guter Praxis	22
2.3.4 Stärken und Schwächen des Einsatzes von KI in der Bildung	24
2.4 Diskussion	27
2.4.1 Einblicke in den Einsatz von KI in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung	27
2.4.2 Beschränkungen und zukünftige Forschung.....	29
3. Qualitative Untersuchung	31
3.1 Einleitung	31
3.2 Methodische Herangehensweise.....	32
3.3 Ergebnisse	33
Literatur	48
Danksagung.....	53

Zusammenfassung

Fortschritte in der künstlichen Intelligenz (KI) haben unsere Zeit mit anhaltenden Revolutionen in allen Bereichen des individuellen Lebens geprägt, auch in der Bildung. Über den sozialen Bereich hinaus hat diese exponentielle Entwicklung Akademiker und Nicht-Akademiker, Lehrer, Ausbilder und Praktiker im Allgemeinen veranlasst, zu experimentieren und sich vorzustellen, wie KI die Aus- und Weiterbildung verändert. Der vorliegende Bericht zielt darauf ab, ein Verständnis für die bestehenden Perspektiven auf den Einsatz von KI in der Erwachsenenbildung und in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zu vermitteln, um zu verstehen, wie sie im Bildungssektor integriert werden kann.

Um dieses Ziel zu erreichen, fasst der vorliegende Bericht die Ergebnisse von zwei Forschungsaktivitäten zusammen, die im Rahmen des Arbeitspakets 4 des AI-Pioneers-Projekts durchgeführt wurden. Das Arbeitspaket wurde von der Universität Verona koordiniert und in Zusammenarbeit mit allen Projektpartnern durchgeführt. Um zu verstehen, wie KI den Bildungssektor und insbesondere die Erwachsenenbildung und die Berufsbildung verändern kann, bedarf es eines Forschungsansatzes, der an der Schnittstelle zwischen akademischer und praktischer Perspektive steht. Aus diesem Grund haben wir zwei Hauptforschungsaktivitäten durchgeführt, nämlich: Eine Literaturrecherche über den Einsatz von KI in der Bildung und eine große länderübergreifende qualitative Studie über den Einsatz und die Perspektiven von Lehrkräften auf KI in der Bildung.

Der vorliegende Bericht enthält die endgültigen Ergebnisse zum Einsatz von KI in der Bildung und berichtet über die beiden durchgeführten Forschungsaktivitäten. Im ersten Kapitel enthält der Bericht a) eine Beschreibung des Projekts und der Methodik des Arbeitspakets 4 und b) Hervorhebungen der Ergebnisse mit einer kurzen Beschreibung der wichtigsten Ergebnisse der beiden Forschungsaktivitäten. Dieses Kapitel soll einen praktischen Leitfaden für Lehrkräfte und Ausbilder bieten, die daran interessiert sind, KI in der Bildung zu verstehen und KI in die Bildung zu integrieren.

Das zweite Kapitel enthält die Literatur, d.h. die erste durchgeführte Studie. In dieser Studie beziehen wir uns auf bestehende Übersichtsarbeiten der Literatur und Perspektiven von Wissenschaftlern zum Einsatz von KI angesichts des spärlichen empirischen Wissens über den Einsatz von KI in der Bildung. Darüber hinaus verweisen wir angesichts der geringen Anzahl von Studien in der

Erwachsenenbildung und der beruflichen Aus- und Weiterbildung auf den Einsatz von KI in der Bildung im Allgemeinen.

Das dritte Kapitel enthält die durchgeführte qualitative Studie, d.h. die zweite Studie, die für das Arbeitspaket Nr. 4 durchgeführt wurde. Die Partner arbeiteten an der Durchführung dieser Studie mit, indem sie Interviews und Fokusgruppen mit Trainern und Lehrern aus dem Bereich der Berufs- und Erwachsenenbildung durchführten, um ihre Perspektiven auf den Einsatz von KI und deren Integration zu sammeln.

Zusammengenommen bietet das Dokument einen umfassenden Leitfaden für die Integration von KI in die Erwachsenenbildung und in die berufliche Aus- und Weiterbildung. Ziel des Berichts ist es, die Vorbereitung von Trainern und Lehrern zu unterstützen, KI-Konzepte in Ihrem Unterricht einzubringen und gleichzeitig Risiken durch ethische und durchdachte Integration zu mindern.

1. WAS SIE FÜR DIE GESTALTUNG IHRES KI-PROJEKTS WISSEN MÜSSEN

1.1 Das Projekt AI PIONEERS

Das Projekt "AI Pioneers" im Rahmen des zukunftsorientierten Projekts ERASMUS+ ist eine vielschichtige Initiative, die darauf abzielt, künstliche Intelligenz (KI) in die Bildung, insbesondere in die Erwachsenenbildung und die berufliche Aus- und Weiterbildung, zu integrieren.

Das Projekt konzentriert sich auf verschiedene Aspekte:

Auswirkungen von KI auf die Bildung: Das Projekt erkennt die transformative Kraft von KI in allen wirtschaftlichen und sozialen Sektoren, einschließlich der Bildung, an. Es ist anerkannt, dass KI das Erreichen globaler Bildungsziele beschleunigen kann, indem sie Barrieren für den Zugang zum Lernen abbaut, Managementprozesse automatisiert und Methoden optimiert, um die Lernergebnisse zu verbessern. Die strategischen Prioritäten des Europäischen Aktionsplans für digitale Bildung stehen im Einklang mit den Zielen des Projekts, zu denen die Entwicklung eines leistungsstarken digitalen Bildungsökosystems und die Verbesserung der digitalen Kompetenzen für den digitalen Wandel gehören.

Referenznetzwerk von KI-Pionieren: Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist die Etablierung eines Referenznetzwerks von KI-Pionieren, bestehend aus Trainern, Interessenvertretern, politischen Entscheidungsträgern und Bildungsplanern. Dieses Netzwerk wird als Drehscheibe für die Förderung und den Unterricht von KI in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung dienen und als Bezugspunkt für die Konzeption und Umsetzung künftiger KI-bezogener Bildungsprojekte auf verschiedenen Ebenen dienen.

Ergänzung zum DigCompEDU-Framework: Ein weiteres Ziel ist es, eine Ergänzung zum DigCompEDU-Framework zu entwickeln, die die Fähigkeiten und Kompetenzen von Pädagog:innen in Bezug auf KI in der Bildung skizziert.

Entwicklung von Ressourcen: Das Projekt zielt darauf ab, Empfehlungen, Toolkits und Implementierungsrichtlinien für KI-Strategien, sowohl auf organisatorischer als auch auf systemischer Ebene zu erstellen. Diese Ressourcen werden verbreitet, um den Einsatz von KI in der allgemeinen und beruflichen Bildung zu fördern.

Ethische Leitlinien für den Einsatz von KI: Das Projekt wird sich auch auf die Entwicklung von Leitlinien für den ethischen und vertrauenswürdigen Einsatz von KI in der Bildung konzentrieren, im Einklang mit der bestehenden EU-Politik. Dazu gehört auch die Erstellung eines Evaluierungsschemas und die Erprobung dieser Leitlinien in der Praxis.

Verbreitung und Mainstreaming: Das Projekt legt großen Wert auf die Verbreitung der Ergebnisse und die Verbreitung der Ergebnisse in der breiteren Bildungslandschaft. Dazu gehört die Einbeziehung der Teilnehmer in die Projektaktivitäten und die Verbreitung der Projektergebnisse an andere Bildungsanbieter, Organisationen, politische Entscheidungsträger und Planer.

Projektmanagement und Wirkungsanalyse: Das Projektkonsortium, das sich aus verschiedenen Organisationen zusammensetzt, wird das Projekt durch einen strukturierten Ansatz leiten und so eine reibungslose Entwicklung und Umsetzung gewährleisten. Im Rahmen einer Wirkungsanalyse werden die Auswirkungen des Projekts auf die Zielgruppen auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene gemessen.

Projektpartner

- ITB, Universität Bremen, (Deutschland) Koordinator
- TecMinho (Portugal)
- Active Citizens Partnership (Griechenland)
- **CARVET, Universität Verona (Italien) – Verantwortlich für das Arbeitspaket Nr. 4**
- Universität des Baskenlandes (Spanien)
- Pontydysgu (Spanien)
- European Distance and E-Learning Network (Estland)
- BIBB, Bundesinstitut für Berufsbildung (Deutschland)
- Zentrum für soziale Innovation (Zypern)
- CNOS-FAP Verband (Italien)

1.2 Methodische Vorgehensweise des Arbeitspakets 4

Mit dem Projekt AI-Pioneers wird darauf abgezielt, Werkzeuge und Ressourcen zum Thema KI in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung zu entwickeln, um nicht nur KI-Pioniere zu unterstützen, sondern alle, die in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung tätig sind, einschließlich Forschern, Managern, politischen Entscheidungsträgern und Planern. Arbeitspaket 4, das von der Universität Verona geleitet wird, zielt darauf ab, Best Practices auf globaler Ebene für den Einsatz von KI in der Bildung in Bereichen im Zusammenhang mit dem beruflichen Engagement zu identifizieren und zu analysieren. Digitale Ressourcen, Lehren und Lernen, Bewertung, Befähigung der Lernenden und Erleichterung der digitalen Kompetenz der Lernenden bilden T4.1. Dazu gehören eine Literaturrecherche zu KI und Bildung (Studie 1, siehe Kapitel 2) sowie Interviews mit Zielgruppen (Lehrkräfte, Ausbilder und Leiter von Schulen/Berufsbildungszentren) (Studie 2, siehe Kapitel 3). Die Projektgestaltung wird als Schlüssel für den verstärkten Einsatz von KI in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung angesehen, da dies ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Verankerung ihrer Umsetzung in der Praxis ist. Diese ersten Arbeiten im Rahmen des Arbeitspakets führen zur Entwicklung von Schlüsselressourcen: Ein Toolkit (T4.2), offene Bildungsressourcen (T4.3) und Szenarien (T4.4). Diese Ressourcen werden in allen Partnersprachen verfügbar sein.

1.3 Highlights und Leitlinien

KI IN DER BILDUNG – TECHNOLOGIEN

- KI ist eine transformative Kraft in der Bildung, die erhebliche Auswirkungen auf mehrere Bildungssektoren hat, z. B. die Erwachsenenbildung und die berufliche Aus- und Weiterbildung;
- Technologien wie Intelligent Tutor Systems (ITS), Machine Learning (ML), Natural Language Processing (NLP), Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) bieten Möglichkeiten, das Lehren und Lernen zu verbessern.

INTEGRATION VON KI IN DIE BILDUNG

- Um KI in die Bildung zu integrieren, sollten Lehrkräfte und Ausbilder den Grundsätzen der Personalisierung, Effizienz, Zugänglichkeit, Inklusion und des Potenzials für bessere Lernergebnisse folgen.
- ITS, ML, NLP, VR und AR sind heute die am weitesten verbreiteten KI-Technologien.
- Zu den bewährten Verfahren gehört die Schaffung einer hierarchischen Struktur für die Gestaltung von Bildungsinhalten und Modulen der KI.

Nutzen

- Vorteile für die Schüler sind: maßgeschneiderte Nachhilfesysteme; Problemlösungsfähigkeiten, hohe kognitive Fähigkeiten und verbesserte Motivation.
- Lehrer und Ausbilder spielen eine wichtige Rolle bei der Durchführung erheblicher Veränderungen, mit einer Verringerung der Aufgaben aufgrund der Automatisierung von Beurteilungen und mehr Möglichkeiten, sich auf die Erklärung von Konzepten zu konzentrieren.
- KI kann Daten über Schüler sammeln und analysieren, in die Leistungsbewertung unterstützen kann.
- Die Implementierung von KI in Bildungseinrichtungen würde durch die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben zu erheblichen Kostensenkungen führen und die Qualität der Bildung verbessern.
- Die bessere Zugänglichkeit und Flexibilität der Bildung würde zu einem Anstieg der Schülerzahlen führen.

RISIKEN

- Um den Erfolg dieser Transformationen zu gewährleisten, wird die Notwendigkeit betont, sowohl Schülern als auch Lehrern angemessene Schulungen zu diesen neuen Technologien anzubieten und ethische und datenschutzrechtliche Fragen gründlich zu behandeln.

LEITLINIEN

Die folgenden Leitlinien wurden auf der Grundlage von Daten entwickelt, die durch Literaturrecherche und Analyse von Interviews mit Praktikern gesammelt wurden. Ziel ist es, einen Rahmen für die erfolgreiche und ethische Integration von KI in die Bildung zu schaffen, der sich auf positive Aspekte konzentriert und gleichzeitig potenzielle Herausforderungen und Bedenken berücksichtigt.

- **Priorisieren Sie Personalisierung und schülerzentrierte Ansätze:**

Nutzen Sie KI, um personalisierte Nachhilfe, maßgeschneiderte Unterrichtsstrategien und Aktivitäten anzubieten, die auf einzelne Lernende zugeschnitten sind. Konzentrieren Sie sich darauf, KI zu nutzen, um auf die individuellen Bedürfnisse und Eigenschaften jedes Schülers einzugehen.

- **Motivation und Engagement fördern:**

Implementieren Sie KI-Tools, die zu mehr Motivation und Engagement beitragen, insbesondere in MINT-Fächern. Gestalten Sie Bildungserfahrungen, die das Interesse der Schüler wecken und ein positives Lernumfeld fördern.

- **Steigern Sie die Effizienz bei der Bewertung für Pädagog:innen:**

Integrieren Sie KI-Tools, um die Bewertungsprozesse für Lehrkräfte und Ausbilder zu rationalisieren und effizienter zu gestalten. Auch hier entsteht ein Zeitvorteil, der an anderer Stelle gewinnbringend für die Unterrichtsqualität aufgewendet werden kann.

- **Nutzen Sie datengestützt erhobene Erkenntnisse:**

Nutzen Sie die Leistungsfähigkeit der Datenerfassungs- und Analysefunktionen der KI, um wertvolle Einblicke in die Lerngewohnheiten und Lernprozesse von Schülern zu gewinnen. Nutzen Sie diese Informationen, um Unterrichtsansätze aufzubereiten.

- **Implementieren Sie Strategien zur frühzeitigen Intervention:**

Nutzen Sie KI für Monitoring, um Schüler zu identifizieren, die inhaltlich abgehängt werden. Daraus können frühe Intervention initiiert werden.

- **Gewährleistung von Barrierefreiheit und Inklusion:**

Konzentrieren Sie sich bei der Implementierung von KI darauf, Bildung zugänglicher und inklusiver zu machen. Stellen Sie Lernmaterialien zur Verfügung, die zu jeder Zeit und an jedem Ort verfügbar sind, um sicherzustellen, dass alle Schüler am Unterricht teilnehmen können.

- **Bewältigen Sie technische und schulungsbezogene Herausforderungen:**

Gehen Sie Herausforderungen im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von technischer Ausrüstung, Personal und dem Bedarf an Schulungen proaktiv an. Stellen Sie sicher, dass es angemessene Unterstützung und Ressourcen für eine erfolgreiche KI-Integration gibt.

- **Förderung von Transparenz und ethischen Überlegungen:**

Priorisieren Sie Transparenz bei der Nutzung von KI-Tools, insbesondere solcher, die von privaten Einrichtungen bereitgestellt werden. Implementieren Sie ethische Überlegungen, um Probleme im Zusammenhang mit Vorurteilen, kultureller Sensibilität und Datenschutz auszuschließen. Stellen Sie sicher, dass Schüler und Lehrkräfte über die Funktionsweise und ihre Auswirkungen von KI-Tools informiert sind.

- **Aufbau eines Netzwerks von Kooperationen:**

Pflegen Sie Beziehungen sowohl zu öffentlichen Einrichtungen als auch zu autonomen Initiativen von Lehrkräften, um ein Netzwerk von Kooperationen aufzubauen. Dies wird zu einer größeren Flexibilität bei der Organisation von Schulungen führen.

Aktive Einbindung von Verwaltungsbehörden:

Förderung einer engen Zusammenarbeit mit den Verwaltungsorganen von Schulen und Einrichtungen. Dies kann die Koordination und Verwaltung von Bildungsaktivitäten erleichtern.

- **Suche nach Unterstützung durch staatliche Programme:**

Aufrechterhaltung der Sensibilität und Aufmerksamkeit für die Richtlinien staatlicher Programme und Integration von Bildungszielen mit nationalen Initiativen, um die Übereinstimmung mit den Vorschriften zu gewährleisten.

- **Förderung der Flexibilität:**

Schließlich ist es wichtig, dass KI-Einsatzkonzept flexibel aufzubauen, um schnell auf sich wandelnde Bedürfnisse des Bildungsumfelds reagieren zu können.

2. LITERATURE REVIEW zum Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Bildung

2.1 Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) prägt zunehmend alle Kernbereiche des Interesses an Bildung und Ausbildung. Da sie als Bildungsdisziplin (z. B. in der digitalen Technik) und als Werkzeug für die Bildung an der Schnittstelle steht, stellt der jüngste Fortschritt in der KI eine Realität für alle einzelnen Bereiche dar, die formelle und informelle Wege der Bildung beeinflusst und gestaltet. Während dieses gesellschaftliche Bestreben begrüßt wird, ist es auch von entscheidender Bedeutung, ein erstes Verständnis dafür zu schaffen, wie KI in der Bildung in naher Zukunft aussehen und wie sie sich auf die Erwachsenenbildung und die berufliche Bildung auswirken kann.

In der Vergangenheit war der Mensch immer wieder von der Idee fasziniert, intelligente Artefakte zu schaffen. Nach John McCharty (2007, S. 2) ist KI "the science and engineering of creating intelligent machines, especially intelligent computer programs. [It] relates to activities such as using computers to understand human intelligence, but AI should not be confined to methods that are biologically observable". KI ist also ein Bereich der Informatik, der sich mit der Entwicklung von Mechanismen befasst, die in der Lage sind, Aufgaben auszuführen, die routinemäßig menschliche Intelligenz erfordern: Der Zweck der Informatik besteht nämlich in der Schaffung von Systemen, die in der Lage sind, zu lernen, zu denken, wahrzunehmen und die menschliche Sprache zu verstehen und dementsprechend Entscheidungen zu treffen. Sie ergibt sich aus der Kombination von Algorithmen, statistischen Modellen, maschinellen Lerntechniken, neuronalen Netzen und anderen Methoden, um einige der menschlichen kognitiven Fähigkeiten zu simulieren oder zu reproduzieren. Es überrascht nicht, dass sich die KI problemlos auf jeden Bereich des gesellschaftlichen Lebens anwenden lässt, z. B. auf die Bildung, indem sie die bloße Natur eines Menschenbildes oder den Wunsch eines bestimmten Fachgebiets erweitert. KI-Werkzeuge beziehen sich auf spezifische Anwendungsbereiche (z. B. generative künstliche Intelligenz für Gespräche), die den wissenschaftlichen Zweck der Computertechnik erweitern.

Der Bildungssektor ist Teil der zahlreichen Anwendungen von KI, wobei das erste intelligente Tutorensystem, das von Schülern beim Lernen von Geografie eingesetzt wurde, auf die frühen 70er Jahre zurückgeht. Heutzutage werden im Bildungs- und Ausbildungssektor neue KI-Robotersysteme und Chatbots eingesetzt, um Lern- und Ausbildungstechniken zu fördern, was neue Fragen zur

Zukunft der Bildung selbst aufwirft (Luan et al., 2020). KI erneuert die bloßen Begriffe Ausbildung und Bildung oder gibt zumindest den Anstoß, Bildung und Ausbildung neu zu interpretieren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Bildung und Ausbildung die Verwendung von Hilfsmitteln und Strategien (Lehr- und Ausbildungsstrategien) für die Verbreitung und den Aufbau von Bildungsinhalten mit dem Ziel der Entwicklung der Fähigkeiten, des Wissens und der Fertigkeiten eines Individuums in einem bestimmten Bereich beinhaltet (Aguinis & Kraiger, 2009). Letztendlich wirkt sich die ständige exponentielle Entwicklung offener und leicht zugänglicher KI-Tools auf die Bildung als neue (digitale) Geräte und Strategien für die Verbreitung und den Aufbau von Bildungsinhalten aus.

In der Fachliteratur haben Wissenschaftler und Praktiker eine solche Neuinterpretation des Bildungssektors in Betracht gezogen. Wissenschaftler haben verschiedene Forschungsstudien durchgeführt (z. B. empirische Studien, Literaturübersichten und konzeptionelle Beiträge), um die Auswirkungen spezifischer KI-Tools in bestimmten Fachbereichen (z. B. im medizinischen Bereich) zu untersuchen. Die Literatur ist beispielsweise reich an Literaturübersichten, in denen die Rolle spezifischer KI-Robotersysteme für die medizinische Ausbildung erörtert wird, während in konzeptionellen Beiträgen die Rolle der KI für die Zukunft der Ausbildung diskutiert wird. Trotz der wertvollen Bemühungen, die in der Literatur zu finden sind, bleiben die Fragen, wie KI die Ausbildung im Allgemeinen verändert, unbeantwortet. So bleibt beispielsweise das Verständnis a) der Art und Weise, wie Bildung durch KI verknüpft und verändert wird, b) der Arten von Technologien, die in der Bildung eingesetzt werden, und c) der Erkenntnisse über bewährte Verfahren auf bestimmte Bereiche beschränkt.

Der vorliegende Artikel versucht, das Verständnis der Auswirkungen von KI in der Erwachsenen- und Berufsbildung zu verbessern, indem er eine Synthese der bestehenden Perspektiven zum Einsatz von KI in der Bildung vornimmt. Unser übergeordnetes Ziel ist es, eine Karte der Auswirkungen von KI in der Bildung zu erstellen, um eine erste Grundlage für Forschung und Praxis zu schaffen. Mit Hilfe der Methode der systematischen Literaturrecherche versucht das vorliegende Papier, die folgende Frage zu beantworten: Welches Wissen und welche Evidenzbasis gibt es über den Einsatz von KI in der Aus- und Weiterbildung? In Anbetracht der großen Anzahl von Literaturübersichten und konzeptionellen Papieren beschränkt sich die vorliegende Untersuchung auf diese spezifische Art von Forschung, um einen Überblick über die bestehenden Perspektiven zu KI in der Bildung zu geben. Die Synthese dient dazu, eine umfassende und ganzheitliche Perspektive zu formulieren, die

erste Antworten auf die Fragen geben kann, a) welche KI-Technologien in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden, b) welche Anwendungen und c) welche Best Practices in der Literatur identifiziert wurden. Letztendlich zielt das vorliegende Papier darauf ab, Beiträge zur Implementierung von KI-Technologien im Bereich der Erwachsenen- und Berufsbildung zu liefern. Es ist anzumerken, dass in der vorhandenen Literatur keine ausführlichen Diskussionen über den Einsatz von KI-Technologien in diesem Bereich zu finden sind. Dementsprechend wird unsere Synthese dazu dienen, Hinweise für diese Bereiche zu geben.

Im weiteren Verlauf des Artikels gehen wir wie folgt vor. Zunächst beschreiben wir die Methode, die wir für unsere Synthese der Literaturlauswertungen verwendet haben. Zweitens analysieren und beantworten wir jede unserer Forschungsfragen (z. B. Arten von KI-Technologien, Anwendungen und bewährte Verfahren). Abschließend diskutieren wir unsere Ergebnisse, indem wir zukünftige Forschungsperspektiven und angewandte Implikationen für die allgemeine und berufliche Bildung darlegen.

2.2 Methodische Herangehensweise

In dieser Literaturübersicht beziehen wir uns auf die von Briner und Denyer (2012) vorgeschlagenen methodischen Leitlinien für die Durchführung systematischer Literatur Reviews. Im Gegensatz zu den strengen Kriterien anderer methodischer Ansätze schlagen Briner und Denyer (2012) vor, dass Literaturübersichten in den Organisations-, Sozial- und Bildungswissenschaften bestimmter Prinzipien folgen sollten. Dementsprechend zielt eine systematische Literaturübersicht darauf ab, "to report as accurately as possible what is known and what is not known about the research questions addressed in the review" (Briner, Denyer, & Rousseau, 2009, S. 27). Der Ansatz von Briner und Denyer scheint ein effektiver Ansatz im Bereich der Bildungsforschung zu sein, in dem verschiedene Disziplinen und Perspektiven miteinander verflochten werden. Dieser Ansatz ermöglicht die Erhebung vielfältiger Daten und gibt den Forschern die Flexibilität, die sie benötigen, um die Probleme konsequent zu verstehen. Anstelle starrer Kriterien schlagen Briner und Denyer die Einhaltung von vier Hauptprinzipien vor, die einen stringenten Ansatz gewährleisten: a) Organisation, b) Transparenz, c) Replizierbarkeit und d) Qualität. Erstens muss die Überprüfung nach einem System oder einer Methode durchgeführt werden, die speziell auf die Forschungsfragen der Untersuchung zugeschnitten ist. Um die Transparenz zu gewährleisten, sollte die angewandte Methode klar dargelegt werden, damit andere Forscher die Überprüfung effektiv nachvollziehen können. Schließlich können durch die Synthese die Ergebnisse in Bezug auf die Forschungsfrage(n)

auf strukturierte und organisierte Weise zusammengefasst werden, um Wiederholbarkeit, Glaubwürdigkeit und Relevanz zu ermöglichen.

Nach den Grundsätzen von Briner und Denyer muss eine Literatur Review konkreten Forschungsphasen folgen. Zunächst planen die an der Literaturübersicht beteiligten Forscher die Übersicht (d. h. sie definieren die Forschungsfrage(n) und führen eine erste Literaturrecherche durch). Zweitens führen die Forscher eine strukturierte Suche nach Begriffen durch, die sich auf die Forschungsfragen beziehen. Drittens werten die Forscher das gesammelte Material aus, und schließlich analysieren sie die Informationen und fassen sie zusammen, um die Ergebnisse zu präsentieren.

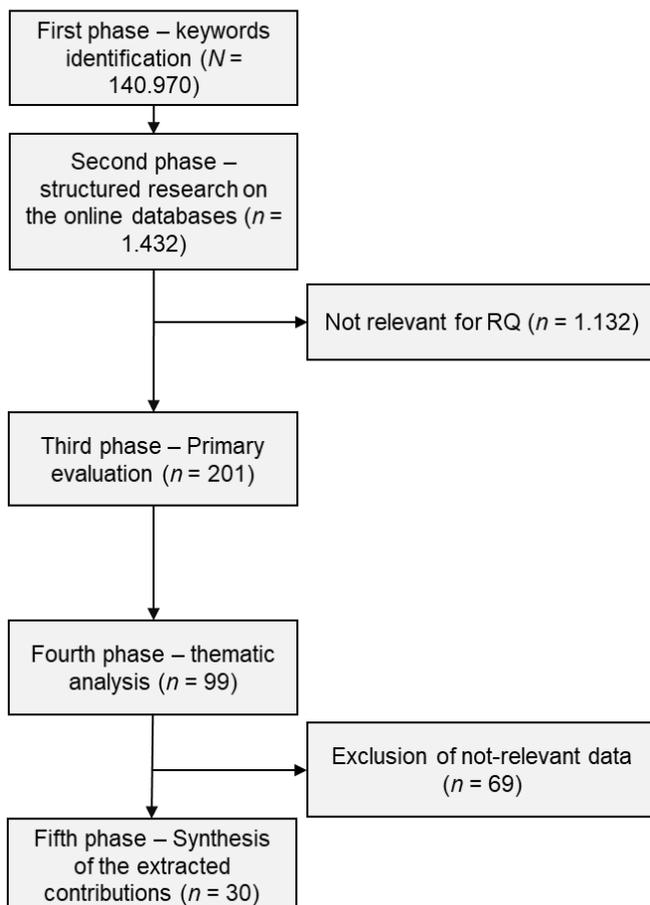
2.2.1 Verfahren der Datenerhebung

Um Daten für unsere Untersuchung zu sammeln, haben wir die ersten drei Phasen der Literaturrecherche nach dem Ansatz von Briner und Denyer (2012) durchgeführt. In der ersten Phase, der Pilotsuche, wurden Schlüsselwörter definiert, die sich auf die Forschungsfrage "Welches Wissen und welche Evidenzbasis gibt es über den Einsatz von KI in der Aus- und Weiterbildung?" und die Unterfragen zu KI-Tools, Anwendungen und bewährten Verfahren beziehen. Anschließend wurden Schlüsselwörter zu "education" und "training" mit Schlüsselwörtern zu "artificial intelligence" mit Hilfe des booleschen Systems AND, OR, AND NOT gruppiert. Diese wurden dann in zwei wissenschaftlichen Suchdatenbanken, Scopus und Eric, getestet. Das Ergebnis unserer Pilotrecherche führte zu insgesamt N = 140.970 Beiträgen (n = 4.444 bei Scopus, n = 136.526 bei Eric). Um den Schwerpunkt der Suche nach bibliografischem Material, der zweiten Phase der strukturierten Suche, besser zu definieren, verwendeten wir strukturiertere Extraktionsstrings mit einer Reihe von verwandten Schlüsselwörtern und Synonymen, die im Kontext von Bildung verwendet werden: "education", "training", "school", "Vocational education", "Vocational Education and Training", "School", "Teaching", "Teach*", "VET". Ebenso haben wir spezifische Begriffe für künstliche Begriffe wie "AI", "Technologie", "digital devices", "generative artificial intelligence", "chatbots", "robotics" ermittelt. In Anlehnung an das boolesche System haben wir alle Begriffe mit den Befehlen "AND", "OR" und "AND NOT" berücksichtigt, um die Suche durch die Schaffung spezifischer Kategorien für die Analyse und Datenextraktion zu lenken. Darüber hinaus haben wir spezifische Kriterien für die Aufnahme und den Ausschluss von Artikeln verwendet, die von den wissenschaftlichen Datenbanken bereitgestellt wurden. Wir haben unsere Suche auf englischsprachige Beiträge beschränkt. Da es nur wenige empirische Studien und eine große Anzahl

von Literaturübersichten und konzeptionellen Arbeiten gibt, beschränkten wir unsere Suche auf diese Arten von Artikeln, nämlich auf Übersichten und konzeptionelle Arbeiten. Für den Zeitraum haben wir nur aktuelle Beiträge berücksichtigt, indem wir uns auf Studien beschränkten, die zwischen 2019 und Mai 2023 veröffentlicht wurden. Am Ende der zweiten Phase sammelten wir $n = 1.432$ Artikel, die zunächst auf das Vorhandensein von Artikeln, die für die Forschungsfrage nicht relevant waren, und auf Duplikate überprüft wurden, was insgesamt $n = 1.132$ ergab.

Zum Abschluss der Datenerhebung erfolgte in der dritten Phase eine Primärauswertung auf der Grundlage von Titel, Zusammenfassung und Disziplin. Wir haben nur Beiträge berücksichtigt, die sich auf Bildung und künstliche Intelligenz beziehen ($n = 201$). In dieser Phase stellten wir fest, dass sich eine große Anzahl von Beiträgen auf die medizinischen Bereiche bezog, in denen KI-Tools eingesetzt werden. Wir beschlossen, diese Beiträge nicht zu berücksichtigen, um die Bewertung nicht zu verfälschen und eine breitere Perspektive auf KI in der Bildung zu erreichen. Am Ende der Bewertungsphase erhielten wir insgesamt $n = 99$ Beiträge (siehe Abbildung 1).

Figure 1. data collection and extraction according.



2.2.2 Datenerfassung

In der vierten Phase beginnen wir mit der Datenextraktion, indem wir eine thematische Analyse der gesammelten Items durchführen. Zur Durchführung dieser Phase wird ein spezieller Bewertungsbogen (siehe Anhang A) verwendet, der von den an der Studie beteiligten Forschern ausgefüllt wurde. Das Bewertungsformular umfasste Fragen zur Qualität der Studie sowie zu spezifischen Aspekten in Bezug auf a) Arten von KI-Technologien, b) Anwendungen und ermittelte Best Practices. Die Verwendung des Bewertungsbogens ermöglichte es, über die Verfeinerung der gesammelten Daten hinaus eine erste Grundlage für die Synthese zu schaffen. Jeder Forscher führte die thematische Analyse einzeln durch und übermittelte das Material an Autor 1, der das gesammelte Material prüfte und die Analyse genehmigte. Nach dieser Phase verglichen drei Forscher die extrahierten Dokumente und bewerteten jede Scorecard neu, indem sie irrelevante Daten ausschlossen, was zu einer Gesamtzahl von $n = 29$ Items für Phase fünf führte, d. h. die letzte Phase der Synthese der extrahierten Beiträge.

2.3. Ergebnisse

2.3.1 Überblick über die extrahierten Items

Von den 29 gesammelten Artikeln wurden $n = 1$ bibliometrische Analyse, $n = 1$ historischer Überblick, $n = 1$ systematisch-bibliometrischer Literaturüberblick, $n = 1$ Fallstudie, der Rest Literatur- oder narrative Übersichten. Die Studien wurden größtenteils im Bereich der allgemeinen Bildung und der Anwendung von künstlicher Intelligenz durchgeführt. Andere Beiträge konzentrierten sich auf Hochschulbildung, integrative Bildung und ausschließlich Bildung, während $n = 1$ auf zahnmedizinische Bildung, $n = 1$ auf Mathematik und $n = 1$ auf MINT-Bildung ausgerichtet sind. Nach gängiger Auffassung wurde in den verschiedenen Beiträgen die Geschwindigkeit der globalen Veränderungen hervorgehoben, die eine rasche Anpassung an die neuen Bedingungen in der Hochschulbildung erforderlich machen (Reis-Marques et al., 2021), wobei der Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Lehre derzeit noch nicht völlig verbreitet ist, aber dazu bestimmt ist, eines der wichtigsten Instrumente zu werden (González-Calatayud et al., 2021).

Die derzeit entwickelten intelligenten Tutorsysteme (ITS) sind effektiver als herkömmliche Methoden und stellen nützliche Werkzeuge für Lehr- und Lernaktivitäten dar, indem sie Lernende und menschliche Tutoren bei ihren Tätigkeiten unterstützen (Alfaro et al., 2020). In allgemeinen Perspektiven wird erörtert, dass künstliche Intelligenz das Potenzial hat, die Effizienz und Genauigkeit in der Forschung zu verbessern, Lernerfahrungen zu personalisieren und die Bildung

zugänglicher und integrativer zu machen. Mit Hilfe von KI werden Lehren und Lernen spannender und kreativer, da sie es den Studierenden erleichtern, ein Thema zu verstehen. Darüber hinaus macht der zunehmende Einsatz von Extended Reality (XR) auch die Online-Bildung zugänglicher, nützlicher, ansprechender, kollaborativer und selbstlernender (Rangel-de Lázaro & Duarte, 2023). Einer der größten Vorzüge der KI ist die Ermöglichung eines personalisierten Unterrichts; der herkömmliche Unterricht erfordert viel mehr Ressourcen als der Online-Unterricht in Bezug auf Unterrichtsräume, Zeitplanung und Personalressourcen (Maghsudi et al., 2021). Darüber hinaus besteht in den gesammelten Beiträgen weitgehende Übereinstimmung darüber, dass sich die meisten Anwendungen künstlicher Intelligenz positiv auf die akademischen Leistungen der Schüler auswirken. Aus technologischer Sicht berichten die Studien über eine gute Effizienz und Genauigkeit der Algorithmen bei der Anwendung von KI im MINT-Unterricht (Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik) (Xu & Ouyang, 2022).

Schließlich sind sich die meisten Autoren einig, dass es in diesem Forschungsbereich einige Lücken gibt, die mögliche Komplikationen bei der Einbeziehung von KI in den Unterricht mit sich bringen können. Ein breiter Konsens deutet darauf hin, dass Schulen, die den Einsatz von KI beabsichtigen, spezielle Schulungen für Lehrkräfte fördern müssen, damit diese die Aktivitäten besser kontrollieren und Defizite ausgleichen können (Zanettia et al., 2020). Die Unterstützung von Lehrkräften bei der Entwicklung der digitalen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die erforderlich sind, um AIED-Anwendungen und -Tools (künstliche Intelligenz in der Bildung) auf ethische und sachkundige Weise zu nutzen, ist von entscheidender Bedeutung für die Verbesserung der Lernerfahrung der Schüler und das Erreichen von Lernergebnissen (Lameras & Arnab, 2021).

Tabelle 1: Beschreibungen der einbezogenen Items

Autor/en (Jahr)	Beitrag zu	Art von KI und digitalen Werkzeugen
Alkhatlan & Jugal Kalita (2018)	Allgemeinbildung	Intelligente Tutoring Systeme
Bozkurt et al. (2021)	Allgemeinbildung	Blended/hybrides lernen
Bressame et al. (2022)	Hochschulbildung	"The fuzzy AI-based model"
Deng & Yu (2022)	Allgemeinbildung	Maschinelle Übersetzung (MT)
Game et al. (2022)	Allgemeinbildung	Moodle Lernmanagementsystem (LMS)
González-Calatayud et al. (2021)	Allgemeinbildung	Der Einsatz von KI zur Bewertung von Schülern in Online- und Präsenzfächern.
Humble & Mozelius (2022)	Allgemeinbildung	SWOT-framework, Google scholar

Kooli (2023)	Allgemeinbildung	Chatbot, ChatGPT
Lameras & Arnab, (2021)	Allgemeinbildung	Künstliche Intelligenz
Maghsudi et al. (2021)	Allgemeinbildung	Machine Learning (ML)
Mallik & Gangopadhyay (2023)	Allgemeinbildung	Methoden des Machine Learning & Deep Learning
Mohamed et al. (2022)	Allgemeinbildung	Robotik, Systeme, Werkzeuge, lernfähige Agenten, autonome Agenten und ein umfassender Ansatz.
Okonkwo & Ade-Ibijola (2021)	Allgemeinbildung	Chatbots
Ramesh & Sanampudi (2022)	Allgemeinbildung	KI und maschinelles Lernen für die automatische Bewertung von Aufsätzen.
Rangel-de Lázaro & Duarte (2023)	Hochschulbildung	Extended Reality & Artificial Intelligence
Reis-Marques et al. (2021)	Hochschulbildung	Blockchain Technologien
Saghiri et al. (2021)	Allgemeinbildung	Virtual reality & augmented reality
Salas-Pilco et al. (2022a)	Allgemeinbildung	AI machine learning, NLP (Natural Language Process), VMAR (augmented reality), LA (Language Analytics) dashboard
Salas-Pilco et al. (2022b)	Allgemeinbildung	AI & LA, Mobile learning & technology, Game-based, VR, Robotics
Shaik et al. (2022).	Allgemeinbildung	Machine learning, deep learning, natürliche Sprachverarbeitung (NLP)
Shenkoya & Kim (2023)	Allgemeinbildung	Digitale Transformation im Allgemeinen
Soofi et al. (2019)	Allgemeinbildung	Informationstechnisches System
Tahiru (2021)	Allgemeinbildung	Artificial Intelligence
Tan et al. (2022)	Allgemeinbildung	Computergestütztes kollaboratives Lernen (CSCL)
Wang-Kin. C. (2021)	Allgemeinbildung	Robotics, virtual reality (VR), augmented reality (AR)

Xu & Ouyang (2022)	Allgemeinbildung	Automatisierte KI-Technologien, z. B. intelligentes Tutoring, automatische Bewertung, Data Mining und Lernanalyse.
Yue et al. (2022)	Allgemeinbildung	Machine Learning
Zanettia et al. (2020)	Allgemeinbildung	ITS, Erstellung von Inhalten, augmented & interactive virtual reality.
Zheqian Su et al. (2019)	Allgemeinbildung	KI-Bewertungssysteme

2.3.2 Werkzeuge und Anwendungen künstlicher Intelligenz

In der Literatur sind verschiedene KI-Tools zu finden. Am weitesten verbreitet sind intelligente Tutorensysteme (ITS), maschinelles Lernen (ML), natürliche Sprachverarbeitung (NLP), Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR). Intelligente Tutorensysteme sind integrierte und komplexe Systeme, die unter Verwendung von Ansätzen und Methoden der künstlichen Intelligenz konzipiert und entwickelt werden, um Probleme und Anforderungen von Lehr-/Lernaktivitäten in der allgemeinen und beruflichen Bildung zu lösen, die auf Computern und neuen webbasierten Ressourcen basieren (Alfaro et al., 2020). Maschinelles Lernen ist ein Teilbereich der künstlichen Intelligenz, der sich auf die Entwicklung von Algorithmen und statistischen Modellen konzentriert, die es Computern ermöglichen, die Leistung bei einer bestimmten Aufgabe durch Erfahrung und Lernen aus Daten zu verbessern. Mit anderen Worten, maschinelles Lernen ermöglicht es Computern, aus Daten zu lernen und sich im Laufe der Zeit selbstständig zu verbessern, ohne dass sie explizit für die Ausführung einer bestimmten Aufgabe programmiert werden (Zhi-Hua, 2021). Stattdessen ist die Verarbeitung natürlicher Sprache (natural language processing, NLP) ein Zweig der künstlichen Intelligenz, der sich mit der Beziehung zwischen Computern und menschlicher Sprache befasst. Das Hauptziel von NLP ist es, Computer in die Lage zu versetzen, menschliche Sprache auf natürliche Weise zu verstehen, zu interpretieren und zu erzeugen. Dieser Bereich befasst sich mit der Herausforderung, Computer in die Lage zu versetzen, durch Sprache sinnvoller und nützlicher mit Menschen zu interagieren (Shaik et al., 2022). Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) schließlich sind technologische Werkzeuge, die für die visuelle Bildung eingesetzt werden. Bei der virtuellen Realität handelt es sich um eine Technologie, die eine simulierte, oft dreidimensionale und interaktive Umgebung schafft, die von einer Person mit Hilfe von Geräten wie VR-Viewern, sensorischen Handschuhen oder Controllern erkundet und manipuliert werden kann.

Diese virtuelle Umgebung kann so gestaltet sein, dass sie eine völlig imaginäre Welt darstellt, oder sie kann eine Simulation einer realen Umgebung sein (Riva & Gaggioli, 2019). Augmented Reality ist eine Technologie, die digitale Elemente wie Bilder, Töne oder Informationen in Echtzeit in eine reale Umgebung einblendet. Im Wesentlichen bereichert AR die Wahrnehmung der realen Welt durch das Hinzufügen virtueller Elemente, oft durch Geräte wie Smartphones, AR-Brillen oder AR-Visiere (De Paolis, 2012).

Der Einsatz von KI folgt dem Gedanken, dass sie das Lehren und Lernen verbessern kann, was sich positiv auf die Schüler auswirkt, die ihr Feedback personalisieren und ihre Leistungen bewerten können (González-Calatayud et al., 2021). Die Schüler können auch kritischer und verantwortungsbewusster mit den täglichen Herausforderungen umgehen, lernen und ihre zwischenmenschlichen Fähigkeiten und sozialen Interaktionen verbessern (Mohamed et al., 2022). Zu den intelligenten Tutorensystemen, die als Hilfsmittel für die allgemeine und berufliche Bildung entwickelt wurden, gehören beispielsweise affektive Tutorensysteme, ein Mechanismus, der den emotionalen Zustand der Schüler überwacht und eine Reaktion in Form von Ermutigung und Feedback oder durch Änderung des Schwierigkeitsgrads der Aufgabe erzeugt, sowie spielbasierte Tutorensysteme, damit Kinder besser lernen und dabei Spaß haben (Alkhatlan & Jugal Kalita, 2019).

Beispiele für den Einsatz von KI in der Bildung sind die Erleichterung des Lernprozesses durch den Einsatz von KI in den Bereichen Tutoring, Bewertung, Personalisierung, Gamification, Datenanalyse und Inhaltserstellung. Die Autoren erörtern jedoch, dass KI zwar das Lernen unterstützt, aber menschliche Interaktion und erfahrungsbasiertes Lernen nicht vollständig ersetzen kann, da KI nur personalisiertes Feedback und Unterstützung bieten kann (Di Tore, 2023). Auch wenn die formale Bildung mehr Ressourcen wie Unterrichtsräume und Planung erfordert, haben KI-Technologien und -Tools das Potenzial für einen revolutionären Wandel in der traditionellen Bildung (Maghsudi et al., 2021).

Bei der Betrachtung ihrer Verwendungszwecke zeigen sich Unterschiede in Bezug auf das Thema Ausbildung und Bildung. In den meisten der ausgewählten Artikel wurde die künstliche Intelligenz im allgemeinen Bildungskontext eingesetzt. Einige von ihnen untersuchten jedoch bestimmte Bildungsbereiche, nämlich: Grundschulbildung, mathematische Bildung, MINT-Bildung, integrative Bildung und zahnmedizinische Bildung. In der Grundschulbildung wird künstliche Intelligenz vor allem zur Entwicklung personalisierter Lernwege und innovativer Lösungen eingesetzt, wie z. B. die Verwendung intelligenter Tutorensysteme zur Unterstützung der Schüler beim Lernen (Alfaro, et al.,

2020). Experimentelle Anwendungen von KI sind in pädagogischen Überlegungen zur Bildung und zur Entwicklung effektiverer Lehrmethoden präsent (Yue et al., 2022). Die MINT-Ausbildung (Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik) profitiert von der KI, um interaktive und anregende Lernumgebungen zu schaffen, die Simulationen und virtuelle Labore umfassen können, um MINT-Disziplinen auf eine ansprechendere Weise zu behandeln (Xu & Ouyang, 2022). Auch in der zahnmedizinischen Ausbildung kann KI für die Ausbildung von Zahnärzten eingesetzt werden, insbesondere für Simulationen von zahnmedizinischen Verfahren (Saghiri et al., 2021). Im Kontext der inklusiven Bildung schließlich wird KI eingesetzt, um den Zugang zur Bildung für alle zu fördern, auch für Studierende mit Beeinträchtigungen (Salas-Pilco et al., 2022).

2.3.3 Beispiele guter Praxis

Der Prozess der Identifizierung von Best Practices für den Einsatz von KI-Tools erforderte eine gründliche Analyse der Beiträge. Oberflächlich betrachtet sind Best Practices Techniken, Verfahren oder Methoden, die in einem bestimmten Kontext angewandt werden und sich bei der Erreichung eines bestimmten Ziels als die geeignetsten erweisen. Sowohl das implizite als auch das wissenschaftliche Denken verstehen Best Practices als wesentlich, da sie sich als wirksam erweisen, wenn sie in einem bestimmten Kontext angewendet werden und positive Ergebnisse liefern. Im wissenschaftlichen Kontext zeichnen sich bewährte Verfahren auch dadurch aus, dass sie von der wissenschaftlichen Gemeinschaft, d. h. von Experten auf diesem Gebiet, akzeptiert und anerkannt werden, was ein gewisses Maß an Zuverlässigkeit gewährleisten sollte. Diese Verfahren sind jedoch nicht immer in der wissenschaftlichen Literatur zu finden und werden in der Regel im Zusammenhang mit einem bestimmten Kontext diskutiert. Im pädagogischen Kontext wird dies beispielsweise dadurch erreicht, dass ein Verfahren oder eine Technik in einem spezifischen pädagogischen Umfeld mit spezifischen pädagogischen Zielen vorgestellt wird. Darüber hinaus gelten diese Elemente nicht allgemein, sondern diese Verfahren können sich ändern oder hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie dem Individuum, der Beziehungsebene (z. B. Lehrer und Schüler) oder dem institutionellen Kontext.

Bei unserer Literaturrecherche kristallisierten sich einige spezifische Verfahren heraus, die in der Literatur als Best Practices per se bezeichnet werden. Erstens wurde der Einsatz von intelligenten Tutoren-Systemen (ITS) als sehr effektiv erachtet, da es damit möglich war, den emotionalen Zustand der Schüler zu verfolgen, angemessenere Rückmeldungen zu geben, die Problemlösungsfähigkeiten

durch die Verwaltung von automatisch generierten Problemen, die die Schüler lösen mussten, zu verbessern und personalisierte Interventionen durchzuführen. Bei der Verwendung von IVS erörterten die Wissenschaftler, wie Lehrer und Ausbilder bei der Einführung der IVS vorgehen sollten, indem sie das Instrument vorstellen, sein Potenzial erläutern und die Schüler zu seiner Verwendung motivieren. Dies gilt insbesondere für die Umsetzung von spielbasiertem Training, d. h. spielbasierten ITS, die das Engagement der Schüler fördern (Alfaro, et al., 2020; Alkhatlan & Jugal Kalita, 2019).

Zweitens betonten die Autoren, wie effektiv der Einsatz von Übersetzungstechnologie (MT) und generativer KI in der Bildung sein kann. Um eine solche Effektivität zu erreichen, müssen Ausbilder und Lehrkräfte jedoch bedenken, wie wichtig es ist, eine Reihe von Schritten zu befolgen, bevor sie sich engagieren. Zum Beispiel muss der Einsatz von generativer KI a) eingeführt, b) erklärt und als nützliches Werkzeug demonstriert werden, bevor c) Aufgaben zugewiesen und d) die Reflexion darüber bei den Studierenden gefördert wird. Der Kerngedanke besteht darin, einen kritischen Ansatz für den Einsatz von KI beizubehalten, aber auch den Einsatz von KI auf die unterschiedlichen Kompetenzen der Schüler abzustimmen (Deng & Yu, 2022).

Nicht zuletzt besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass eine der besten Praktiken für die Einbeziehung von KI in die Bildung die Schaffung einer hierarchischen Struktur beinhaltet, in der KI-Tools im Allgemeinen oder spezifische Geräte entworfen und präsentiert werden. Dies geschieht bei der Gestaltung von Bildungsinhalten und Modulen zum Thema KI, wobei die Module in Anfänger-, Mittelstufen- und Fortgeschrittenenniveau eingeteilt sind. Ein solches Verfahren ermöglicht Flexibilität bei der Auswahl und Definition von Inhalten und bietet den Schülern einen Weg zur Entwicklung ihrer Fähigkeiten (Yue, et al., 2022).

2.3.4 Stärken und Schwächen des Einsatzes von KI in der Bildung

Die Definition des Einsatzes und der besten Praktiken im Bereich der KI im Bildungs- und Ausbildungskontext bedeutet, dass eine Technik, eine Methode oder ein Verfahren identifiziert wird, welches bei seiner Anwendung künstliche Intelligenz wirksam in das Bildungsumfeld integrieren kann. Diese Integration sollte zu spürbaren Verbesserungen der Schülerleistungen, der Motivation und des Lernprozesses führen und den beteiligten Bildungsakteuren erhebliche Vorteile bieten. Innerhalb der 29 extrahierten und analysierten Punkte haben wir festgestellt, dass es keine vorherrschende Best Practice gibt, sondern dass mehrere Aspekte auftauchen (z. B. Stärken oder Schwächen). Da es nur wenige Beispiele gibt, haben wir in unserer Analyse, die darauf abzielt, ein erstes Verständnis der besten Praktiken im Zusammenhang mit der Implementierung von KI im Bildungswesen zu schaffen, a) Schwächen und Stärken und b) die verschiedenen positiven oder negativen Auswirkungen, die KI-Tools haben können, ermittelt.

Stärken des Einsatzes von KI

Es besteht ein großer Konsens darüber, dass KI ein Instrument ist, das eine Reihe von Vorteilen für Schüler, Lehrer/Ausbilder und Bildungseinrichtungen bietet. In den meisten Beiträgen wird berichtet, wie der Einsatz von KI im Bildungsbereich zu einer allgemeinen Verbesserung der Effektivität und Effizienz des Lehrens und Lernens führt. Auf Schülerebene besteht ein wesentlicher Vorteil der KI im Bildungsbereich in der Möglichkeit, eines der aktuellsten Bildungsprobleme anzugehen, nämlich den Bedarf an persönlicher Betreuung. In der heutigen Bildungslandschaft besteht die häufigste Beziehungsdynamik zwischen einem Lehrer, Ausbilder oder Erzieher und zahlreichen Schülern. Die Qualität des Lernens würde sich verbessern, wenn es für jeden Schüler einen Lehrer gäbe (Zanettia et al., 2020), aber die Kosten sind häufig nicht bezahlbar. Darüber hinaus können KI-Systeme auch Unterrichtsstrategien und -aktivitäten an die Bedürfnisse und Merkmale

des Lernenden anpassen und dem einzelnen Schüler ein angemessenes Feedback geben (Lameras & Arnab, 2021; Alkhatlan, & Jugal Kalita, 2019; Ramesh & Sanampudi, 2022). Dies würde einen erheblichen Perspektivenwechsel bedeuten, bei dem nicht mehr der Schüler für die Anpassung an das Bildungssystem verantwortlich ist, sondern das Bildungssystem für die Anpassung an den Schüler verantwortlich wird. Darüber hinaus kann der Nutzen von KI-Tutoring zu einer verbesserten Leistung des Lernenden (Wang-Kin, 2021), einer verstärkten Entwicklung des Denkens (Xu & Ouyang, 2022) und einer verbesserten Problemlösungsfähigkeit durch die Erstellung spezifischer, auf die Fähigkeiten des Schülers zugeschnittener Aufgaben führen (Mallik & Gangopadhyay, 2023). Der Einsatz von KI-Tools in der Bildung trägt dazu bei, die Motivation und das Engagement der Lernenden zu steigern und insbesondere das Interesse an MINT-Fächern zu fördern (Salas-Pilco et al., 2022).

Zweitens bietet die Anwendung von KI im Bildungsbereich den Lehrern/Ausbildern zahlreiche Vorteile. Dank des Einsatzes von KI-Tools kann die Bewertung von Tests und Aufgaben viel schneller und effizienter durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass KI-Tools die Arbeitsbelastung der Lehrkräfte erheblich verringern können und ihnen die Möglichkeit geben, sich in erster Linie auf die Entwicklung von Lehrstrategien zur Verbesserung des Lernens der Schüler zu konzentrieren (Bozkurt et al, 2022; Ramesh & Sanampudi, 2022). Die Fähigkeit der künstlichen Intelligenz, Daten zu sammeln und zu analysieren, ermöglicht es, Einblicke in die Studien- und Lerngewohnheiten der Schüler zu gewinnen, was den Lehrern die Möglichkeit gibt, die Lernprozesse ihrer Schüler besser zu verstehen und geeignetere Ansätze zu wählen, um die Ergebnisse zu maximieren (Lameras & Arnab, 2021). Darüber hinaus kann sich künstliche Intelligenz auch als wirksam erweisen, wenn es darum geht, dem Schulabbruch vorzubeugen und entgegenzuwirken, da sie eine ständige Überwachung der Leistungen der einzelnen Schüler ermöglicht. Diese ständige Überwachung ermöglicht eine vorausschauende Analyse und die Identifizierung von Schülern, bei denen die Gefahr besteht, dass sie einen Kurs nicht abschließen. Die Identifizierung dieser Schüler ermöglicht es den Lehrern, frühzeitig einzugreifen, um ihnen bei der Überwindung von Schwierigkeiten zu helfen und ihre hohe Motivation aufrechtzuerhalten (Bressame et al., 2022; Mallik & Gangopadhyay, 2023).

Auf institutioneller Ebene schließlich kann die Anwendung von KI in der Bildung zu einer digitalen Transformation führen, die mehrere Bereiche von Bildungseinrichtungen erneuern würde. Die Einbeziehung von KI in die Bildung kann zu einer erheblichen Senkung der Kosten führen, indem sie die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben ermöglicht, während persönliche Tutorensysteme es den Lehrern erlauben würden, mehr Zeit in die Erläuterung komplexerer Konzepte zu investieren

(Tahiru, 2021). Zusammengenommen würden diese Elemente zu einer verbesserten Effizienz von Bildungseinrichtungen im Allgemeinen führen. Darüber hinaus haben einige Autoren hervorgehoben, wie KI den Zugang zur Bildung für mehr Lernende erleichtern und Studenten mit Beeinträchtigungen die Teilnahme am Unterricht ermöglichen kann (Shenkoya & Kim, 2023; Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021). Studienmaterialien, die an jedem Ort und zu jeder Zeit verfügbar sind, würden den Studierenden die Zeit geben, die sie brauchen, um die Konzepte optimal zu verstehen.

Schwächen des Einsatzes von KI

Für eine umfassende Analyse der Auswirkungen der künstlichen Intelligenz auf den Bildungskontext ist es unerlässlich, nicht nur ihre unbestreitbaren Vorteile, sondern auch ihre Schwächen und Herausforderungen zu berücksichtigen. Einige der wichtigsten Fragen, die in den verschiedenen Artikeln aufgeworfen werden, beziehen sich auf die Verfügbarkeit der verschiedenen technischen Ausrüstungen, den Mangel an geeignetem Personal für den Umgang mit den technologischen Werkzeugen und die Notwendigkeit, die Schüler in der Nutzung dieser Werkzeuge zu schulen (Wang-Kin, 2021; Mallik & Gangopadhyay, 2023). In anderen Artikeln wurde jedoch auch auf Probleme im Zusammenhang mit der Möglichkeit einer gerechten Behandlung der Schüler hingewiesen. Beispielsweise sind ITS nicht immer effizient, weil die Bereitstellung von personalisiertem Unterricht für alle durch die unterschiedliche technologische und wirtschaftliche Entwicklung in den einzelnen Staaten beeinträchtigt werden kann (Zanettia et al., 2020).

Darüber hinaus ist es wichtig zu beachten, dass diese technologischen Instrumente hauptsächlich von privaten Einrichtungen bereitgestellt werden, was zu einem Mangel an Transparenz in Bezug auf ihre Funktionsweise und Verwendung führt. Aus diesem Grund ist es nicht immer möglich zu wissen, wie die Daten geschützt werden, außer auf der Grundlage allgemeiner Datenschutzgesetze (Zanettia et al., 2020). Mit dem Aufkommen der KI werden wir auch mit kritischen ethischen und kulturellen Fragen konfrontiert, die ein zusätzliches Hindernis für die Chancengleichheit der Lernenden darstellen; die Erstellung von Inhalten in intelligenten Tutorensystemen kann nämlich durch die Unterschiede in der Programmierung und im Unterricht, die jede Kultur hervorbringen kann, beeinträchtigt werden, wobei möglicherweise die Lernenden, die der Kultur des Herstellers des besagten Systems angehören, bevorzugt werden. AIED-Systeme können nicht nur von kulturellen Vorurteilen, sondern auch von den Leistungen und Fähigkeiten der Schüler beeinflusst werden (Zanettia et al., 2020; Salas-Pilco et al., 2022). Schließlich gibt es auch zwei empirische Studien, die

keine signifikante Verbesserung der Lernergebnisse der Schüler feststellen konnten (Xu & Ouyang, 2022).

2.4 Diskussion

Ziel dieser Literaturübersicht war es, die Auswirkungen des Einsatzes von künstlicher Intelligenz in der Aus- und Weiterbildung zu ermitteln. Wir haben die Methode der systematischen Literaturrecherche angewandt, um unserer Frage nachzugehen, welche Perspektiven es derzeit für den Einsatz von KI in der allgemeinen und beruflichen Bildung gibt. In Anbetracht des Mangels an empirischen Studien und der großen Anzahl von Literaturübersichten und perspektivischen Beiträgen haben wir eine Synthese dieser letztgenannten Beiträge vorgenommen, um eine umfassende und ganzheitliche Sicht auf den Einsatz von KI zu ermöglichen. Wir folgten den von Briner und Denyer (2012) vorgeschlagenen Leitlinien und analysierten nach der Datenerfassung und -extraktion $n = 29$ Items, um die bestehenden Perspektiven zu Werkzeugen, Verwendungsmöglichkeiten und bewährten Praktiken von KI in der Bildung zu erfassen. Oberflächlich betrachtet scheint es, dass KI als Bildungsinstrument sowohl eine Reihe von Vorteilen als auch von Nachteilen bieten kann. On the one hand, artificial intelligence improves the efficiency, accuracy of learning by making it more accessible, inclusive, and easy to understand (Mohamed et al., 2022). It requires fewer resources both in terms of space and in human terms, intelligent tutoring systems possess the same behavior as a real teacher, students learn and interact with learning materials, and receive personalized feedback (Alkhatlan, & Jugal Kalita, 2019). On the other hand, ethical and transparency issues can hinder their uses but also possible costs associated with these tools and their maintenance, and lastly the need for training to use AI devices (Kooli, 2023; Alfaro et al., 2020).

2.4.1 Einblicke in den Einsatz von KI in der Erwachsenenbildung und Berufsbildung

Überraschenderweise konnten wir keine Beiträge finden, die das Thema KI in der Bildung im Kontext der Erwachsenenbildung und der Berufsbildung direkt behandeln. Um erste Thesen aufstellen zu können, ist es wichtig festzuhalten, dass das Fehlen einer direkten Abdeckung in der Literatur auf die Einschränkungen unserer Forschung zurückzuführen ist. Dennoch können die Ergebnisse der Literaturrecherche wertvolle Erkenntnisse für die Implementierung von KI in der Erwachsenen- und Berufsbildung liefern. Künstliche Intelligenz hat sich zu einer transformativen Kraft in der Bildung entwickelt, die erhebliche Auswirkungen auf verschiedene Bildungsbereiche hat. Während sich die Literatur in erster Linie auf KI in allgemeinen Bildungskontexten konzentriert, können die darin

diskutierten Prinzipien und Praktiken auf den Bereich der Erwachsenenbildung und Berufsbildung übertragen werden.

KI-Technologien, darunter Intelligente Tutorensysteme (ITS), maschinelles Lernen (ML), Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP), Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR), bieten eine breite Palette von Möglichkeiten zur Verbesserung der Lehr- und Lernerfahrung. Die aus dem breiteren Bildungskontext gewonnenen Erkenntnisse können die Implementierung von KI-Technologien in diesen spezifischen Bereichen leiten. Die Grundsätze der Personalisierung, Effizienz, Zugänglichkeit, Inklusivität und des Potenzials für verbesserte Lernergebnisse sind im Kontext der Erwachsenenbildung und der Berufsbildung gleichermaßen anwendbar.

Unsere Literaturrecherche der vorhandenen Übersichten und Konzeptpapiere zeigt, dass die derzeit am häufigsten verwendeten KI-Technologien intelligente Tutorensysteme (ITS), maschinelles Lernen (ML), natürliche Sprachverarbeitung (NLP), Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sind. Eines der effektivsten KI-Werkzeuge scheint der Einsatz von ITS und die Verwendung von generativer KI und Übersetzungstechnologie zu sein. In Bezug auf die bewährten Verfahren haben wir festgestellt, dass die Schaffung einer hierarchischen Struktur für die Gestaltung von Bildungsinhalten und Modulen zur künstlichen Intelligenz für die Implementierung von KI-Werkzeugen in Bildungsumgebungen entscheidend ist. Wie bereits beschrieben, würde die Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Bildungsbereich einen revolutionären Wandel bedeuten, der dem bisher vorherrschenden Paradigma entgegenwirken würde. Anstatt dass sich die Schüler an das Bildungssystem anpassen und ihre Rolle als Lernende passiv ausüben müssen, ohne die Möglichkeit zu haben, sich selbst auszudrücken, indem sie eine Bildungsmethodik wählen, die besser zu ihrer Person passt, würde mit der Anwendung von KI ein Wandel stattfinden, der diese Beziehung umkehrt, und es würde tatsächlich zur Aufgabe der Bildungseinrichtung werden, sich an die Bedürfnisse des einzelnen Lernenden anzupassen (Lameras & Arnab, 2021; Alkhatlan, & Jugal Kalita, 2019; Ramesh & Sanampudi, 2022). Dieser Wandel ist nicht auf die traditionelle Bildung beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf die Bereiche der beruflichen Aus- und Weiterbildung und der Erwachsenenbildung.

In diesem Szenario können die Schüler von einem intelligenten persönlichen Tutorensystem profitieren, das die Möglichkeit bietet, einen personalisierten Unterricht zu genießen, der die Lernzeit des Einzelnen respektiert. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Entwicklung von Fähigkeiten höherer Ordnung und zur Problemlösung sowie zur

Verbesserung der Leistung und zur Steigerung der Motivation der Schüler beiträgt (Xu & Ouyang, 2022; Mallik & Gangopadhyay, 2023). Die Rolle des Lehrers in einem Kontext, in dem künstliche Intelligenz zu einem integralen Bestandteil des Bildungssystems geworden ist, würde sich erheblich verändern. Erstens würden sich seine oder ihre Aufgaben verringern; die Bewertung von Tests und Aufgaben würde vollständig automatisiert werden, was seine oder ihre Arbeitsbelastung erheblich reduzieren und ihm oder ihr mehr Zeit für die Erklärung von Konzepten geben würde (Bozkurt et al., 2022; Ramesh & Sanampudi, 2022). Zweitens würde die Fähigkeit der KI, Daten über Schüler zu sammeln und zu analysieren, es dem Lehrer ermöglichen, Rückmeldungen über den emotionalen Zustand der Schüler, Leistungstrends und die Qualität seiner Arbeit zu erhalten, so dass es einfacher wäre, Schüler mit Schwierigkeiten zu erkennen. (Lameras & Arnab, 2021; Bressame et al., 2022; Mallik & Gangopadhyay, 2023).

Im Hinblick auf Bildungseinrichtungen würde die Einführung von KI in der Berufs- und Erwachsenenbildung von einer enormen Kostensenkung durch die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben und einer höheren Qualität der Bildung profitieren (Tahiru, 2021). Die Bildungseinrichtungen würden auch mit einem Anstieg der Schülerzahlen aufgrund der besseren Zugänglichkeit und Flexibilität der Bildung konfrontiert (Shenkoya & Kim, 2023; Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021). Abschließend ist zu betonen, dass es für die Verwirklichung dieser Veränderungen unerlässlich ist, sowohl Schülern als auch Lehrern eine angemessene Schulung im Umgang mit diesen neuen Technologien zukommen zu lassen und sich eingehend mit Fragen der Ethik und des Datenschutzes zu befassen (Zanettia et al., 2020; Salas-Pilco et al., 2022).

2.4.2 Beschränkungen und zukünftige Forschung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese erste Perspektive auf den Einsatz von KI in der Erwachsenen- und Berufsbildung eine Reihe von Einschränkungen aufweist, die in der zukünftigen Forschung berücksichtigt werden können. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass diese Einschränkungen als allgemeine Einschränkungen der vorhandenen Literatur erscheinen. Dies ist der Fall bei der geringen Anzahl von Beiträgen, die den allgemeinen Einsatz von KI in der Bildung unter Berücksichtigung der Analyseebenen Schüler, Lehrer und Institutionen untersuchen. Eine solche Untersuchung erfordert Ressourcen und Zeit, aber es ist vielleicht erwähnenswert, dass die bloße Analyse eines spezifischen Tools nicht ausreicht, um die Auswirkungen von KI im Bildungswesen zu verstehen.

In unserer Literaturübersicht haben wir uns ausdrücklich darauf beschränkt, frühere Literaturübersichten zu synthetisieren, um die vorhandenen Perspektiven zu integrieren. Zu diesem Zweck beschränkten wir uns auf Veröffentlichungen aus dem Jahr 2019, schlossen nicht-englischsprachige Arbeiten sowie Veröffentlichungen aus anderen Quellen als der wissenschaftlichen Literatur aus. Wir haben diese Entscheidungen getroffen, um unsere Ziele zu verfolgen, aber künftige Forschungen könnten das Potenzial der Berücksichtigung anderer Quellen und den Fokus auf spezifische KI-Tools (z. B. ITS) berücksichtigen. In Anbetracht unserer Ergebnisse, die sich aus dieser Literaturübersicht ergeben haben, kann man eine allmähliche und stetige Veränderung des bisher bekannten traditionellen Bildungs- und Lehransatzes erwarten. Wünschenswert ist eine Zukunft, in der das Wohlergehen aller Beteiligten gefördert wird, in der aber den Studierenden besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird, da die KI es ihnen ermöglichen wird, eine persönliche, auf die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten zugeschnittene Lehrmethode zu nutzen. Die Lehrkräfte werden eine kontinuierliche Unterstützung erhalten, die ihre Arbeitsbelastung verringert, es ihnen erleichtert, gefährdete Schüler zu erkennen, und es ihnen ermöglicht, die Qualität des Unterrichts zu verbessern. In diesem nicht allzu fernen Szenario, in dem die Technologie die Hauptrolle spielen wird, werden sowohl Lehrer als auch Schüler unweigerlich Computerkenntnisse erwerben müssen. Trotz der Furcht vor dem Wandel, den die KI mit sich bringen wird, ist es notwendig, den Fortschritt zu fördern und nicht zu begrenzen, denn ihr Potenzial wird, wenn es auf ethische und transparente Weise genutzt wird, die Qualität der Bildung, einschließlich der Erwachsenenbildung und der Berufsbildung, erheblich verbessern und Menschen hervorbringen, die immer besser in der Lage sind, mit den Veränderungen umzugehen, die in der heutigen Welt alltäglich geworden sind.

3. Qualitative Untersuchung

3.1 Einleitung

Bestehende Beiträge in der Literatur zur allgemeinen und beruflichen Bildung sind erst die erste Wahl, um mögliche Chancen und Herausforderungen des Einsatzes von KI in der Bildung auszuloten. In Studie 1 des vorliegenden Berichts werden beispielsweise Technologien und Empfehlungen zum Verständnis der Auswirkungen von KI und zur Integration von KI in die allgemeine und berufliche Bildung identifiziert.

Dennoch gibt es immer noch grundlegende Fragen, die unbeantwortet bleiben. Das derzeitige Wissen über die Kompetenzen und Fähigkeiten von Lehrkräften und Ausbildern ist begrenzt. Welche Kompetenzen werden benötigt, um KI in Aus- und Weiterbildungskonzepten zu integrieren? Ebenso gibt es bisher keine konkreten Fallbeispiele, insbesondere mit konkreten Beschreibungen der Umsetzung.

Dem derzeitigen Verständnis von Aus- und Weiterbildung im Rahmen der KI-Revolution fehlt es an Feldwissen, um die vorgeschlagenen grundlegenden Beiträge zu den Perspektiven und Bedingungen in der Erwachsenen- und Berufsbildung zu integrieren. Darüber hinaus bleiben Fragen zu Ausbildungsstrategien und Bildungsinstrumenten offen, um die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler zu fordern und zu fördern. Kurz gesagt: Was sind mögliche Anwendungen von KI in der Bildung, die im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung effektiv sein können? Was sind die Risiken des Einsatzes von KI in der Bildung? Was sind die wichtigsten Fähigkeiten und Kompetenzen für die Implementierung von KI in der Bildung auf Seite der Lehrkräfte? Wie sehen die Praktiker die Zukunft der allgemeinen und beruflichen Bildung? Welches sind die wichtigsten spezifischen Aktualisierungen im Bildungsbereich? Welche Art von nachhaltigen Praktiken können gefördert werden, um dem Risiko technologischer Disruption zu begegnen?

In der vorliegenden Studie wollen wir uns mit den Herausforderungen der Ausbildung und Bildung für die Implementierung von KI befassen, indem wir diesen Fragen nachgehen. Wir schlagen ein umfassendes Verständnis der Bildungs- und Ausbildungsperspektiven in den gegenwärtigen Transformationen vor, indem wir über eine interkulturelle qualitative Studie berichten, die an einer Stichprobe von Bildungs- und Ausbildungspraktikern aus verschiedenen europäischen Ländern durchgeführt wurde. Anschließend gewähren wir eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

3.2 Methodische Herangehensweise

Das Forschungsvorhaben ist als Feldstudie entworfen, die sich auf eine Mischung aus qualitativen Datenerhebungs- und Analysemethoden stützt, darunter eine Reihe von halbstrukturierten Interviews mit Grounded-Theory-Ansatz (Charmaz, 2008; Glaser et al., 1968). Auf der einen Seite wurde die qualitative Datenerhebung betrachtet, um eine explorative Untersuchung unter dem Gesichtspunkt der Erfahrungen und Ansichten der Teilnehmer, d.h. der Praktiker und Interessengruppen der allgemeinen und beruflichen Bildung, durchzuführen. Auf der anderen Seite ermöglichte uns der Ansatz der Grounded Theory, neues Wissen zu generieren, indem wir die Erfahrungen und Erzählungen der Teilnehmenden auswerteten. Diese Methode wurde bereits in ähnlichen Forschungskontexten eingesetzt (Perini und Pentassuglia, 2018; Perini und Tacconi, 2017; Tacconi, 2011; Tacconi et al., 2019; Tommasi et al., 2022) und verhilft besonders unerwartete Ergebnisse der Interviews einzubeziehen. Wir haben die Daten über semi-strukturierte Interviews erhoben, um den Fokus auf das Forschungsobjekt zu legen, ohne eine festgelegte Struktur der Fragen. Diese Methode trug dazu bei, dass die Teilnehmer ihre Meinungen mitteilen und präsentieren und Episoden und Situationen, die für sie relevant sein könnten, miteinander verknüpfen konnten (Charmaz, 2008).

Wir instruierten die Projektpartner, welche Art von Teilnehmern wir in unsere Studie einbeziehen wollten, wie sie halbstrukturierte Interviews durchführen und Daten berichten können. Die Teilnehmer wurden eingeladen, indem sie zusammen mit der Einladung eine kurze Beschreibung der Studie vorlegten. Auf diese Weise wurden 13 Expertinnen und Experten der Erwachsenenbildung und der beruflichen Bildung an der Studie beteiligt. Die Interviews wurden sowohl persönlich als auch elektronisch über Skype, Google Meet, Zoom oder Telefon entsprechend den Interviewmöglichkeiten durchgeführt. Die gesammelten Daten wurden nach den Prinzipien der Grounded Theory analysiert, um die vorhandenen Makrothemen zu identifizieren. Angesichts der Vielfalt und des Reichtums der gesammelten Informationen wurden die Interviews jedoch auch von Fall zu Fall zusammengefasst.

3.3 Ergebnisse

Wie bereits erwähnt, wurden die Daten durch 10 Interviews und eine Fokusgruppe aus 3 Personen erhoben, was zu insgesamt 13 Teilnehmern an der Studie führte. Die primären Informationen, die aus der Analyse gewonnen werden, lassen sich in die folgenden 5 Makrothemen einteilen, die teilweise die makroargumentativen Bereiche des Interview-Leitfadens widerspiegeln:

- Stand und Ziele der Projektentwicklung
- Ursprünge der Initiative
- Beteiligte Sektoren
- Eingesetzte Technologien und technische Anforderungen
- Pädagogische Methoden

Die erste relevante Information aus der Analyse ist, dass sich die untersuchten Projekte größtenteils noch in der Entwurfs- oder in der Entwicklungsphase befinden. In allen Fällen werden Lehrkräfte und Schüler/Auszubildende aktiv einbezogen, manchmal begleitet von öffentlichen Bildungseinrichtungen, die für die Initiative werben, und von Ausbildungsunternehmen, die an dem Projekt beteiligt sind. Einige Projekte werden sogar von Unternehmen unterstützt, die sich auf die Entwicklung von KI-basierten Technologien spezialisiert haben und ihre Lösungen zum Testen zur Verfügung stellen.

Die Ziele dieser Projekte sind vielfältig: die Vermittlung neuer KI-Technologien an Schüler und Lehrer, das Experimentieren mit neuen KI-basierten Hardwaretechnologien, die Suche nach Strategien zur Erfassung von Daten aus verschiedenen Quellen, um das Risiko eines Schulabbruchs vorherzusagen, und die Ausbildung von Auszubildenden, um die richtigen Aufforderungen für den effektiven Einsatz von KI zu erstellen. Auch ethische Fragen wurden berücksichtigt, die in mehrere Projekte integriert wurden (z.B. Fall 4) oder sogar in den Mittelpunkt des pädagogischen Interesses gestellt wurden (wie in Fall 6). Ein weiteres Ziel ist es, den Schülern beizubringen, Eingabeaufforderungen effektiv zu nutzen, insbesondere bei der Interaktion mit Assistenten wie ChatGPT oder Diensten zur Bildgenerierung. Häufig ist die Integration neuer KI-bezogener Fähigkeiten in die Lehrpläne ein Schlüsselement dieser Projekte, wobei in einigen Fällen (z. B. Fall 1, Fall 8) ein besonderer Schwerpunkt daraufgelegt wird.

Die überwiegend involvierten Fachbereiche beziehen sich auf spezifische Berufsfelder wie Robotik, Grafik, Gaming und Wirtschaft. Einige Projekte verfolgen jedoch einen interdisziplinären Ansatz, der verschiedene Disziplinen umfasst und sich generell auf digitale Kompetenzen bezieht (Fälle 6 und 7).

Bei den eingesetzten Technologien sind dies KI-Assistenten wie ChatGPT, Microsofts Copilot, Perplexity, Technologien zur Generierung von Folien wie slides.ai und intelligente Tutorensysteme. Darüber hinaus werden Technologien zur Bildgenerierung von Plattformen wie deepai.org, Adobe Firefly und Midjourney eingesetzt. Werkzeuge zur Plagiaterkennung, Bilderkennungssoftware für die Robotik und KI-basierte Hardwaretechnologien, wie z.B. kollaborative Roboter, sind ebenfalls integrale Bestandteile dieser Projekte.

In Bezug auf die technischen Anforderungen ist es in einigen Fällen (z. B. Fall 4), insbesondere für Projekte im Zusammenhang mit der Robotik, erforderlich, Geräte und Computer mit hoher Rechenleistung zu verwenden. Für die meisten Projekte sind jedoch spezifische KI-basierte Software oder Dienste und eine ausreichend effiziente Internetverbindung ausreichend.

Die angewandten Unterrichtsmethoden sind sehr unterschiedlich und reichen von Gruppenarbeiten bis hin zu praktischen Aktivitäten, von Vorträgen bis hin zu Workshops. Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Initiative in vielen Fällen von staatlichen Programmen ausgeht, während sie in anderen Fällen, wie z.B. im Fall von San Zeno, direkt von spontanen Initiativen der Lehrer ausgeht, an denen später erst die Verwaltungsorgane der Schulen und Institutionen beteiligt sind.

Aus der Analyse wurden unter Querverweis auf die oben zusammengefassten Informationen einige gezielte operative Hinweise identifiziert, die einen klaren Rahmen für die Konzeption und Durchführung von KI-bezogenen Schulungsprojekten im Kontext der beruflichen Aus- und Weiterbildung bieten:

- Aufbau eines Netzwerks von Kooperationen
- Aktive Einbindung von Verwaltungsorganen
- Förderung der betrieblichen Flexibilität
- Unterstützung durch staatliche Programme suchen

Diese Indikationen wurden zusammen mit anderen Informationen, die aus dieser qualitativen Analyse gewonnen wurden, in die Ergebnisse der Literaturrecherche integriert und in Form von Leitlinien im ersten Teil des Berichts berichtet.

Zusammenfassung der Fallbeispiele

FALL 1	
Titel	Der Einsatz von Robotik an der Berufsschule Brinkstraße in Osnabrück.
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschule Osnabrück (Lehrer und Schüler) • Firmen • Bundesregierung <p>Es besteht eine Kooperation zwischen der Berufsschule in Osnabrück und Unternehmen. Einige der Unternehmen stellen Robotik als Leihgabe oder als Geschenk zur Verfügung. Darüber hinaus werden Mittel über öffentliche Förderprogramme abgerufen, z.B. Digitalpakt für Schulen.</p>
Eingesetzte KI-Technologien	Kollaborative Industrieroboter (Industrieroboter, mit denen Menschen ohne Schutzausrüstung im Produktionsprozess zusammenarbeiten); KI-Software z.B. ChatGPT
Geplante Aktivitäten	Innovations- und Zukunftszentrum für kollaborative Robotik eröffnet. Schülerinnen und Schüler der beruflichen Bildung haben die Möglichkeit, mit 13 kollaborativen Robotern zu arbeiten.
Erwartete Ergebnisse	Nach der Teilnahme an der Arbeitsgruppe erhalten die Studierenden ein Zertifikat. Laut den Befragten ist zu erwarten, dass KI als Lerninhalt in Zukunft nicht nur die Berufsschulen von den Unterrichtsinhalten her verändern wird, sondern auch, dass Tools wie die KI-Software ChatGPT Einfluss auf die Unterrichtsgestaltung nehmen werden.
Herkunft des Projekts	Die Berufsschule in Osnabrück beschäftigt sich seit sechs Jahren mit dem Thema KI in Form eines zusätzlichen Angebots.
Unterrichtsplanung	Bisher wurde das Thema KI im dualen System vor allem in Form einer Arbeitsgruppe angeboten. Ursprünglich für leistungsstärkere Schüler geplant, gibt es ein wachsendes Interesse bei vielen leistungsschwächeren Schülern. Alle sechs Monate werden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen von den Schülerinnen und Schülern auf einer Art Messe in der Berufsschule präsentiert.
Technische Voraussetzungen	Es müssen Rechner mit hoher Rechenleistungen und Software beschafft werden.
Externe Stakeholder	Bundesministerium für Bildung und Forschung: Finanzielle Unterstützung aus dem Digitalpakt Schule.
Aufgetretene Probleme	Integration in das bestehende Curriculum.
Informationen zu den Ergebnissen	Die Ergebnisse verdeutlichen zum einen, dass das Thema KI in den Berufsschulen in Deutschland präsent ist. Gleichzeitig stehen auf Bundesebene verschiedene Fördermöglichkeiten zur Verfügung. Ein Teil dieser Mittel wird nicht voll

	<p>ausgeschöpft. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Berufsschulen nicht ausreichend über staatliche Unterstützungsmaßnahmen informiert sind. Andererseits lässt dieses Ergebnis die Frage offen, inwieweit Lehrende die zeitlichen Ressourcen zur Verfügung haben, um Förderanträge zu stellen. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass das bestehende Curriculum und die Rahmencurricula der Ausbildungsberufe angepasst werden. Die Ergebnisse wurden mit den Schülern und unter den Lehrern diskutiert. Außerdem werden die Ergebnisse auch über die Website der Schule verbreitet und bei Schulveranstaltungen vorgestellt.</p>
--	--

FALL 2	
Titel	Die Verwendung von ChatGPT zur Erstellung von Lehrmaterialien
Akteure	Lehrer und Schüler
Eingesetzte KI-Technologien	KI-Software z.B. ChatGPT und deepai.org
Geplante Aktivitäten	<p>Der Interviewte präsentiert ein Arbeitsblatt, das er selbst mit ChatGPT erstellt hat. Die Schwierigkeit liegt darin, die richtigen Prompts zu formulieren. Wichtig ist auch, die Eingabeaufforderungen so kurz wie möglich zu halten und so wenig Fachbegriffe wie möglich zu verwenden: ChatGPT ist nur so gut wie die Eingabeaufforderungen, die eingegeben werden. Der Zeitaufwand für die Generierung von Arbeitsblättern wird zum einen durch ständiges Ausprobieren und Verbessern der Eingabeaufforderungen bestimmt, bis das generierte Arbeitsblatt den eigenen Vorstellungen nahekommt. Das Arbeitsblatt erreicht nie 100% der eigenen Ideen, sodass immer noch ein Arbeitsaufwand aus manuellen Anpassungen des generierten Ergebnisses besteht. Die Arbeit enthält oft technische Fehler, die korrigiert werden müssen. Der Befragte bewertet ChatGPT als Hilfswerkzeug, das sich besonders gut eignet, um die zeitraubende Aufgabe zu lösen, numerische Relationen für Rechenaufgaben zu entwickeln.</p>
Erwartete Ergebnisse	<p>Konkret schätzt der Befragte, dass der Zeitaufwand für ein Arbeitsblatt von über einem Tag auf wenige Stunden reduziert werden kann. ChatGPT kann keine Fotos einfügen, diese können mit anderer Software generiert werden. Es können auch längere Aufgaben generiert werden, aber je komplexer und spezifischer das Konstrukt wird, desto schlechter wird das Ergebnis von ChatGPT sein. Je schlechter das Ergebnis, desto größer der spätere Revisionsaufwand. Für präzise Ergebnisse empfiehlt es sich, ChatGPT kleine Abschnitte erstellen zu lassen, die dann manuell zusammengesetzt werden.</p>
Herkunft des Projekts	<p>Im Unterricht stellte eine Deutschlehrerin den Schülerinnen und Schülern ChatGPT vor und zeigte beispielsweise, dass mit der KI-Software Übungsblätter korrigiert werden können. Auch die Schülerinnen und Schüler zeigten Interesse an ChatGPT.</p>

	Die Lehrerin wies jedoch auch auf die falschen Informationen hin, die ChatGPT aufgrund der falschen Eingabeaufforderungen lieferte.
Unterrichtsplanung	Thema KI im Rahmen von Lehreinheiten. Das Thema KI ist nicht in den aktuellen Lehrplan integriert.
Technische Voraussetzungen	Laptops Tablets für die Nutzung von KI-Software, z.B. ChatGPT.
Externe Stakeholder	Vorerst keine
Aufgetretene Probleme	Die Probleme beziehen sich auf die Nutzung und den Betrieb von ChatGPT
Informationen zu den Ergebnissen	Die Ergebnisse wurden mit den Schülern und unter den Lehrern diskutiert. Die Ergebnisse werden auch über die Website der Schule verbreitet und bei Schulveranstaltungen vorgestellt

FALL 3	
Titel	Der Einsatz von KI an berufsbildenden Schulen in Deutschland. Ein Einblick in die BBS 2 in Emden
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> Berufsschullehrer und -schüler; Unternehmen des Maschinenbaus; regionalen Berufsbildungseinrichtungen.
Eingesetzte KI-Technologien	<ul style="list-style-type: none"> 12 kollaborative Roboter (Cobots)
Geplante Aktivitäten	Das Thema KI wird Schülerinnen und Schülern bisher als Zusatzqualifikation zu ihrer Berufsqualifikation im Rahmen ihrer dualen Berufsausbildung angeboten. Die Zusatzqualifikation wird von Lehrkräften aus den Fachbereichen Elektrotechnik und Informationstechnik betreut. In Zukunft könnte das Thema KI in den bestehenden Lehrplan integriert werden.
Befund	Grundverständnis der Studierenden für den Einsatz von KI in der Robotik und Bilderkennung.
Herkunft des Projekts	Cobots wurden im Rahmen des Digitalisierungs-Masterplans einer Regionalinitiative gefördert.
Unterrichtsplanung	Zusatzqualifikationen für Schüler aus den Fächern Elektrotechnik und Mechatronik, die das Thema KI in das bestehende Curriculum integrieren. Die Teilnahme der Schüler ist freiwillig. Es nehmen maximal 15 Studierende teil. Die Schülerinnen und Schüler programmieren die Cobots gemeinsam mit einem Team von Berufsschullehrern, die sich auf Fachdidaktik und Informatik spezialisiert haben.
Technische Voraussetzungen	Insgesamt kommen in drei Laboren 12 kollaborative Roboter (Cobots) zum Einsatz. Lernstationen sind jeweils mit einem Cobot ausgestattet, an dem die Studierenden das Unterrichten einer KI mit Bildern als Trainingsdaten üben können.
Externe Stakeholder	Robotik-Hersteller bieten Kooperationen an, z.B. bei der Schulung von Lehrkräften im Umgang mit Robotern.

Aufgetretene Probleme	Die Beantragung öffentlicher Fördermittel ist eine Herausforderung für Lehrkräfte. Neben fehlenden zeitlichen Ressourcen fehlt es an Wissen, wie Anträge verfasst werden sollen und welche Inhalte förderrelevant sind. An dieser Stelle erwähnen die Lehrkräfte den Bedarf an Unterstützungsmaßnahmen und Weiterbildungsmöglichkeiten. Das Thema KI wird aktuell im Rahmen einer Zusatzqualifikation angeboten und von Lehrkräften parallel zum regulären Curriculum angeboten. Lehrkräfte beschäftigen sich außerhalb ihrer regulären Arbeitszeit mit dem Thema KI. Zusätzliches Wissen zum Thema KI wird durch Train-the-Trainer-Maßnahmen vermittelt.
Informationen zu den Ergebnissen	Die Ergebnisse wurden mit den Schülern und unter den Lehrern diskutiert. Die Ergebnisse werden auch über die Website der Schule verbreitet und bei Schulveranstaltungen präsentiert.

FALL 4	
Titel	KI-Workshop für Bilderkennungssoftware
Akteure	Lehrer, Schüler und KI-Entwickler
Eingesetzte KI-Technologien	Bilderkennungssoftware für die Robotik.
Geplante Aktivitäten	Mit der Bilderkennungssoftware wurde eine Beispielanwendung für Berufsschüler entwickelt, wie eine Klebebandrolle unabhängig von ihrer Position durch Bilderkennung identifiziert werden kann. Anschließend wird die Klebebandrolle von einem Roboter auf einen Abroller gelegt.
Befund	Es gibt kein standardisiertes System für den Einsatz von KI, das den Auszubildenden für den Einsatz in ihren Unternehmen beigebracht werden könnte. Das hat zur Folge, dass bisher alle Unternehmen auf wenige KI-Pionierunternehmen als externe Dienstleister für KI-Anwendungen zurückgreifen mussten, die jedoch aufgrund ihrer individuellen Position eine Preispolitik verfolgen, die A-I-Anwendungen für die meisten Unternehmen von vornherein unwirtschaftlich macht. Für die Auszubildenden müsste eine Anwendungssoftware entwickelt werden, die es ermöglicht, KI mit geringem Programmieraufwand als Low-Code- oder No-Code-Anwendung universell für betriebliche Anwendungen einzusetzen und die sich als Quasi-Standard in Industrie und Handwerk etabliert oder auch von einem Normungsgremium unterstützt wird.
Herkunft des Projekts	Die für den Unterricht an berufsbildenden Schulen entwickelte Software wurde von Berufsschullehrern als sehr vereinfachtes Beispiel entwickelt, um Schülerinnen und Schülern die grundlegende Funktion von KI zu demonstrieren und zu vermitteln. An diesem Beispiel geht es nicht um öffentliche Fördermittel des Bundes.
Unterrichtsplanung	Das bestehende Angebot wird in Unterrichtssequenzen zur Robotik integriert.

Technische Voraussetzungen	Smart Factory von Festo – liefert ein Beispiel dafür, wie KI prinzipiell funktionieren kann.
Externe Stakeholder	Die Lehrer wandten sich an namhafte KI-Entwickler, um über ihre Lösungen und Methoden zu sprechen und ihre Lernsoftware weiterzuentwickeln, aber die Unternehmen zeigten kein Interesse an der Entwicklung eines benutzerfreundlichen Tools und nannten Vertraulichkeit und Geschäftsgeheimnis als Begründung.
Aufgetretene Probleme	Neben Software muss entsprechend leistungsfähige Hardware beschafft werden. Die Bilderkennung in diesem didaktisch-technischen Kontext wurde als ethisch unkritisch eingestuft, da keine personenbezogenen Daten verarbeitet werden, sondern nur Musterbauteile fotografiert wurden.
Informationen zu den Ergebnissen	Die Ergebnisse wurden mit den Schülern und unter den Lehrern diskutiert. Die Ergebnisse werden auch über die Website der Schule verbreitet und bei Schulveranstaltungen vorgestellt.

FALL 5	
Titel	KI-Einsatz zur Vorhersage von Studienabbrüchen (in der Institution implementiertes Projekt) und KI, die verwendet wird, um zu lehren, wie KI zur Automatisierung von Prozessen eingesetzt werden kann.
Akteure	Berufsschullehrer, IT-Spezialisten, Schüler, Verwaltung.
Eingesetzte KI-Technologien	<ul style="list-style-type: none"> • Tool, das für Projektzwecke erstellt wurde • Der KI-Assistent Copilot von Microsoft; ChatGPT; Tool zur Erkennung von Plagiaten.
Geplante Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Suche nach Strategien zur Erfassung von Daten aus verschiedenen Quellen zur Vorhersage von Abbruchrisiken. • Dabei geht es nicht um das theoretische Lehren und Lernen über KI, sondern um den Einsatz von KI in der Praxis. Eine der Aktivitäten zielte darauf ab, die Abfolge der Maßnahmen festzulegen, war aber weniger erfolgreich als erwartet.
Befund	<ul style="list-style-type: none"> • Es soll analysiert werden, wie und ob KI den Schulabbruch von Lernenden vorhersagen kann und ob diese Lösung für die Institution geeignet ist. Der größte Vorteil besteht darin, dass das Warnsignal kommt, bevor der Mitarbeiter es bemerkt, so dass er datengestützte Entscheidungen über Maßnahmen zur Vermeidung von Abbrüchen treffen kann. • Vorschlagen und Anwenden von Lösungen zur Vorhersage der Abbrecherquoten von Schülern.
Herkunft des Projekts	<ul style="list-style-type: none"> • Der Leiter der Institution initiierte die Projektidee vor einigen Jahren auf der Grundlage der Erfahrungen anderer Institutionen, die auf internationalen

	<p>Konferenzen vorgestellt wurden. Die ursprüngliche Idee des Projekts war zunächst, KI in irgendeiner Weise anzuwenden, und dann suchten sie nach Möglichkeiten, es für die Probleme, mit denen die Institution konfrontiert ist, relevanter zu machen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Lehrkraft unterrichtet über neue Technologien, sodass die Möglichkeit, mit KI zu experimentieren, technologischen Innovationen entspricht und es den Lernenden ermöglicht, die Fähigkeiten und das Bewusstsein für die Möglichkeiten und Risiken des KI-Tools Copilot zu üben.
Unterrichtsplanung	<p>KI ist ein Motivationsinstrument im Unterricht, da die Lernenden neugierig darauf sind, neue Tools und Innovationen zu erkunden. Die Studierenden wünschen sich mehr Möglichkeiten von KI-Anwendungen, die nicht nur zum Chatten und Textgenerieren dienen, sondern auch für die Erstellung von Anweisungsvorlagen, die eine sinnvolle Grundlage für das Ergebnis darstellen können.</p> <p>Die Lehrkraft beurteilt, ob der Einsatz von KI es einfacher macht, die richtigen Lösungen zu finden, um einen geeigneten Handlungsablauf zu erstellen.</p> <p>Der Lehrer bringt den Lernenden auch bei, die richtigen Eingabeaufforderungen zu erstellen.</p> <p>KI wird auch zur Erkennung von Plagiaten eingesetzt.</p>
Technische Voraussetzungen	<p>Die Institution hat Microsoft 365 lizenziert. Copilot ist in Microsoft 365 integriert. Abgesehen davon waren keine weiteren technischen Voraussetzungen erforderlich.</p>
Externe Stakeholder	<p>Anfangs lernten sie hauptsächlich selbstständig aus den verfügbaren digitalen Ressourcen, aber jetzt gibt es viele verschiedene Kurse, so dass sie sich das aussuchen, was sie gerade brauchen. Darüber hinaus tauschen sich die Lehrkräfte untereinander über ihre Erfahrungen aus.</p>
Aufgetretene Probleme	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Probleme aus technischer Sicht: KI zur Vorhersage der Abwanderung von Lernenden erfordert, dass Daten aus verschiedenen Quellen gesammelt werden, z. B. Moodle, E-Journals und anderen Datenbanken, was sofort zum Problem des Datenschutzes und unterschiedlicher Datenformate führt. Dann zeigt sich, dass die künstliche Intelligenz in dieser Frage weniger nützlich ist, als erwartet. • Es fehlt an Werkzeugen, die den spezifischen Bedürfnissen der Berufsschulen gerecht werden. Diejenigen, die es gibt, sind teuer oder haben einen eingeschränkten Zugang.
Informationen zu den Ergebnissen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorschlagen und Anwenden von Lösungen zur Vorhersage der Abbrecherquoten von Schülern. • Das Ziel ist einfach: Wenn ein Lehrer über neue Technologien unterrichtet, möchte er, dass die Schüler diese Technologien sofort anwenden. Die Lernenden schätzen die Möglichkeit, den richtigen Einsatz von KI zu üben, um

	Lösungen zu finden, Anweisungen zu erstellen und diese kritisch zu bewerten, sowie die Relevanz und reale Anwendung dieser Erfahrung. Die generierten Instruktionen erlauben auch das Erkennen von Fehlern, wenn Instruktionen nicht eindeutig generiert werden. In diesem Fall müssen die Schüler überdenken, wie sie es besser machen können.
--	---

FALL 6	
Titel	Kritischer Einsatz von KI für die Text- und Bildgenerierung
Akteure	Erwachsene Lernende, Trainer aus Beruflicher Fort- und Weiterbildung
Eingesetzte KI-Technologien	Canva, ChatGPT, SlidesAI
Geplante Aktivitäten	Lernende an KI heranzuführen, ethische Fragen offenzulegen, kritisches Bewusstsein für den Einsatz von KI zur Text- oder Bildgenerierung zu schärfen und die Diskussion mit Lernenden über ethische Fragen zu fördern.
Ergebnisse [erwartet]	Sensibilisierung für den Einsatz von KI bei der Text- und Bildgenerierung. Sensibilisierung für ethische Dilemmata, Autorenschaft, Zitation und Datenschutz.
Herkunft des Projekts	Die Idee, dieses Thema für erwachsene Lernende zu nutzen, wurde von der Lehrerin vorgeschlagen, die Expertin für Bildungstechnologien ist. Sie entwarf ein 25-stündiges Schulungsmaterial für Blended Learning.
Unterrichtsplanung	Da das Ziel darin bestand, das Bewusstsein zu schärfen und den Einsatz und das Potenzial von KI kritisch zu bewerten, wurden 2 Lernergebnisse konzipiert und anschließend Lernressourcen und Aktivitäten geplant. Die Lernenden wurden mit den internationalen Dokumenten und Berichten über den Einsatz von KI beim Lernen vertraut gemacht, diskutierten bestehende Praktiken und führten Debatten zum Thema "KI-Bild gewinnt Kunstinhalte" und ähnliches. Die Lernenden nutzten ChatGPT, um die Dokumente zusammenzufassen und Hauptaspekte, Bedenken und Empfehlungen hervorzuheben. Die Ergebnisse wurden mit CANVA visualisiert und anschließend in der Gruppe diskutiert.
Technische Voraussetzungen	Es wurden freie Versionen von KI-Technologien verwendet, so dass keine weiteren technischen Anforderungen erforderlich waren.
Externe Stakeholder	
Aufgetretene Probleme	Es war schwer zu erklären, warum der Einsatz von KI ebenso als Risiko wie als Potenzial angesehen werden sollte. Datenschutz (dass Lernende beim "Experimentieren" mit ChatGPT zu viele persönliche Informationen hochladen könnten).
Informationen zu den Ergebnissen	Die Lernenden freuten sich zu lernen, wie man Prompts erstellt, um zu sehen, wie Text generiert wird.

	Die Lernenden sensibilisierten für Themen wie Datenschutz, Weitergabe von Daten an Dritte und andere ethische Dilemmata.
--	--

FALL 7	
Titel	Einführung von KI-Chatbots im Lernmanagementsystem für kontinuierliche Weiterbildung
Akteure	Aus- und Weiterbildungsbüro, IT-Projektleiter, Mitarbeiter
Eingesetzte KI-Technologien	Lernmanagementsystem, KI-Chatbot
Geplante Aktivitäten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Treffen mit beteiligten IT-Verantwortlichen 2. Identifizierung und Einbindung der Testgruppe 3. Definition von KI-Testzeiten auf der Plattform 4. Besprechung und Feedback durch Zufriedenheitsumfrage
Ergebnisse [erwartet]	<ul style="list-style-type: none"> • Implementierung eines intelligenten Tutoresystems im LMS, welches Benutzer bei der Auswahl und dem Zugriff auf verfügbare Kurse auf der Plattform unterstützt. • Autonome Entwicklung der Fähigkeiten der Arbeitnehmer
Herkunft des Projekts	Initiative des Amtes für Aus- und Weiterbildung
Unterrichtsplanung	
Technische Voraussetzungen	Das LMS muss in der Lage sein, die KI-Chatbot-Funktionalität zu implementieren
Externe Stakeholder	Die Anbieter der LMS-Plattform
Aufgetretene Probleme	<ul style="list-style-type: none"> • Die Mitarbeiter und Arbeiter, die an der Schulung teilnehmen, haben Schwierigkeiten beim Zugriff auf die Plattform • Mangelnde digitale Kompetenzen und schlechte oder fehlende digitale Denkweise bei den Betreibern
Informationen zu den Ergebnissen	

FALL 8	
Titel	Einführung des Einsatzes von KI in den ersten Lehrplan für Grafikdesign in der Berufsbildung
Akteure	Lehrer und Schüler
Eingesetzte KI-Technologien	Adobe Firefly, Perplexity, Chat GPT, Midjourney
Geplante Aktivitäten	KI-Tools werden den Studierenden während der praktischen Grafikdesign-Tätigkeiten als Arbeitswerkzeuge gezeigt

Befund	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen den Umgang mit den neuen KI-Werkzeugen für Grafik und Recherche/Informationsgenerierung, auch wenn diese Themen noch nicht im Lehrplan enthalten sind • Einfügen eines aktualisierten Lehrplans mit Fähigkeiten im Zusammenhang mit dem Einsatz von KI im Grafikdesign, aber nicht nur
Herkunft des Projekts	Freie Initiative von Berufsbildungslehrern der Grafikdesign-Disziplinen
Unterrichtsplanung	Bei den Arbeiten wird auch eine Software zur Bildgenerierung eingesetzt
Technische Voraussetzungen	Der Zugang zu KI-Diensten zur Bilderzeugung und eine stabile Internetverbindung sind erforderlich
Externe Stakeholder	Experten für Urheberrecht wurden hinzugezogen, um Lehrkräfte in Fragen im Zusammenhang mit dem Urheberrecht von Bildern, die mit KI generiert wurden, zu schulen.
Aufgetretene Probleme	Viele Kolleginnen und Kollegen haben Widerstand gezeigt, indem sie dem Einsatz innovativer Technologien ablehnend gegenüberstehen und den Wunsch geäußert haben, den derzeitigen Lehrplan beizubehalten.
Informationen zu den Ergebnissen	Die Schulleitung hat sich mit der Aktualisierung des Lehrplans befasst.

FALL 9	
Titel	KI & Business Automation Workshop
Akteure	Workshop-Moderatorin, Trainingsagentur, Event-Sponsor
Eingesetzte KI-Technologien	OpenAI ChatGPT, GPT-Plugins, ergänzende KI-Tools, Zapier, Excel und Google Sheet
Geplante Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Was ist Künstliche Intelligenz (KI)? • Die Evolution der KI • Was ist AI Prompting? • Beispiele für KI-Eingabeaufforderungen • Was ist ChatGPT? • ChatGPT effizient nutzen • Was sind ChatGPT-Plugins? • ChatGPT-Plugins effizient nutzen • Generieren von Bildern mit DALL-E in ChatGPT4 • Ergänzende KI-Tools • Was ist Zapier? • Zapier effizient nutzen • - Fortgeschritten: Lass uns Zapier mit ChatGPT verwenden!

Befund	<p>Dieser Workshop ist sorgfältig für absolute Anfänger konzipiert und gewährleistet ein umfassendes Verständnis dafür, wie KI sowohl die geschäftliche als auch die persönliche Produktivität revolutionieren kann.</p> <p>Diese praktische Übung, kuratiert von branchenführenden Experten, bietet einen praktischen Ansatz zum Verständnis und zur Umsetzung von KI-Strategien. Die Übung ist nicht nur theoretisch; Sie verspricht greifbare Ergebnisse, die die Teilnehmer sofort in ihrem Unternehmen anwenden können, und steigert sowohl die betriebliche als auch die persönliche Produktivität.</p> <p>Darüber hinaus ist es in einer sich ständig weiterentwickelnden Geschäftslandschaft von entscheidender Bedeutung, der Zeit voraus zu sein. Dieser Workshop stattet die Teilnehmer nicht nur mit aktuellen Best Practices aus, sondern bereitet sie auch auf die Zukunft des Geschäftsbetriebs vor und stellt sicher, dass sie und ihr Unternehmen an der Spitze der Innovation bleiben.</p> <p>Am Ende der Sitzung haben die Teilnehmer eine klare Roadmap, wie sie KI und Automatisierung in ihr persönliches Leben und ihre Geschäftsstrategien integrieren können, um Effizienz, Erfolg und einen Wettbewerbsvorteil zu gewährleisten.</p>
Herkunft des Projekts	<p>Der Workshop wurde vom Unity Growth-Team entwickelt, um der steigenden Nachfrage nach dem Verständnis und der effizienten und effektiven Nutzung der Leistungsfähigkeit von KI-Tools bei der Erledigung täglicher Aufgaben gerecht zu werden.</p>
Unterrichtsplanung	<p>Der Moderator gibt eine Einführung in das Konzept der KI und dann eine Einführung in das KI-Prompting mit Beispielen.</p> <p>Dann die Werkzeuge, die während des Workshops verwendet werden sollen.</p> <p>Die Teilnehmer replizieren mit ihren Laptops das, was der Moderator präsentiert hat.</p>
Technische Voraussetzungen	<p>Laptop und Internetanschluss</p>
Externe Stakeholder	
Aufgetretene Probleme	<p>Es müssen genügend Netzstecker und Verlängerungskabel vorhanden sein, um die Laptops der Teilnehmer lange genug mit Strom zu versorgen, bis der Workshop beendet ist.</p>
Informationen zu den Ergebnissen	<p>Weitere Ergebnisse dieses Workshops:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Grundlagen der KI und ihre Rolle in der modernen Wirtschaft. • Praktische "Learning by Doing"-Übungen: Bringen Sie Ihren Laptop mit und legen Sie los! • Beherrschung von Techniken zur Generierung von Aufforderungen für eine effektive KI-Kommunikation.

	<ul style="list-style-type: none"> • Rationalisierung und Automatisierung Ihrer täglichen persönlichen und beruflichen Arbeitsabläufe. • Praktische Möglichkeiten, KI nahtlos in Ihren Alltag zu integrieren. • Vorbereitung auf die Zukunft automatisierter Geschäftsabläufe. • Strategien, um eine 10-fache Steigerung Ihrer Produktivität zu erreichen. • Nutzung der Leistungsfähigkeit von KI für effiziente und tiefgreifende Forschung. • Erkunden und Verwenden von KI-Plug-ins und -Erweiterungen für erweiterte Funktionen. • Beispiele aus der Praxis, die die transformative Wirkung von KI in verschiedenen Szenarien veranschaulichen. • Einblicke von Branchenexperten zu KI-Trends und -Innovationen.
--	---

FALL 10	
Titel	Intelligente KI-Innovatoren
Akteure	Lehrer und Schüler
Eingesetzte KI-Technologien	LOBE (Microsoft)
Geplante Aktivitäten	<p>Das Projekt zielt darauf ab, ein umfassendes und sofort einsatzbereites Toolkit für intelligente KI-Innovatoren zu entwerfen, zu entwickeln und zu testen, das Ausbilder/Führungskräfte in der beruflichen Aus- und Weiterbildung dabei unterstützt, das Ökosystem von KI-Technologien einzuführen, die mit fortgeschrittenen digitalen Fähigkeiten wie Programmieren und Videospielentwicklung unter Verwendung der Unity-Engine in Schullehrplänen unterstützt werden, basierend auf einem multidisziplinären STEAM-orientierten Ansatz für reale Szenarien, der sich auf den Einsatz von DIGITALER INNOVATION für SOZIALEN WANDEL konzentriert.</p> <p>Jetzt beginnt die Pilotphase mit zwei Kursen, Telekommunikation und Computersysteme und Computersystemverwaltung. Das Ergebnis des Pilotprojekts wird der Entwurf einer Anwendung (Python oder Javascript) für die Objekterkennung sein. Sie arbeiten auf der Grundlage von Herausforderungen/Projekten und in Teams (sie folgen der Ethazi-Methodik) und das Team, das am besten abschneidet, hat die Möglichkeit, eine Woche lang mit Schülern anderer teilnehmender Schulen zusammenzuarbeiten.</p>
Befund	Das Ergebnis des Pilotprojekts wird der Entwurf einer Anwendung (Python oder Javascript) zur Objekterkennung sein. Im Idealfall, so ihre Meinung, könnte die Anwendung auf andere Anwendungen ausgeweitet werden. Das Team, das am

	besten abschneidet, hat die Möglichkeit, eine Woche lang mit Schülern anderer teilnehmender Schulen zusammenzuarbeiten.
Herkunft des Projekts	Um in einer technologiegetriebenen Wirtschaft erfolgreich zu sein, müssen Ausbilder, Pädagogen, Arbeitnehmer, aber vielleicht auch vor allem die "Lockdown-Generation", deren Bildungs- und Beschäftigungsaussichten durch die Pandemie beeinträchtigt wurden, digital kompetent und selbstbewusst sein, um in einem sich schnell verändernden Umfeld erfolgreich zu sein und sich an neue Technologien anzupassen. Im Falle dieses Berufsbildungszentrums kam die Idee von der Innovationsabteilung und einigen Lehrern, weil sie Bedenken hatten, mit dem Einsatz von KI zu beginnen und sich damit vertraut zu machen.
Unterrichtsplanung	Es werden gemischte Teams gebildet, die einige Stunden pro Woche daran arbeiten, eine Anwendung zu entwickeln, die Objekte in einem Bild erkennt.
Technische Voraussetzungen	Microsoft LOBE Python
Externe Stakeholder	Unternehmen der Branche
Aufgetretene Probleme	Noch nicht
Informationen zu den Ergebnissen	Noch nicht

FALL 11	
Titel	AI4FEMALES: Künstliche Intelligenz (KI) und das Internet der Dinge (IoT) als digitale Werkzeuge, die Frauen dazu inspirieren, Studienfächer mit Bezug zu Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) zu wählen.
Akteure	Lehrer und Schüler
Eingesetzte KI-Technologien	
Geplante Aktivitäten	AI4Females möchte die Gleichstellung der Geschlechter in der Wissenschaft fördern. Die Schwerpunkte des Projekts werden sich auf folgende Bereiche konzentrieren: <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Lehrpläne der Schulen, einschließlich neuer geregelter und genehmigter Inhalte, die an die Kompetenzen der Berufsausbildung angepasst sind. • Entwicklung von Schulungsmaterial für die Zukunft, das es den Studenten ermöglicht, neue Kenntnisse im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz zu erwerben, die in ihren zukünftigen Jobs und in der Industrie angewendet werden können. • Hervorhebung der wichtigen Rolle von Frauen in MINT-Berufsbildungsschulen.

	<ul style="list-style-type: none"> • Junge Mädchen durch Vorbildbildung dazu inspirieren, MINT-Berufsschulen zu besuchen. • Verbesserung der Fähigkeiten von Lehrern und Schülern in den Bereichen Internet der Dinge und künstliche Intelligenz. <p>Die geplanten Aktivitäten im Zusammenhang mit der Folgenabschätzung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellen Sie Dokumentationen zu technischen Aspekten von KI. • Erstellen Sie drei IoT- und IA-Projekte, die für Frauen attraktiv sein könnten.
Befund	<p>Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation zu KI (in diesem Fall zur KI-Theorie und APIs). • Erstellen Sie drei Projekte für jedes der 4 Berufsbildungszentren. • Nehmen Sie an einem Kurs über KI teil • Reise mit den Schülern nach Portugal und Polen • Empfangen Sie Studenten aus Portugal
Herkunft des Projekts	<p>Sie wurden eingeladen, an einem Erasmus+ KA2-Projekt teilzunehmen. Das Projekt war bereits KI-orientiert. Die Schule hatte bereits ein Mitglied der Abteilung, das in Teilzeit an IA in Tknika arbeitete, und sie führten bereits einige kleine IA-Projekte mit den Schülern durch (KI-Embebida: ESP32-Cam und Edge-Impulse).</p> <p>In der Abteilung Elektronik und Telekommunikation gibt es eine Gruppe von Lehrkräften, die sich an Erasmus+-Projekten orientieren. Als die Einladung einging, wurde der Umfang der verfügbaren Arbeits- und Personalressourcen bewertet, und es wurde beschlossen, die Einladung anzunehmen (zu diesem Zeitpunkt ist nicht bekannt, ob das Projekt durchgeführt wird oder nicht).</p>
Unterrichtsplanung	<p>Dass es Handbücher, praktische Beispiele und Videos gibt, ist sehr nützlich für ein erstes Verständnis. Es gibt keine genauen Zahlen, aber es sind viele. Es könnten leicht 8 Stunden pro Woche sein, für zwei Jahre summiert es sich auf 800 Stunden.</p>
Technische Voraussetzungen	<p>Um die Projekte im Zusammenhang mit diesem Erasmus+KA2 realisieren zu können, mussten sie Hardware kaufen, insbesondere zwei Jetson nano</p> <p>Das Projekt selbst stellt Geld zur Verfügung, um die Trainings zu realisieren.</p>
Externe Stakeholder	<p>Nein, aber das Erasmus+KA2-Projekt selbst beinhaltet einen Schulungskurs zu IA.</p>
Aufgetretene Probleme	<p>Nicht Besonderes. Es gibt Zeiten, in denen die Projekte nur langsam voranschreiten.</p>
Informationen zu den Ergebnissen	<p>Die Studenten hatten die Möglichkeit, nach Polen zu reisen und alle laufenden Projekte zu sehen. Insgesamt gibt es für jedes der vier teilnehmenden Berufsbildungszentren drei Projekte, also insgesamt 12 Projekte. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich mit den einzelnen Berufsbildungszentren über ihre Eindrücke zu den einzelnen Projekten austauschen.</p> <p>Es gibt einen Tag in der Schule, an dem diese Art von Arbeit gezeigt wird. Allen Lehrkräften wurde erklärt, worum es bei dem Erasmus+KA2-Projekt geht, und sie konnten sich ein Bild von den laufenden Projekten machen.</p>

Literatur

- Aguinis, H. & Kraiger, K. (2009). Benefits of Training and Development for Individuals and Teams, Organizations, and Society. *Annual Review of Psychology*, *60*(1), 451–74. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163505>
- Alfaro, L., Rivera, C., Castaneda, E., Zuniga-Cueva, J., Rivera-Chavez, M., & Fialho, F. (2020). A review of intelligent tutorial systems in computer and web based education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *11*(2), 755–763. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110295>
- Alkhatlan, A. & Jugal Kalita, J. (2019). Intelligent Tutoring Systems. A Comprehensive Historical Survey with Recent Developments. *International Journal of Computer Applications*, *181*(43), 1-20
DOI: 10.5120/ijca2019918451
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A.E. & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial Intelligence and Reflections from Educational Landscape: A Review of AI Studies in Half a Century. *Sustainability* 2021, *13*, 800. <https://doi.org/10.3390/su13020800>
- Briner, R.B. & Denyer, D. (2012), “Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool”, *Handbook of Evidence-Based Management: Companies, Classrooms and Research*, pp. 112-129.
- Bressame, A., Spalding, M., Zwim, D., Loureiro, A.I.S., Bankole, A.O., Negri, R.G., de Brito Junior, L., Formiga, J.K.S., Medeiros, L.C.d.C., Pampuch Bortolozze, L.A., & Moruzzi, A. (2022). Fuzzy artificial intelligence-based model proposal to forecast student performance and retention risk in engineering education: An alternative for handling with small data. *Sustainability*, *14*, 14071. <https://doi.org/10.3390/su142114071>
- Charmaz, K. (2008), “Reconstructing grounded theory”, in Alasuutari, P., Bickman, L. and Brannen, J. (Eds), *The Sage Handbook of Social Research Methods*, pp. 461-478, Sage, London.
- De Paolis, L. T. (2012). Applicazione interattiva di realtà aumentata per i beni culturali. *SCIRES-IT SCientific REsearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione Vol 2, Issue 1 (2012)*, 121-132.

- Di Tore, P. A. (2023). Artificial Intelligence and educational processes according to Artificial Intelligence. *Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching - ISSN 2785-5104 - Anno 3 n. 1 (2023)*.
- Deng, X., & Yu, Z. (2022). A Systematic Review of Machine-Translation-Assisted Language Learning for Sustainable Education. *Sustainability, 14*, 7598. <https://doi.org/10.3390/su14137598>
- Gamage, S. H., Ayres, J. R., & Behrend, M. B. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>
- Glaser, B.G., Strauss, A.L. and Strutzel, E. (1968), "The discovery of grounded theory; strategies for qualitative research", *Nursing Research*, Vol. 17 No. 4, p. 364.
- Grassi, E. (2022). Intelligenza artificiale e riflessioni teoriche sul mutamento tecnologico. *ISSN (print) 1824-4750*. DOI: 10.57611/qts.v1i1.116
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P. & Roig-Vila, R. (2021) Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Appl. Sci. 11*, 5467. <https://doi.org/10.3390/app11125467>
- Humble, N. & Mozelius, P. (2022). The threat, hype, and promise of artificial intelligence in education. *Discover Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00039-z>
- Kooli, C. (2023). Chatbots in Education and Research: A Critical Examination of Ethical Implications and Solutions. *Sustainability 2023, 15*, 5614. <https://doi.org/10.3390/su15075614>
- Lameras, P., & Arnab, S. (2021). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information, 13*(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- Luan H, Geczy P, Lai H, Gobert J, Yang SJH, Ogata H, Baltes J, Guerra R, Li P & Tsai C-C (2020) Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education. *Front. Psychol. 11:580820*. doi: 10.3389/fpsyg.2020.580820
- Maghsudi. S. Lan. A. Xu. J. & Schaar. M. (2021). Personalized Education in the Artificial Intelligence Era. What to expect next. *IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE. Vol. /21 May 2021*.
- Mallik, S., & Gangopadhyay, A. (2023). Proactive and reactive engagement of artificial intelligence methods for education: A review. *Frontiers in Artificial Intelligence, 6*, 1151391. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1151391>

- McCharty, J. (2007). What is artificial intelligence? *Computer Science Department Stanford University Stanford, CA 9430*.
- Mohamed, M. Z. b., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. b., Sabri, N. b. M., Mahmud, M. K. H. b., & Baharuddin, S. N. b. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Okonkwo, C., W. & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education Artificial Intelligence* 2(2):100033
- Oxford Advanced Learner's Dictionary. (n.d.). Best practice. In *Oxford Advanced Learner's Dictionary*.
- Perini, M. and Tacconi, G. (2017), "ICT integration in teaching practice: can we go beyond the experimentation?", *Forma Re-open Journal per la formazione in rete*, Vol. 17 No. 3, pp. 101-115.
- Perini, M. and Pentassuglia, M. (2018), "One step forward: advancing knowledge on Italian VETlaboratory in-structional practices", *Trends in vocational education and training research. Proceedings of the European Conference on Educational research (ECER), Vocational Education and Training Network (VETNET)*, pp. 289-296.
- Ramesh, D., & Sanampudi, S. K. (2022). An automated essay scoring systems: a systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 55(3), 2495-2527. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10068-2>
- Rangel-de Lázaro, G. & Duart, J. M. (2023). You Can Handle, You Can Teach It: Systematic Review on the Use of Extended Reality and Artificial Intelligence Technologies for Online Higher Education. *Sustainability* 2023, 15, 3507 <https://doi.org/10.3390/su15043507>
- Reis-Marques, C., Figueiredo, R& de Castro Neto, M. (2021). Applications of Blockchain Technology to Higher Education Arena: A Bibliometric Analysis. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.* 2021, 11, 1406–1421. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11040101>
- Riva, G. & Gaggioli, A. (2019). *Realtà virtuali. Gli aspetti psicologici delle tecnologie simulate e il loro impatto sull'esperienza umana*. Giunti.

- Saghiri, M. A., Vakhnovetsky, J., & Nadershahi, N. (2021). Scoping review of artificial intelligence and immersive digital tools in dental education. *Journal of Dental Education*. <https://doi.org/10.1002/jdd.12856>
- Salas-Pilco, S.Z., Xiao, K. & Hu, X. (2022a). Artificial Intelligence and Learning Analytics in Teacher Education: A Systematic Review. *Educational Science 2022*, 12, 569. <https://doi.org/10.3390/educsci12080569>
- Salas-Pilco, S.Z., Xiao, K. & Oshima, J. (2022b). Artificial Intelligence and New Technologies in Inclusive Education for Minority Students: A Systematic Review. *Sustainability 2022*, 14, 13572. <https://doi.org/10.3390/su142013572>
- Shaik, T., Tao, X., Li, Y., Dann, C., McDonald, J., Redmond, P., & Galligan, L. (2022). A review of the trends and challenges in adopting natural language processing methods for education feedback analysis. *IEEE Access*, 10.
- Shenkoya, T. & Kim, E. (2023). Sustainability in Higher Education: Digital Transformation of the Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Open Knowledge. *Sustainability* 15(3):2473
- Soofi, A. A., & Ahmed, M. U. (2019). A systematic review of domains, techniques, delivery modes and validation methods for intelligent tutoring systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(3), 99–107.
- Tahiru, F. (2021). AI in Education: A Systematic Literature Review. *Journal of Cases on Information Technology*, 23(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/jcit.2021010101>
- Tan, S. C., Lee, A. V. Y., & Lee, M. (2022). A systemic review of artificial intelligence techniques for collaborative learning over the past two decades. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100097>
- Tacconi, G., Baratter, P. and Perini, M. (2019), “Analisi delle interviste dei docenti”, in Castoldi, M. (Ed.), *Imparare a leggere ea scrivere: efficacia delle pratiche di insegnamento*, Provincia autonoma di Trento - IPRASE, pp. 191-246.
- Tommasi, F., Perini, M., & Sartori, R. (2022). Multilevel comprehension for labor market inclusion: a qualitative study on experts' perspectives on Industry 4.0 competences. *Education+ Training*, 64(2), 177-189.

- Wang-Kin. C. (2021). Pedagogy of Emerging Technologies in Chemical Education during the Era of Digitalization and Artificial Intelligence: A Systematic Review. *Educ. Sci.* 2021, 11, 709. <https://doi.org/10.3390/educsci11110709>
- Xu, W. & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education* 9(1)
- Yue, M., Jong, M. & Yun, D. (2022). Pedagogical Design of K-12 Artificial Intelligence Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 14, 15620. DOI:[10.3390/su142315620](https://doi.org/10.3390/su142315620)
- Zanettia, M., Rendingab, S., Piccicic, L., & Peluso Cassesed, F. (2020). Potential risks of artificial intelligence in education. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 20(1), 368–378. <http://dx.doi.org/10.13128/form-8113>
- Zheqian Su et al (2019), Artificial Intelligence Promotes the Evolution of English Writing Evaluation Model. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 646 012029
- Zhi-Hua Z. (2021), *Machine Learning*, Springer Nature, Singapore.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen Teilnehmern, die großzügig ihre Zeit, ihre Einsichten und ihr Fachwissen in unsere Umfrage und Interviewreihe zur Integration von Künstlicher Intelligenz in die Bildung eingebracht haben. Ihre vielfältigen Perspektiven und unschätzbaren Erfahrungen haben maßgeblich dazu beigetragen, unser Verständnis dieses dynamischen Bereichs zu verbessern. Wir sind auch den Projektpartnern dankbar für ihren kooperativen Geist, ihr Engagement und ihre Bemühungen bei der Verwaltung und Umsetzung der verschiedenen Projektaktivitäten. Schließlich danken wir der akademischen und Forschungsgemeinschaft für ihre grundlegende Arbeit im Bereich KI und Bildung, die unseren Ansatz und unsere Methoden maßgeblich beeinflusst hat.

Kontakt: www.aipioneers.org



Dieses Werk wird unter Creative Commons Attribution Non-Commercial Share Alike 4.0 International veröffentlicht.