



KI-Campus

Die Lernplattform
für Künstliche Intelligenz

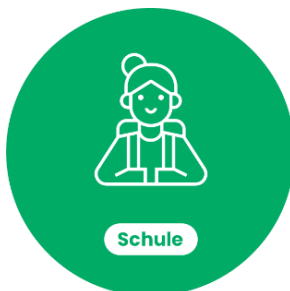
DISKUSSIONSPAPIER | MÄRZ 2023

Künstliche Intelligenz in der Bildung

Drei Zukunftsszenarien und fünf Handlungsfelder

Autor:innen

Johannes Schleiss, Dana-Kristin Mah, Katrin Böhme, David Fischer,
Janne Mesenhöller, Benjamin Paaßen, Sabrina Schork, Johannes Schrupf



Inhalt

| | |
|--|-----------|
| Abstract | 1 |
| 1. Kurzüberblick: Künstliche Intelligenz in der Bildung | 1 |
| Johannes Schleiss und Dana-Kristin Mah | |
| 2. Drei Zukunftsszenarien für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der institutionellen Bildung | 3 |
| 2.1 Szenario 1: Künstliche Intelligenz im Kontext der Hochschulen | 3 |
| Sabrina Schork | |
| 2.2 Szenario 2: Begleitung der Weiterbildung und des Lebenslangen Lernens | 8 |
| Benjamin Paaßen und Johannes Schrumpf | |
| 2.3 Szenario 3: Künstliche Intelligenz als Unterstützungstool im Schulkontext | 12 |
| Katrin Böhme, David Fischer und Janne Mesenhöller | |
| 3. Handlungsfelder, Diskussion und Ausblick | 16 |
| Dana-Kristin Mah und Johannes Schleiss | |
| 4. Literaturverzeichnis | 19 |
| Impressum | |

Abstract

Die voranschreitende Digitalisierung und insbesondere der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Bildung eröffnen neue Möglichkeiten des Lernens. Bildung kann stärker individuell sowie zeitlich und räumlich entgrenzt stattfinden. ChatGPT verdeutlicht, wie dynamisch die Entwicklungen im Bereich KI sind. Das in Zunahme begriffene Interesse am Thema KI allgemein sowie KI in der Bildung kommt dem erforderlichen Austausch zwischen zentralen Akteur:innen zugute. Dieses Diskussionspapier präsentiert drei Zukunftsszenarien für den Einsatz von KI in der institutionellen Bildung: Hochschule, Weiterbildung und Schule. Im Fokus stehen die übergeordneten Fragestellungen nach Voraussetzungen und Gelingensbedingungen einer erfolgreichen Anwendung sowie nach gemeinsamen Handlungsfeldern für zentrale Stakeholder. Fünf Handlungsfelder für den Einsatz von KI in institutioneller Bildung sind auf Grundlage der skizzierten Zukunftsszenarien hervorzuheben: (1) Interdisziplinäre Zusammenarbeit, (2) Qualifizierungsangebote und Kompetenzentwicklung, (3) Digitale Infrastruktur und Personal, (4) Ethik und Datensouveränität sowie (5) Interoperabilität von Daten in Bildungskontexten. Ziel des vorliegenden Diskussionspapiers ist es, den kooperativen Austausch zwischen relevanten Stakeholdern anzuregen.

1. Kurzübersicht: Künstliche Intelligenz in der Bildung

Johannes Schleiss und Dana-Kristin Mah

Künstliche Intelligenz in der Bildung wird schon seit einigen Jahren intensiv erforscht und in einigen Bereichen auch eingesetzt (de Witt et al., 2020; Wannemacher & Bodmann, 2021; Wollny et al., 2021; Zawacki-Richter et al., 2019). Mit der Veröffentlichung von ChatGPT Ende des Jahres 2022 hat das Thema KI in der Bildung an medialer Aufmerksamkeit und Dynamik gewonnen. Die Diskussionen im Bildungskontext umfassen insbesondere Auswirkungen auf (akademisches) Schreiben und Recherchieren, Prüfungen sowie auf die Hochschullehre bzw. den schulischen Unterricht¹.

Einen Überblick zu ChatGPT in der Hochschullehre bietet beispielweise die kommentierte Linksammlung des Hochschulforum Digitalisierung (HFD)² oder die Linksammlung der Technischen Universität Berlin³. Auch vor dem öffentlichen Zugang zu ChatGPT war bereits klar: Künstliche Intelligenz bekommt eine immer größere Relevanz in Alltag und Beruf (z. B. Übersetzungen, Sprachsteuerung, autonomes Fahren). Kenntnisstand und die Selbsteinschätzung von Kompetenzen im Hinblick auf KI weichen jedoch innerhalb der deutschen Bevölkerung erheblich voneinander ab (Overdiek & Petersen, 2022; Pfaff-Rüdiger et al., 2022). Auch der Einfluss von KI auf den eigenen Alltag wird kaum wahrgenommen – in einer

J. Schleiss (✉) • D.-K. Mah
johannes.schleiss@ovgu.de
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

D.-K. Mah
dana-kristin.mah@stifterverband.de
Stifterverband/KI-Campus, Berlin, Deutschland

¹ <https://www.forschung-und-lehre.de/lehre/chatgpt-ein-meilenstein-der-ki-entwicklung-5271>

² <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/chatgpt-im-hochschulkontext-kommentierte-linksammlung>

³ <https://www.tu.berlin/bzhl/ressourcen-fuer-ihre-lehre/ressourcen-nach-themenbereichen/ki-in-der-hochschullehre>

repräsentativen Umfrage geben lediglich 14 Prozent der befragten Bürger:innen an, dass KI starken bis sehr starken Einfluss auf ihr Leben habe (Overdiek & Petersen, 2022). Erwerbstätigen ist ebenfalls oft nicht bewusst, dass sie mit KI-basierten Systemen arbeiten (Giering et al., 2021).

Die deutsche Bundesregierung (2018) engagiert sich seit einigen Jahren zunehmend im Bereich Künstliche Intelligenz. Mit Blick auf die institutionelle Bildung wird KI als Lerninhalt und Methode im Rahmen von Digitalisierungs- und Zukunftsstrategien verstärkt gefordert und integriert (European Commission, 2020, 2021; Mah & Torner, 2022a, 2022b; Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK), 2022; Wannemacher & Bodmann, 2021). Mittels nationaler Förderprogramme wird die Digitalisierung in der Hochschulbildung im Allgemeinen sowie speziell zu KI adressiert.^{4 5} Zudem wird KI als ein Digitalisierungsbaustein durch vielfältige Förderprogramme in Bildungsinstitutionen gefördert.

Wie sieht es jedoch mit der Anwendung von KI in der Bildung aus („Mit KI lernen“)? Einen Überblick präsentieren de Witt et al. (2020), wenngleich durch die Dynamik im Bereich KI mittlerweile eine Aktualisierung erforderlich ist. Zudem lohnt sich der internationale Vergleich, denn insbesondere in englischsprachigen Ländern, aber auch in China wird KI im institutionellen Bildungskontext erforscht und eingesetzt (Zawacki-Richter et al., 2019).

Institutionelle Bildung in Deutschland ist maßgeblich von folgenden **zentralen Stakeholdern** geprägt:

- **Mikroebene:** Lernende, Lehrende, Anwender:innen
- **Mesoebene:** Institutionen (z. B. Hochschulen, Schulen, Weiterbildungsträger), Entscheidungsträger:innen in Bildungsinstitutionen (z. B. Hochschulleitungen, Schulleitungen), (Bildungs-)Unternehmen und Stiftungen
- **Makroebene:** Politik auf Landesebene, Bundesebene und teils auf europäischer Ebene

Durch die Digitalisierung von Bildung können neben diesen zentralen Stakeholdern zunehmend auch (Educational-Technology-)Unternehmen (sogenannte EdTech-Unternehmen) einen unterstützenden Faktor innerhalb der institutionellen Bildung einnehmen. Der technologische Fortschritt und der Einsatz von KI in der Bildung bestärken diesen Trend. Im Gegenzug zeigt sich auch, dass hier ein Diskurs über die kommerziellen Interessen und ethische Grundprinzipien geführt werden muss (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V., 2023).

Ziel dieses Diskussionspapiers ist es, einen Diskurs über die Anwendung von KI in der institutionellen Bildung anzuregen. Dabei gilt es, die Gelingensbedingungen an konkreten Anwendungsszenarien aufzuzeigen und das Thema entsprechend zu kontextualisieren.

Das Diskussionspapier adressiert folgende übergreifende Fragestellungen:

- **Zukunftsszenarien:** Was sind exemplarische Zukunftsszenarien für den Einsatz von KI in der institutionellen Bildung?
- **Voraussetzungen und Gelingensbedingungen:** Was sind Voraussetzungen und Gelingensbedingungen eines Einsatzes von KI in institutioneller Bildung auf Mikro-, Makro- und Mesoebene?

⁴ <https://www.gwk-bonn.de/themen/foerderung-von-hochschulen/kuenstliche-intelligenz-in-der-hochschulbildung>

⁵ https://www.wihoforschung.de/wihoforschung/de/bmbf-projektfoerderung/foerderlinien/forschung-zur-digitalen-hochschulbildung/forschung-zur-digitalen-hochschulbildung-2/forschung-zur-digitalen-hochschulbildung_node.html

- **Kollaboration:** Was sind Anknüpfungspunkte für den gemeinsamen Austausch zwischen zentralen Akteur:innen im Themenfeld KI und institutioneller Bildung?

Im Folgenden werden drei Zukunftsszenarien zur Anwendung von KI in der institutionellen Bildung mit Fokus auf Weiterbildung, Hochschule und Schule vorgestellt. Dabei werden zu jedem Zukunftsszenario zunächst der theoretische Hintergrund skizziert, ein beispielhaftes Szenario beschrieben und Handlungsempfehlungen für die Stakeholder gefolgert. Abschließend werden fünf übergreifende Handlungsfelder abgeleitet und weiterführende Diskussionsimpulse formuliert.

2. Drei Zukunftsszenarien für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der institutionellen Bildung

2.1 Szenario 1: Künstliche Intelligenz im Kontext der Hochschulen

Sabrina Schork

2.1.1 Hintergrund

Zurzeit gibt es 422 Hochschulen in Deutschland (Statista, 2023). Professor:innen stehen insbesondere in staatlichen Einrichtungen bzw. Universitäten vor der Herausforderung, dass viele Studierende gleichzeitig in großen Gruppen ausgebildet werden müssen. Die Zusammensetzung solcher Gruppen kann je nach Hochschule divers – hinsichtlich Alter, Herkunft, Gender, Denkstilen, Numerus Clausus etc. – sein. Höhere Bildungseinrichtungen in Deutschland setzen vor allem die Open-Source-Plattform Moodle ein. Das bestätigt auch die folgende Abbildung 1, die das Ergebnis einer Studie von [Edutechnica](#) und [LISTed-TECH](#) ist (eLiterare, 2017). Auch das eLearn Magazine (2016) bestätigt diese Wahrnehmung.

LMS Market Share per Enrollment Bands for Higher Education Institutions in North America and Europe - Spring 2017

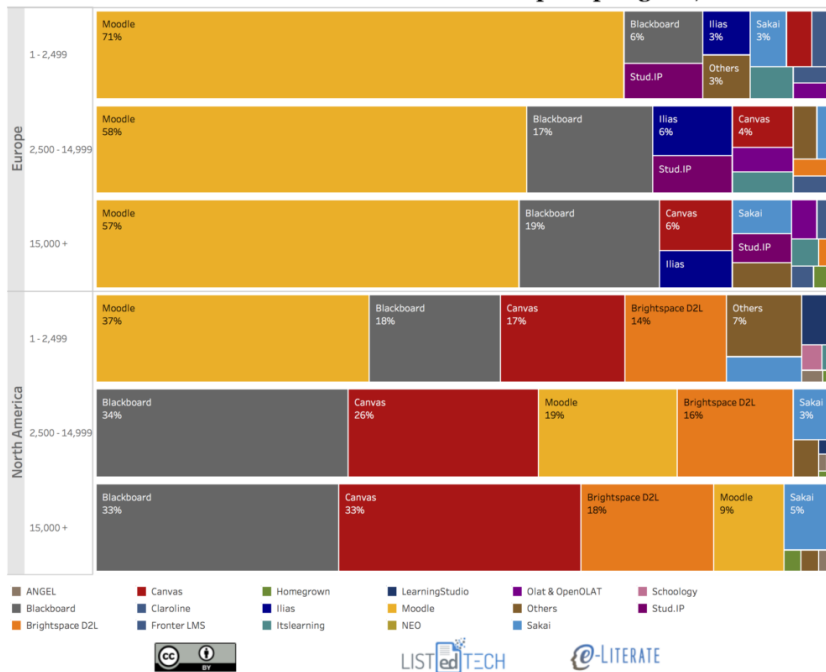


Abbildung 1

LMS Nutzung in Europa und Nordamerika (eLiterate, 2017)

Der Einsatz von Moodle im Bildungskontext erfordert gemäß den Aussagen Dozierender hierzulande viel manuelle Arbeit und hat sich über die Jahre als ein Sammelbecken für Add-ons etabliert. Dozierende füllen meist jeden Kurs einzeln. Sie folgen somit einer individuellen Struktur, was zur Folge hat, dass Studierende zunehmend verwirrt sind, da sie sich von Kurs zu Kurs auf eine andere Struktur und unterschiedliche Add-Ons einstellen müssen. Die Struktur von Moodle zwingt Studierende überdies dazu, sich von oben nach unten in einer Art Liste durchzuarbeiten. KI-Anwendungen finden in Moodle überwiegend zur Kontrolle der Anwesenheit, des Kompetenzniveaus oder des Lernfortschritts im System Anwendung (z. B. Learning Analytics⁶), nicht jedoch zur tatsächlichen Erkennung von Lernstrategien, Lernstilen, Intelligenzen, Kompetenzen, Stärken, Interessen oder Potenzialen.

KI-gestützte Technologien werden seit den 1970er Jahren im Bildungskontext eingesetzt. Damals beschäftigte die Forscherinnen die Frage, ob und inwieweit Computer die persönliche Betreuung durch einen Menschen im Nachhilfeunterricht ersetzen können (Bloom, 1984). In frühen Versuchen wurden regelbasierte KI-Techniken zur automatischen Anpassung an jeden einzelnen Lernenden genutzt (Carbonell, 1970; Self, 1974). KI-gestützte Technologien in der Bildung haben sich in drei Richtungen entwickelt: (1) Lernende-orientierte KI, (2) Lehrende-orientierte KI und (3) verwaltungs-/systemorientierte KI. Im Folgenden fokussieren wir zuerst die Lehrende-orientierte KI und schaffen dazu einen Überblick zu Technologien und Herausforderungen in Bezug auf Fragen zur Pädagogik, Ethik und Nachhaltigkeit. Die UNESCO teilt KI-Anwendungen im Bildungsbereich in drei Kategorien ein: (1) Bildungsmanagement und -durchführung, (2) Lernen und Bewerten und (3) Befähigung der Lehrkräfte und Verbesserung des Unterrichts (Fengchun et al., 2021).

⁶ https://docs.moodle.org/400/de/Learning_Analytics

Im Folgenden werden drei Visionen entwickelt, wie Lehrende mithilfe von KI-gestützten Lösungen unterstützt werden können. Dabei wird das Erkennen von Potenzialen bei Studierenden und das Ausbilden von Future Skills (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., 2022) im Rahmen der Präsenzlehre fokussiert, die durch digitale Lernmanagementsysteme bzw. digitale Lernassistenten begleitet wird.

Die Überlegungen fußen auf den vorhandenen KI-basierten Lernmanagementsystemen, die über eine Schlagwortsuche der Suchmaschinen Google und Ecosia im September 2022 gefunden wurden. Benutzte Suchworte waren „ai based lms“, „ai powered lms“ und „ai edtech“. Die direkte Übersetzung der Schlagworte in die deutsche Sprache förderte keine neuen Erkenntnisse zutage. Die Auflistung von KI-Anwendungen im Bildungsbereich in Form einer KI-Landkarte für Deutschland ergänzte das Ergebnis (Plattform Lernende Systeme, 2022).

2.1.2 Zukunftsszenario

Szenario zum Bildungsmanagement und der Durchführung

Professor:innen verbringen viel Zeit mit dem Vorbereiten, Hochladen und Anpassen von Inhalten für Studierende. KI-basierte Lernmanagementsysteme (LMS) der Zukunft schlagen Professor:innen während der Semestervorbereitungszeit anhand der Kursbeschreibung und darin enthaltener Lernziele bzw. zu erwerbender Kompetenzen bestehende Tutorials vor, die sie in ihre Präsenzlehre integrieren, die durch digitale Instrumente unterstützt und begleitet wird. Natürliche Sprachverarbeitung bildet bei diesem Verfahren die Basis für ein Verlinken von verschiedenen Tutorials: Durch die Analyse von Begriffen in Titel und Beschreibung eines Kurses können Parallelen zu bestehenden Tutorials und Kursen aufgezeigt und somit Kreuzreferenzen erstellt werden. Die Tutorials können flexibel in die physische Lehre eingebunden bzw. mithilfe von adaptiven Vorlagen erweitert oder angepasst werden. Die Sprachen der Tutorials können von den Studierenden frei gewählt und in Echtzeit übersetzt werden. Dies ermöglicht die Fokussierung der Lehrinhalte auf Informationen, die in bestehenden Tutorials nicht abgedeckt werden. Dadurch gelingt es besser, die spezifischen Themen eines Kurses zu kontextualisieren oder zu vertiefen. Skripte von Tutorials werden automatisiert erstellt. Kompetenzen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Stärken bilden den Gegenstand kontinuierlicher Analysen anhand von Profilen. Somit kann das Curriculum über die gesamte Institution systematisch geplant und gemanagt werden. Prüfungen und Lehrinhalte sowie daraus resultierende Studierbarkeit bzw. Zeitbelastung werden personalisiert, geschätzt und hochgerechnet. Berücksichtigung erfahren hierbei auch Lern- und Leistungstypen, was die – Studierenden systemseitig vorgeschlagenen – Bearbeitungsfristen, Lernformate und Lernmethoden beeinflussen kann. Das System erklärt den Studierenden aktiv, welchen Lernstil bzw. welche Lernstrategie verfolgt wird, um leistungsfähiger zu werden.

Zum Schutz der Privatsphäre der Studierenden besteht die Möglichkeit, selbst zu entscheiden, welche der Daten anonymisiert bzw. personalisiert für die Lehrenden freigeschaltet werden sollen. Lehrende können somit jederzeit Analysen erstellen, auch wenn Zuordnungen zu bestimmten Personen nicht ohne deren vorherige Einwilligung geschehen. Dadurch wird die Vertiefung von vertrauensvollen Beziehungen, etwa im Rahmen eines Mentorings, ermöglicht. Die Gestaltung der Lernsituation erfolgt im Duett zwischen einem:einer Professor:in und einem:einer Pädagog:in. Die Umsetzung erfolgt durch Dozent:innen, Tutor:innen und Professor:innen. Professor:innen und Studierende werden entlang des Semesters von einem:einer Mentor:in begleitet.

Szenario zum Lernen und Bewerten

Das Lernen und dessen Bewertung wird zukünftig personalisiert und maschinell gestützt ablaufen. KI-basierte Systeme geben während des Lernens Feedback über den Leistungszustand und schlagen nächste Lernschritte vor (z. B.: Mache eine Pause! Schau das Video xy an! Sprich mit Peers! Mache ein Coaching!). Der Leistungszustand wird über emotionale Affekte im Gesicht und Augenbewegungen erfasst. Diese Vorschläge sollen Studierenden dabei helfen, ihre eigenen Selbstregulationsprozesse nachhaltig zu reflektieren. Tests, Prüfungen und Quizze werden mithilfe von neuronalen Netzen automatisiert aus Bildern und Texten erstellt und korrigiert. In Echtzeit geben Chatbots Hinweise auf Fehler (Rechtschreibung), Formulierungsvorschläge (ChatGPT), Vorschläge für Illustrationen, andere Rechenwege oder bessere Lösungswege (juristische Fallbesprechung). Insbesondere riskante bzw. gefährliche Lernsituationen werden über virtuelle Realitäten abgebildet (z. B. chemische Reaktoren, Schlichtung von Kriegen, Deeskalieren von Gefangenschaften, Erlernen von Behandlungstechniken etc.). Karrieren werden weiter durch das Individuum bestimmt, KI-basierte Systeme unterbreiten lediglich Vorschläge. Purpose, Vision, Ziele und Interessen werden systemseitig nachgehalten und als Grundlage der Lerninhalte und des Coachings von Bots und Lehrenden genutzt. Blinde Flecken über das Selbst werden über Kommunikationsanalysen in Gruppen erweitert, die Aufschluss über vorhandene Stärken, konstruktive bzw. destruktive Dynamiken, Werte oder Verhaltensweisen geben. Evaluationen finden nicht mehr nur auf der Ebene der Lehrenden statt, sondern werden um Feedbacks von Mentor:innen, Coaches und Peers erweitert. Dadurch entsteht ein 360-Grad-Eindruck. Neben dem Erlernen von Future Skills stehen die Persönlichkeitsbildung und das Ausrichten auf das persönliche Lebensziel im Vordergrund. Lernende bewegen sich in intelligenten Räumen, die sich auf ihre Emotionen und Körpertemperatur einstellen. Flow-Zustände werden durch die Ermittlung der Herzrate erkannt (Rissler et al., 2020; Kern, 2022). Es wird dafür gesorgt, dass diese nicht durch Telefonanrufe oder hereinkommende Menschen unterbrochen werden. Telefone werden automatisiert stumm geschaltet und digitale Türschilder weisen die Information „Bitte nicht stören“ aus (gegebenenfalls werden auch Türen aktiv verschlossen). Das Motivations- und Leistungsniveau wird über Sprachassistenten oder Chatbots zurückgemeldet und positiv bestärkt bzw. bewusst aktiviert.

Daten von Studierenden und Professor:innen werden sparsam gesammelt und ausgewertet, um Energiereserven zu schonen. Energiequellen sind ausschließlich Erneuerbare sowie die Abwärme der Server. Der Fokus wird auf den Kompetenzerwerb und die Leistungssteigerung gelegt. Außerdem werden die Qualität und Struktur der Daten andauernd über das Einbinden involvierter Personen und Maschinelle Lernverfahren optimiert. Lehrende prüfen beispielsweise die Evaluationen und korrigieren fehlerhafte Übersetzungen, während Studierende Feedback zur Gruppenzusammensetzung bzw. zum Matching geben. Diversity- und Bias-Beauftragte stellen die Qualität der Ergebnisse aus den Analysen der KI-Systeme sicher. Es werden lediglich solche Situationen in VR/AR abgebildet, die eine gewisse Gefahr oder ein Risiko für Mensch bzw. Planet in sich bergen. Auf diese Weise bleiben Ethik und Nachhaltigkeit des Vorgehens gewahrt. Coaches und Mentor:innen werden in einem längeren Prozess ausgewählt und begleitet, sodass ihre Haltung und Absichten zum Programm passen.

Vision zur Befähigung von Lehrkräften und Verbesserung des Unterrichts

Bereits in der Grundschule und auch an weiterführenden Schulen werden Erkenntnisse über die Potenziale und Intelligenz von Menschen generiert. Darüber hinaus können mithilfe von Social-Media-Analysen vielfältige Interessen und Kommunikationsformen von Studierendengruppen identifiziert werden.

Diese Erkenntnisse werden maschinell ausgewertet und daraus Vorschläge für sinnvolle Zusammensetzungen von Gruppen oder auch ergänzende Kurse zum Standard Curriculum abgeleitet. Personalisierte Lernpfade sowie Dozent:innen und Peers werden auf Basis vorhandener Potenziale zusammengestellt. Dabei kann aus einem globalen Personal- und Studierenden-Pool geschöpft werden. Institutionen treten im Netzwerk nicht mehr alleine auf, sondern im Verbund mit lokalen und internationalen Partnerinstitutionen. Dozent:innen und Mentor:innen werden durch intelligente bzw. domänenspezifische Tutoring-Systeme ergänzt und mit passenden Studierenden gematcht. Das Matching erfolgt auf der Basis von Insights über Persönlichkeitseigenschaften, Kompetenzen und Verhaltensweisen von Dozent:innen und Studierenden. eTutor:innen ergänzen die Lernbeziehung durch die Metaebene Wissen. Sie signalisieren beispielsweise Missstimmungen auf Individual- oder Gruppenebene, die durch Sensorik im Raum erfasst wird. Tutoring-Systeme schlagen Kommunikationsinhalte und -formulierungen vor, die deeskalierend und einladend wirken bzw. sich auf die Kommunikationsart des Gegenübers einstellen. eTutor:innen agieren als Coaches für Dozierende, machen Mut und stärken positive Glaubenssätze. Außerdem machen sie auf Über- und Unterforderungen von Studierenden aufmerksam und empfehlen Interventionen.

Personen, die eTutoring nutzen, werden in deren Qualifizierung kontinuierlich eingebunden. Lehrkräfte geben Feedback darüber, ob das System Situationen auf Individual- und Gruppenebene richtig erkannt hat und ob die eingesetzten Interventionen hilfreich waren bzw. an welchen Stellen von den Vorschlägen des eTutorings abgewichen wurde. Um den Prozess so einfach wie möglich zu gestalten, werden maßgeblich Sprach- und einfache Texteingaben genutzt. Lehrkräfte werden zudem durch pädagogische Expert:innen begleitet und können sich in regelmäßigen Peer-Meetings austauschen. Bei der Zusammenstellung von Netzwerken wird auf Diversity-Kriterien geachtet.

2.1.3 Implikationen

Damit die in Szenario 1 beschriebenen Bedingungen umgesetzt werden können, müssen bestimmte Entscheidungen getroffen und Vorbedingungen geschaffen werden. Diese beziehen sich maßgeblich auf Entscheidungen auf Ebene der Hochschulleitung und das Schaffen eines entsprechenden Lehr- und Infrastrukturmehrfeldes. Wichtig für eine gelungene Symbiose von Mensch und Maschine ist es, ethische, soziale und rechtliche Bedingungen an Hochschulen einzuhalten sowie ein förderndes Umfeld auf Bundesebene zu schaffen, damit die Umsetzbarkeit gewährleistet ist:

Makroebene (Bund und Länder)

- IT-Verantwortliche stellen die Aktualität und Sicherheit der Infrastruktur regelmäßig sicher (extern).
- Mentor:innen führen Aus- und Weiterbildung von Lehrenden und Lernenden zu KI-basierten Systemen durch.

Mesoebene (Hochschulen)

- Die Hochschulleitung entwickelt gemeinsam mit den Dekan:innen eine hochschulübergreifende Strategie zur Ausbildung von Future Skills.
- Jede Hochschule hat eine Strategie für Daten und KI, die unter anderem den Umgang mit Daten und den Kompetenzzuwachs festlegt. Diese Strategie sollte partizipativ mit allen Stakeholdern erarbeitet werden.

- Es findet eine hochschulübergreifende Planung der Studiengänge sowie Wahlfächer durch die Studiengangsleiter:innen statt.
- Ein Qualitätsgremium prüft vor Veröffentlichung der Modulhandbücher bzw. dem Bereitstellen externer Videoinhalte deren Bezug zur Hochschulstrategie und zum didaktischen Konzept. Außerdem wird sichergestellt, dass Diversity- und Datenschutz-Richtlinien eingehalten werden.
- Mediator:innen begleiten den systemischen Wandel.

Mikroebene (Lehrende)

- Lehrende erhalten eine Einführung und regelmäßige Weiterbildungen durch Mentor:innen zu KI-basierten Anwendungen und deren Einbettung in mögliche Lernsituationen.
- Lehrende werden durch ein Pädagog:innen-Team bei der Modulgestaltung und -ausarbeitung begleitet.
- Es finden regelmäßige Treffen zum Austausch zwischen Lehrenden statt, die von Future-Skills-Advokat:innen organisiert und gestaltet werden.

2.2 Szenario 2: Begleitung der Weiterbildung und des Lebenslangen Lernens

Benjamin Paaßen und Johannes Schrumpf

2.2.1 Hintergrund

Weiterbildung und Lebenslanges Lernen betrifft einen Großteil der deutschen Bevölkerung. In 2020 haben etwa 60 Prozent der 18- bis 64-Jährigen an Weiterbildungen teilgenommen (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2022). Sowohl für weiterbildende Betriebe als auch für einzelne Lernende stellt sich dabei die Frage: Was ist das passende Weiterbildungsangebot für den jeweils eigenen Kontext? Derzeit findet die Weiterbildungssuche etwa über Suchmaschinen der Bundesagentur für Arbeit⁷ oder privater Weiterbildungsplattformen (z. B. Oncampus⁸) statt. Lerninteressierte geben einen Suchtext ein (etwa „Digitalisierung“) und setzen Filter (z. B. nach Kosten und Dauer des Angebots). Dabei bleiben allerdings wichtige weitere Faktoren unberücksichtigt, etwa das Vorwissen der Lernenden, das Kompetenzniveau, das erreicht werden soll, und die Abhängigkeiten zwischen Weiterbildungen. In diesem Szenario soll es darum gehen, wie die Suche nach Weiterbildungsangeboten in Zukunft aussehen kann. Wir

B. Paaßen (✉) • J. Schrumpf
benjamin.paassen@dfki.de
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Berlin, Deutschland

J. Schrumpf
joschrumpf@uni-osnabrueck.de
Universität Osnabrück, Osnabrück, Deutschland

⁷ <https://web.arbeitsagentur.de/weiterbildungssuche/>

⁸ <https://www.oncampus.de/>

beschreiben zunächst das gewünschte Verhalten des Systems und anschließend die nötigen Maßnahmen, um ein derartiges System möglich zu machen.

2.2.2 Zukunftsszenario

Zu Beginn steht ein Dialog mit einem Chatbot, der Lernenden hilft, individuelle Weiterbildungsziele zu identifizieren (Wollny et al., 2021). Dient die Weiterbildung etwa eher zur Selbstentfaltung, zur Vorbereitung auf den nächsten Karriereschritt oder zur Qualifizierung für ein bestimmtes Thema? Welche Kompetenzen entsprechen am ehesten dem eigenen Ziel? Am Ende des Dialogs sollen Lernende (und das System) Klarheit haben, in welchen Kompetenzen jeweils welches Niveau erreicht werden soll.

Die erfassten Kompetenzziele selbst müssen einem maschinenlesbaren Katalog entsprechen, am besten einer Ontologie, die auch die Beziehungen zwischen Kompetenzen erfasst – zum Beispiel, dass die Kompetenz „Datenwissenschaft“ Programmierkenntnisse erfordert, wahrscheinlich in Sprachen wie Python oder R (Stancin et al., 2020).

In einem nächsten Schritt stellt das System fest, welches Kompetenzniveau die Lernenden bereits besitzen, etwa über bereits erworbene Zertifikate, Selbstreports oder Tests. Daraus berechnet das System dann die zu schließende Lücke zwischen Lernziel und bestehenden Kompetenzniveaus.

Auf der Grundlage der aus Abfragen gewonnenen Erkenntnissen beginnt das System mit der eigentlichen Suche nach Weiterbildungsangeboten. Dabei soll das Angebot möglichst nah am bestehenden Kompetenzniveau angesiedelt und geeignet sein, näher an das Weiterbildungsziel heranzukommen – zum Beispiel, indem eine Teilqualifikation für ein Karriereziel erreicht wird. Zu diesem Zweck müssen alle Weiterbildungsangebote maschinenlesbare Metadaten über das notwendige Einstiegskompetenzniveau und das zu erwartende Kompetenzniveau bei Abschluss bereitstellen. Hinzu kommt eine ganze Reihe weiterer Kriterien, etwa: Passt das Angebot terminlich? Ist es finanzierbar? Passt das Kursformat (Online oder Präsenz, Grad an Unterstützung)? Das System sollte den Lernenden erlauben, diese Art zusätzlicher Kriterien bei Bedarf einzugeben, um die Suchergebnisse zu filtern. Zudem sollte es das System ermöglichen, die automatisierte Empfehlung zu verstehen (Warum wird mir gerade dieser Kurs empfohlen?) und gegebenenfalls die individuellen Daten anzupassen, um Fehler zu korrigieren – oder eine eigene Wahl zu treffen, unabhängig von der automatisierten Empfehlung (vgl. Reichow et al., 2022). Bei der Erhebung aller Metadaten zu den Angeboten kann natürliche Sprachverarbeitung helfen (insbesondere Sprachmodelle, wie sie auch in ChatGPT genutzt werden).

Nachdem ein Kurs ausgewählt und abgeschlossen wurde, erhält das System Informationen darüber, wie sich das Kompetenzniveau weiterentwickelt hat, entweder in Form eines Abschlusstestergebnisses, eines Zertifikats oder eines Reports durch die Lernenden. Entsprechend diesen Informationen kann das System die Einschätzung des Kompetenzniveaus anpassen und den nächsten Kurs empfehlen. Insgesamt sollte das System das Lebenslange Lernen kontinuierlich begleiten und stets die Angebote empfehlen, die zum aktuellen Kompetenzniveau und den aktuellen Zielen passen.

Wichtig ist, dass das von uns entworfene System nicht nur Lernenden hilft, sondern auch den Weiterbildungsinstitutionen: Durch die Auswertung der Suchanfragen lässt sich herausfinden, welche Kompetenzen besonders gefragt sind und wo noch Lücken bestehen, die durch neue Angebote geschlossen werden können.

2.2.3 Bedeutung Künstlicher Intelligenz in der Weiterbildung

In jedem Schritt unseres Szenarios stecken Anteile Künstlicher Intelligenz. Chatbots etwa gelten als Künstliche Intelligenz und werden bereits teilweise für Mentoring- und Beratungszwecke in der Bildung

eingesetzt (Wollny et al., 2021). Für unser Szenario muss ein Chatbot insbesondere in der Lage sein, aus dem Dialog mit den Lernenden Kompetenzziele zu extrahieren: Welche Kompetenz soll auf welchem Niveau gelernt werden? Das erfordert Techniken der automatischen Sprachverarbeitung (engl.: *natural language processing*).

Damit das System automatisch nach passenden Weiterbildungsangeboten suchen kann, müssen auch die Angebote den Kompetenzen aus dem maschinenlesbaren Katalog zugeordnet werden. Dies kann zwar durch menschliche Arbeit geschehen, doch ist es wohl hilfreich, automatische Sprachverarbeitung einzusetzen, um die Kompetenzzuordnung aus den natürlich-sprachlichen Beschreibungen der Weiterbildungsinhalte zu extrahieren.

Die Empfehlung selbst kann dann über KI-gestützte Empfehlungssysteme erfolgen (Reichow et al., 2022). Es genügt aber nicht, Angebote zu finden, die die gewünschten Kompetenzen abdecken, sondern die Angebote müssen geeignet sein, die Lücke zwischen Ist-Kompetenzniveau und Ziel-Kompetenzniveau zu schließen. Dazu muss das System über Informationen zum Ist-Kompetenzniveau der Lernenden und zur Wirkung des jeweiligen Angebots auf das Kompetenzniveau verfügen.

Das Ist-Kompetenzniveau lässt sich über Zertifikate, Selbstreports oder Assessments bestimmen. Allerdings müssen all diese Indikatoren wiederum den Kompetenzen zugeordnet sein, die auch im maschinenlesbaren Katalog vorliegen. Diese Zuordnung kann entweder durch menschliche Arbeit bei den Bildungsinstitutionen geschehen oder wird durch automatische Sprachverarbeitung unterstützt.

Schließlich braucht es zu jedem Angebot die Information, welches Einstiegsniveau für jede relevante Kompetenz erwartet wird und mit welchem Kompetenzniveau nach Abschluss des Kurses zu rechnen ist. Idealerweise werden diese Informationen direkt von den Bildungsinstitutionen selbst in maschinenlesbarer Form angeboten, da diese Information andernfalls mit natürlicher Sprachverarbeitung oder über Tests geschätzt werden muss.

An mehreren Stellen bemerken wir, dass relevante Daten entweder über menschliche Handarbeit oder über automatische Verfahren (insbesondere natürliche Sprachverarbeitung) erhoben werden können. Wahrscheinlich ist eine hybride Strategie am vielversprechendsten, bei der die Produktion der maschinenlesbaren Informationen durch KI-Werkzeuge vorgeschlagen wird, aber von Menschen entwickelten Schemata folgt und von Menschen korrigiert werden kann (vgl. Krüger, 2020).

2.2.4 Implikationen

Makroebene

- Die Standardisierung der Metadaten von Weiterbildungsangeboten sollte vorangetrieben werden (vgl. Reichow et al., 2021). Insbesondere sollte sobald wie möglich ein gemeinsamer Standard für die Auszeichnung von Kompetenzen (etwa eine Weiterentwicklung von ESCO) Anwendung finden.
- Die nationale Bildungsplattform bzw. nationale Weiterbildungsplattform sollte zu einer Datenbank ausgebaut werden, die Metadaten für sämtliche deutsche Weiterbildungsangebote sammelt und in einem einheitlichen Format bereitstellt.
- Es sollten Beratung und Förderung bereitgestellt werden, um Weiterbildungsanbieter zu ertüchtigen, ihre Angebote mit maschinenlesbaren Metadaten auszuzeichnen.

- Förderprogramme sollten Projekte unterstützen, die Empfehlungs- und Beratungssysteme mithilfe der neuen Metadaten entwickeln (z. B. auf Basis jetziger INVITE-Projekten⁹).

Mesoebene

- Bildungsanbieter und Branchenvertretungen sollten sich auf maschinenlesbare und standardisierte Kompetenzmodelle bzw. -kataloge innerhalb einzelner Branchen einigen und die Verknüpfung über Branchen hinweg vorantreiben – zum Beispiel moderiert durch die nationale Weiterbildungsplattform, die nationale Bildungsplattform, (INVITE-)Forschungsprojekte oder ESCO.
- Bildungsanbieter sollten die eigenen Angebote möglichst bald mit Metadaten zu den eigenen Angeboten auszeichnen (Kompetenzen, Dauer, Kosten, Einstiegsbedingungen, erreichbare Zertifikate etc.)
- Bildungsanbieter und Forschungsinstitute sollten für alle in den Angeboten relevanten Kompetenzen Tests entwickeln und wissenschaftlich so weit wie möglich validieren. Dies dient auch der Qualitätssicherung.
- Forschungsprojekte und EdTech-Unternehmen sollten unterstützende Werkzeuge für Bildungsanbieter entwickeln, um die maschinenlesbare Beschreibung von Kursen zu unterstützen und teilweise zu automatisieren.
- Bildungsanbieter und -plattformen sollten anonymisierte Daten über die Nutzung der Angebote (welche Angebote wurden in welcher Reihenfolge besucht?) und den Lernerfolg bei der Nutzung erheben.
- Forschungsprojekte, Bildungsplattformen und EdTech-Unternehmen sollten Empfehlungswerkzeuge entwickeln und diese Lernenden sowie Coaches bereitstellen.

Mikroebene

- Lernende sollten sich mit der Funktionsweise der Empfehlungs- und Beratungswerkzeuge vertraut machen und eine informierte Entscheidung treffen, wie viel Informationen sie zu übergeben bereit sind, um eine individuell angepasste Empfehlung zu erhalten – und welche Kriterien ihnen bei der eigenen Weiterbildung besonders wichtig sind.
- Lernende sollten Plattformen und Anbietern rückmelden, wenn sie mit den bereitgestellten Werkzeugen und Angeboten unzufrieden sind.

⁹ <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/foerderinitiativen-und-programme/innovationswettbewerb-invite/innovationswettbewerb-invite.html#searchFacets>

2.3 Szenario 3: Künstliche Intelligenz als Unterstützungstool im Schulkontext

Katrin Böhme, David Fischer und Janne Mesenhöller

2.3.1 Hintergrund

Obwohl Hausaufgaben seit Langem kontrovers diskutiert werden, schätzen sowohl Lehrkräfte als auch Schüler:innen und Eltern Hausaufgaben überwiegend als nützlich und notwendig ein (Trautwein & Lüdtke, 2014). Die Frage, ob sich Hausaufgaben allerdings tatsächlich positiv auf die schulische Kompetenzentwicklung auswirken, ist empirisch nicht eindeutig geklärt. Hier scheinen vor allem die Hausaufgabenhäufigkeit und -kontinuität, nicht aber die Hausaufgabenzeit positive Effekte zu haben. Relevant sind ferner der Umgang mit den Hausaufgaben im Unterricht und die Art der Hausaufgabenkontrolle. Nach Lipowsky et al. (2004) kann eine Erledigungs- und Lösungskontrolle von einer prozessorientierten Hausaufgabenkontrolle abgegrenzt werden. So ist eine prozessorientierte Hausaufgabenkontrolle, bei der die Lehrkraft unter anderem auf Fehler in den Hausaufgaben eingeht, auf Lösungsprozesse und neue Lösungswege besonderen Wert legt und die Anstrengungen und Bemühungen der Schüler:innen individuell würdigt, besonders vorteilhaft. Eine solche Art der Hausaufgabenkontrolle erfordert jedoch einen hohen Aufwand an zeitlichen Ressourcen und kann daher oftmals im Unterricht nicht gewährleistet werden. An dieser Stelle sind technologische Unterstützungssysteme ein denkbarer Weg.

Diese könnten einerseits die Lehrkräfte zeitlich entlasten und bieten andererseits die Möglichkeit des direkten und individuellen Feedbacks für die Schüler:innen. Feedback ist einer der bedeutendsten Einflussfaktoren auf den Lernerfolg (Hattie & Timperley, 2007; Kluger & DeNisi, 1996) und die Motivation der Lernenden (Shute, 2008). Automatisches adaptives Feedback als Lernunterstützung während der Hausaufgabenbearbeitung bringt viele Vorteile mit sich, da so eine *unmittelbare Rückmeldung* ermöglicht wird. Lernförderliches Feedback bietet Schüler:innen die Möglichkeit, ihre Fehler und Fehlvorstellungen aufzudecken, zu korrigieren sowie hilfreiche Problemlösestrategien zu entwickeln (Van der Kleij et al., 2015) und reduziert dadurch die Distanz zwischen dem aktuellen und dem gewünschten Lernstand (Hattie & Timperley, 2007).

Nachfolgend skizzieren wir eine mögliche Anwendung einer fiktiven KI-basierten Hausaufgabenunterstützung im schulischen Kontext. Diese betten wir in den NaWi-Unterricht ein. NaWi ist in manchen Bundesländern in der 5. und 6. Jahrgangsstufe ein vorbereitendes Sammelfach für die künftigen Fächer Physik, Chemie und Biologie. Implikationen für die Umsetzbarkeit einer solchen Szenariobeschreibung im Schulalltag finden sich in dem darauffolgenden Abschnitt 2.3.3.

K. Böhme (✉) • D. Fischer • J. Mesenhöller
katrin.boehme@uni-potsdam.de
Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

D. Fischer
david.fischer@hs-kempten.de
Hochschule Kempten, Kempten, Deutschland

J. Mesenhöller
mesenhoeller@uni-potsdam.de
Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

2.3.2 Szenario

Nesrin und Mila besuchen zusammen die 5. Klasse einer Sekundarschule mit einem offenen Ganztagskonzept. Die beiden treffen sich am Nachmittag, um gemeinsam ihre Hausaufgaben zu erledigen. Sie sollen für NaWi ein Protokoll zu einem Versuch anfertigen, den sie tags zuvor mit der gesamten Klasse jeweils in Tandems durchgeführt haben. Nesrin und Mila haben den Versuch gemeinsam durchgeführt, sich hierzu einige Notizen gemacht und auch im Vorfeld Vermutungen zu ihren Beobachtungsergebnissen angestellt.

Ihr Versuchsprotokoll schreiben die beiden aber nicht von Hand, sondern erledigen ihre Hausaufgaben auf einer speziellen digitalen Plattform, die an ihrer Schule in allen Fächern für die Hausaufgabenvergabe und -erledigung genutzt wird, die HA-Box. Diese Plattform ermöglicht es, Hausaufgaben allein oder gemeinsam in Tandems oder Kleingruppen zu erledigen und abzugeben. Die Schüler:innen müssen sich die Hausaufgaben auch nicht in ihre Hausaufgabenhefte eintragen – was mitunter vergessen wird – sondern sie werden von der Plattform per Nachricht direkt auf ihre Smartphones über die zu erledigenden Hausaufgaben informiert und an anstehende Abgaben erinnert. Die Lehrkräfte können die Hausaufgaben direkt über die Plattform aufgeben und auch einsammeln. Sie können dort Rückfragen zu den Hausaufgaben beantworten und bei Bedarf die Abgabefristen individuell anpassen. Die Lehrkräfte sehen auch, welche Schüler:innen die Hausaufgaben fristgerecht eingereicht haben und welche Hausaufgaben noch fehlen. Die Lehrkräfte können die Hausaufgaben dann entweder im Unterricht gemeinsam besprechen oder ein individuelles Feedback über die HA-Box geben. Dieses Feedback wird von der HA-Box vorgeschlagen und kann von der Lehrkraft je nach Bedarf ergänzt oder verändert werden. Bei geschlossenen Aufgaben sehen die Schüler:innen direkt nach der Erledigung der Aufgaben, welche Lösungen richtig und welche falsch sind. Die HA-Box hat sich in Nesrins und Milas Schule vor allem auch deshalb durchgesetzt, weil die Firma, die die Plattform entwickelt hat, einen sehr guten Support anbietet, der Fragen schnell und unkompliziert beantwortet und bei Problemen mittels Video-Sprechstunden hilft. Außerdem gibt es ein gern genutztes Online-Tutorial für die Lehrkräfte und ein Erklärvideo für die Schüler:innen, die sich ab Klassenstufe 5 selbstständig bei der HA-Box anmelden.

Nesrin und Mila sitzen bei Nesrin zu Hause vor ihren Schultablets, die sie am Nachmittag und am Wochenende auch mit nach Hause nehmen dürfen. Sie schauen sich die NaWi-Hausaufgaben noch einmal genau an. Sie sollen zuerst stichpunktartig eine Materialliste anlegen, dann einen Lückentext zur Versuchsdurchführung ergänzen und kurz ihre Beobachtungen beschreiben. Abschließend sollen die beiden in einem kurzen Text ihre Beobachtungsergebnisse mit ihren Vermutungen vergleichen und begründen, für welche Stoffgemische das Filtrieren ein geeignetes Trennverfahren ist.

2.3.3 Implikationen

Bei der Erprobung und dem Einsatz einer solchen fiktiven Anwendung im Schulkontext ergeben sich unterschiedliche Fragestellungen und daraus resultierende Implikationen. Diese ergeben sich selbstverständlich nicht nur für den Hausaufgabenkontext, sondern für die KI-bezogene Gestaltung schulischer Lerngelegenheiten insgesamt.

Makroebene (Bund und Länder)

- **Finanzierung, Bereitstellung und Wartung einer digitalen Infrastruktur an Schulen:**

Um KI-basierte Systeme in Schulen implementieren zu können, müssen Bund und Länder in einer länderübergreifenden Strategie ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stellen, damit alle

Schulen flächendeckend und zeitnah mit einer gut funktionierenden WLAN-Verbindung und schul-eigenen Laptops oder Tablets ausgestattet werden. Dies ist erforderlich, damit alle Schüler:innen von KI-basierten Anwendungen profitieren können, auch diejenigen, die privat keinen Zugang zu entsprechenden Geräten haben.

- **Konkretisierung der DSGVO für den Einsatz KI-basierter Tools in Schulen:**

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ist ein EU-Gesetz, das die Verarbeitung und den Austausch personenbezogener Daten regelt. An Schulen ist gegenwärtig oft unklar, welche digitalen Tools unter welchen Bedingungen eingesetzt werden dürfen, um eine Konformität mit der DSGVO zu gewährleisten. Hier sind klare Handlungsempfehlungen für Schulen erforderlich, die verdeutlichen, welche Handlungsspielräume im schulischen Kontext bestehen und wie KI-basierte Tools unter Einhaltung der DSGVO in das schulische Lernen eingebunden werden können. Entsprechende Konkretisierungen und Handlungsempfehlungen müssen auf Ebene des Bundes bzw. der Länder formuliert und für alle Beteiligten transparent und verständlich zur Verfügung gestellt werden.

- **Schaffung flächendeckender Qualifizierungsangebote:**

Schulleitungen, Lehrkräfte, Eltern und Schüler:innen haben unterschiedliche Informationsbedürfnisse hinsichtlich des Einsatzes von KI-basierten Systemen im schulischen Kontext, die zielgruppenspezifisch adressiert werden müssen:

- Für Schulleitungen müssen Rahmenbedingungen einer Nutzung KI-basierter Systeme nachvollziehbar geklärt sein.
- Lehrkräfte müssen Informationen darüber erhalten, was KI-basierte Systeme leisten können, welche Potenziale und Grenzen bestehen und welche Veränderungen eine Nutzung von KI-basierten Systemen beispielsweise bei der Leistungserfassung und -bewertung mit sich bringen kann. Mitunter berichten Lehrkräfte auch über Vorbehalte und Bedenken hinsichtlich eines schulischen KI-Einsatzes (Mesenhöller & Böhme, 2022). Solche Themen müssen adressiert und ergebnisoffen diskutiert werden. Entsprechende Qualifizierungs- und Austauschangebote können von den jeweiligen Landesinstituten unterbreitet werden.
- Eltern müssen der Datenverarbeitung durch KI-basierte Systeme bis zum 16. Lebensjahr ihrer Kinder zustimmen. Dafür müssen sie über Vorteile und mögliche Risiken der Nutzung informiert werden. Sie müssen Informationen darüber erhalten, welche Daten ihrer Kinder erfasst werden und auch, wie die Systeme funktionieren, sodass sie ihre Kinder bei Bedarf zu Hause unterstützen können.
- Schüler:innen müssen Gelegenheit erhalten, sich mit den Funktionsweisen KI-basierter Systeme angeleitet vertraut zu machen. Ferner ist es erforderlich, sie darüber aufzuklären, welche ihrer Daten wie verarbeitet und gespeichert werden.

Mesoebene (Schulen und Unternehmen)

- **KI-Infrastruktur:**

Rechenintensive KI-Modelle für die Freitextauswertung in Anwendungen wie beispielsweise der HA-Box benötigen eine starke IT-Infrastruktur. Server, auf denen KI-Inferenz durchgeführt werden kann, sind teuer in der Anschaffung. Dazu kommen ferner die Verwaltung der Infrastruktur, Netzwerkkosten sowie nicht zu unterschätzende Stromkosten. Große KI-Modelle lassen sich weder auf Schulrechnern noch auf der Endhardware der Schüler:innen betreiben. Deshalb besteht einerseits die Möglichkeit zur Anschaffung solcher Ausstattung, andererseits können Cloud-Dienste in Anspruch genommen werden. Hierbei muss bedacht werden, dass Server in Cloud-Lösungen oft außerhalb der

EU liegen. Dort herrschen unter Umständen weniger restriktive Regelungen für Datenschutz. Es gilt deshalb in Abstimmung mit Expert:innen zu evaluieren, wie langfristig eine Infrastruktur geschaffen werden kann, die diese Implikationen adressiert.

- **Schulinternes Datenschutzkonzept (DSK):**

Das DSK muss im Hinblick auf den Einsatz des KI-Systems erweitert werden. Laut Art. 37 der DSGVO muss in jeder Schule ein:e Datenschutzbeauftragte:r benannt werden, sofern dort eine Datenverarbeitung nach Art. 37 stattfindet. Diese:r kann sowohl eine geschulte Lehrkraft, als auch eine externe Person sein. Wichtig ist, dass sie Fachwissen im Bereich Datenschutzrecht und der Datenschutzpraxis besitzt (Art. 37 Abs. 5 DSGVO). Die Person muss mit den Implikationen im Umgang mit KI vertraut sein.

- **Einbindung der Unternehmen in den Anwendungskontext:**

Unternehmen müssen Multiplikator:innen zur Verfügung stellen, die die Nutzung im Schulkontext begleiten. Mitarbeitende des Unternehmens sollten hierfür bei Einführung eines neuen Systems (gegebenenfalls digitale) zielgruppenspezifische Informationsveranstaltungen für Eltern und Lehrkräfte anbieten. Lehrkräfte müssen in das System detailliert eingeführt werden, um die Einarbeitungszeit angesichts der vielfältigen Anforderungen ihres Schulalltags möglichst gering zu halten. Online verfügbare Erklärvideos sowie ein Chatbot sollten darüber hinaus den Lehrkräften die Möglichkeit bieten, bei Fragen und Unklarheiten Unterstützung zu erhalten. Für die Schüler:innen müssen ferner Erklärvideos zur Verfügung gestellt werden, die die Einführung in das System möglichst einfach gestalten und die Lehrkraft somit entlasten.

- **Ethisches Dilemma bei verweigerter Zustimmung:**

Schulen müssen entscheiden, wie sie damit umgehen, wenn Eltern oder Schüler:innen ab dem 16. Lebensjahr der Datenverarbeitung durch das KI-basierte System nicht zustimmen. Dann wäre lediglich eine anonymisierte Nutzung des Systems möglich. Es wäre somit nicht mehr möglich, dass die Lehrkraft Einblick in die individuellen Lernergebnisse der betreffenden Schüler:innen erhält und ihnen personalisiertes Feedback oder zusätzliche Materialien zur Verfügung stellt. Möglich wäre dann ausschließlich eine Auswertung der Lernentwicklung kumuliert für die gesamte Lerngruppe. Damit wären jedoch viele Vorteile des KI-basierten Systems hinfällig. Alternativ müssten Schüler:innen, wenn deren Eltern oder sie selbst nicht zustimmen, auf analoge Angebote ausweichen und würden dadurch gegebenenfalls nicht die gleichen Bildungschancen erfahren wie ihre Peers. Schulen müssen sich mit diesem Dilemma auseinandersetzen und dahingehend eine für sie ethisch vertretbare Entscheidung treffen.

Mikroebene (Handlungsebene einzelner Personen)

- **Entscheidungsfreiheit und Handlungsspielraum in der Nutzung für die Lehrkräfte:**

Auf Basis der Qualifikationsangebote (siehe Makroebene) müssen Lehrkräfte autonom entscheiden können, wann und wie sie ein solches KI-basiertes System didaktisch gezielt in ihren (Fach-)Unterricht einbinden. Diese Entscheidungsfreiheit ist aus unserer Sicht Voraussetzung für die soziale Akzeptanz von KI-Systemen.

- **Nutzungsbezogene Entscheidungsfreiheit sowie Information über mögliche Nachteile:**

Die Eltern der Schüler:innen beziehungsweise sie selbst ab einem Alter von 16. Jahren müssen der Datenverarbeitung durch das KI-basierte System zustimmen. Tun sie das nicht, sollten sie sich auf Basis der ihnen zur Verfügung gestellten Informationen mögliche Nachteile (kein individuelles Feedback, keine Möglichkeit, Fragen im System zu stellen etc.) bewusst machen.

- **Trainingsdaten der KI und Entwicklung der Algorithmen:**

Die Disziplin des *Natural Language Processing* (NLP) beschäftigt sich mit der Analyse natürlicher Sprache wie beispielsweise der Auswertung der in der fiktiven HA-Box erzeugten Freitexte. Moderne Systeme setzen vermehrt auf Machine-Learning (ML)-, - speziell Deep-Learning (DL)-Verfahren (Johri et al., 2021). Durch den Einsatz dieser Technologien ergeben sich neue Implikationen. So werden beim Training einer solchen künstlichen Intelligenz Daten benötigt, die entweder selbst erzeugt, eingekauft oder aus frei verfügbaren Quellen entnommen werden müssen. Da sich der Schreibstil und das Vokabular in frei verfügbaren Datensätzen vorwiegend aus Fachliteratur und Webinhalten zusammensetzen (Gao et al., 2020), könnte dies Auswirkungen auf die Qualität der Integration in das Software-System im schulischen Kontext haben. Vortrainierte Sprachmodelle sind auf eben diesen Daten trainiert. Deshalb müssen sich die Entwickler:innen über mögliche Voreingenommenheiten und Verzerrungen im Klaren sein und versuchen, diese mit Blick auf den schulischen Kontext zu minimieren. Daten müssen aus technischer Sicht datenschutzkonform erhoben werden. Dazu muss die Frage beantwortet werden, welche Bestandteile der Daten schon während der Erhebung anonymisiert werden können und welche Daten wie bereinigt gespeichert werden. Entwickelte Algorithmen müssen zudem auf etwaige Schwachstellen geprüft und gewartet werden.

3. Handlungsfelder, Diskussion und Ausblick

Dana-Kristin Mah und Johannes Schleiss

ChatGPT verdeutlicht eindrucksvoll, wie dynamisch die Entwicklungen im KI-Bereich sind. Die drei präsentierten Zukunftsszenarien zu KI in der institutionellen Bildung sind vor diesem Hintergrund teilweise neu zu kontextualisieren. Die aktuelle mediale Aufmerksamkeit wird möglicherweise die erforderliche Auseinandersetzung mit KI in der institutionellen Bildung beschleunigen. Zumindest rückt KI in der Bildung derzeit in das Zentrum vieler bildungswissenschaftlicher Debatten. Essenziell ist, dass Stakeholder auf Mikro-, Meso- und Makroebene in den gemeinsamen Dialog treten und konstruktiv die Potenziale und Herausforderungen diskutieren.

Ziel des vorliegenden Diskussionspapiers ist es, den Diskurs über Gelingensbedingungen des Einsatzes von KI im Bildungskontext zu stärken und gemeinsame Handlungsfelder zentraler Stakeholder aufzuzeigen. Mit diesem Fokus werden nachfolgend fünf übergreifende Handlungsfelder aus den skizzierten Szenarien Weiterbildung, Hochschule und Schule als gemeinsame Schnittstellenbereiche der zentralen Stakeholder abgeleitet:

D.-K. Mah (✉) • J. Schleiss
dana-kristin.mah@stifterverband.de
Stifterverband KI-Campus, Berlin, Deutschland

J. Schleiss
johannes.schleiss@ovgu.de
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

1. Interdisziplinäre Zusammenarbeit

KI in der Bildung betrifft eine breite Anzahl von Akteur:innen, die mit eigenen Erfahrungen auf die Thematik schauen. Es braucht interdisziplinäre Forschung sowie einen Diskurs, der Personen aus der Pädagogik, Psychologie, Didaktik, Lerntechnologie und Unternehmensführung zusammenbringt. Weiterhin müssen Formate und eine Forschungsinfrastruktur geschaffen werden, die es ermöglicht, Daten auszutauschen und die Implikationen von KI in der Bildung systematisch zu untersuchen. Interessenverbände von Lernenden und Lehrenden sollten Forschungsprojekte und Einführungsprozesse einzelner Technologien begleiten. Forschungsprojekte und EdTech-Unternehmen sollten Stakeholder-Boards organisieren, um die Forderungen und Perspektiven der diversen Stakeholder aufzunehmen. Anknüpfungspunkte für Institutionen und Individuen können hier übergreifende Netzwerke wie das Hochschulforum Digitalisierung (HFD)¹⁰ im Hochschulkontext, das Forum Bildung Digitalisierung¹¹ und das Netzwerk Digitale Bildung¹² für schulische Akteur:innen oder EdTechEurope¹³ für EdTech-Unternehmen sein.

2. Qualifizierungsangebote und Kompetenzentwicklung

Für einen reflektierten und mündigen Umgang mit KI in der institutionellen Bildung sowie allgemein im Alltag und Beruf sind grundlegende Daten- und KI-Kompetenzen erforderlich. Qualifizierungsangebote sollten insbesondere für Lernende, Lehrende, Coaches und Entscheidungsträger:innen systematisch in Bildungseinrichtungen implementiert und angeboten werden. Essenziell ist es, Data-Literacy- und KI-Grundlagen sowohl als Lerninhalte als auch als Methode (de Witt et al., 2020) zu adressieren. In diesem Zusammenhang sollte auch über die Integration diskutiert werden, zum Beispiel wie Daten erhoben und in Lernszenarien sinnvoll genutzt werden können. Mit Fokus auf Hochschulen bietet sich beispielsweise eine verstärkte Kooperation mit hochschuldidaktischen Zentren und technischen Einrichtungen an. Ein konkretes Anwendungsbeispiel für die systematische Integration von pädagogisch aufbereiteten KI-Lerninhalten in die Hochschullehre ist das Fellowship-Programm des KI-Campus¹⁴, das mittlerweile drei Jahrgänge hervorgerufen hat. Wie die offenen digitalen Lernangebote (Open Educational Resources) zum Thema KI (didaktisch) in verschiedene Fachbereiche eingesetzt wurden, wird in zwei Sammelbänden präsentiert (Mah & Torner, 2022a, 2022b).

3. Digitale Infrastruktur und Personal

Als Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI in der Bildung braucht es digitale Infrastruktur in der Form von Rechenleistung und sichere Datenhubs. Darüber hinaus müssen Bildungsinstitutionen qualifiziertes IT-Personal einstellen, das Bildungstechnologien an den Institutionen administriert, die Einführung neuer Technologien begleitet und ständig für Fragen der Lernenden und Lehrenden zur Verfügung steht. Hier gilt es, die Bedürfnisse und Rahmenbedingungen aller Akteur:innen zu berücksichtigen. Mit Blick auf den Stand der IT-Infrastruktur an deutschen Schulen bietet die Studie von Fiedler et al. (2022) weitreichende Einblicke in den Status quo. Herausforderungen beim Ausbau der digitalen Infrastruktur bestehen insbesondere in Gestalt mangelnder personeller, finanzieller und zeitlicher Ressourcen. Auf Ebene der Länder, Kommunen und Kultusministerkonferenz (KMK) werden acht Handlungsempfehlungen präsentiert, so werden beispielsweise die Schaffung landesübergreifender technischer Standards, IT-Fachkräfte- und

¹⁰ <https://hochschulforumdigitalisierung.de/>

¹¹ <https://www.forumbd.de/>

¹² <https://www.netzwerk-digitale-bildung.de/veroeffentlichungen/>

¹³ <https://www.edtecheurope.org/>

¹⁴ www.ki-campus.org

Qualifizierungsoffensiven sowie die Professionalisierung von Schul-IT-Betrieb und -Support durch interkommunale Zusammenarbeit vorgeschlagen, wobei auch die Einbindung von IT-Dienstleistern empfohlen wird (Fiedler et al., 2022). Dort, wo Bildungstechnologien der Privatwirtschaft eingesetzt werden, ist auch eine engere Verzahnung mit den jeweiligen Anbieterunternehmen zu prüfen, beispielsweise die Einbindung von unternehmensseitigen Supportstrukturen.

4. Ethik und Datensouveränität

Die Verwendung von Daten von Lernenden muss durch die Datenschutzregelungen unterstützt werden, außerdem ist zentral, dass Einzelpersonen Souveränität über ihre Daten behalten. Datenschutz sollte dabei direkt in der Entwicklung mitgedacht werden, um Innovation zu fördern und nicht zu verhindern. Um ethische, rechtliche und soziale Implikationen in der Entwicklung und im Einsatz zu bewerten, sollten Beratungsgremien (z. B. Ethical-Legal-Social-Implications (ELSI)-Beratungsgremien) oder Aufsichtsgremien von Stakeholdern eingerichtet und professionalisiert werden. Es braucht dabei eine vereinfachte und standardisierte Handhabung, die Unternehmen, Entwickler:innen und Bildungsinstitutionen bei der Operationalisierung von Ethik und Datenschutz unterstützt.

5. Interoperabilität von Daten in Bildungskontexten

Alle aufgezeigten Szenarien von KI in der Bildung basieren auf der Annahme von Verfügbarkeit und Interoperabilität von Daten in Bildungskontexten. Es empfiehlt sich, auf bestehenden Anstrengungen aufzubauen und die Standards zur Erhebung und zum Austausch von (Meta-)Daten zu etablieren und zu operationalisieren. Hierbei ist es essenziell, dass die Standards von allen relevanten Akteur:innen gemeinsam entwickelt, getragen und implementiert werden. Beispiele sind die Standardisierung von Kompetenzbeschreibungen aufbauend auf ESCO¹⁵ oder die Erweiterung der Beschreibung von Metadaten für Learning Objects (Menzel, 2020). Auf dieser Basis können verfügbare Angebote angereichert und einfacher vernetzt werden.

Die abgeleiteten Handlungsfelder zeigen deutlich, dass eine Vernetzung und gemeinsame Anstrengungen aller Stakeholder nötig sind, um KI erfolgreich zu einer Anwendung in der Bildung zu bringen. Mit diesem Diskussionspapier sollen Impulse für mehr Austausch, Kooperation und Zusammenarbeit zwischen relevanten Stakeholdern der institutionellen Bildung gesetzt werden. Ziel sollte sein, dass die aufgezeigten Handlungsfelder von Netzwerken und Stakeholder-übergreifenden Arbeitsgruppen in konkrete Maßnahmen umgesetzt werden, um langfristig die strategische Einbettung von KI in Bildungsszenarien nachhaltig zu etablieren.

¹⁵ https://esco.ec.europa.eu/en/classification/skill_main

4. Literaturverzeichnis

- Benjamin S. Bloom. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <http://facultycenter.ischool.syr.edu/wp-content/uploads/2012/02/2-sigma.pdf>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2022). *OER-Strategie. Freie Bildungsmaterialien für die Entwicklung digitaler Bildung*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/691288_OER-Strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Carbonell, J. R. (1970). Computer-Assisted Instruction. *NASSP Bulletin*, 54(343), 27–40. <https://doi.org/10.1177/019263657005434305>
- de Witt, C., Rampelt, F., & Pinkwart, N. (2020). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4063722>
- Die Bundesregierung. (2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. November, 1–47. https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf
- Duque, C. (2016). *Europe Report: Moodle Market Share Leader Almost Everywhere*. <https://www.elearnmagazine.com/marketplace/europe-report-moodle-market-share-leader-almost-everywhere/>
- eLiterate. (2017). *LMS Market Share per Enrollment Bands for Higher Education Institutions in North America and Europe - Spring 2017*. <https://eliterate.us/wp-content/uploads/2017/07/MindWires-enrollments-Europe-and-NA-updated.png>
- European Commission. (2020). Digital Education Action Plan 2021–2027. Resetting education an training for the digital age. In *European Commission*.
- European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Fengchun, M., Wayne, H., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education Guidance for policymakers*. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- Fiedler, U., Jörke, F., Kauffeld, S., Knies, V., Koop, A., Krause, M., Krüger, M., Pritzke, A., & Reuter, A. (2022). *Bereit für die Zukunft? Kommunen für den digitalen Umbau der Schulen stärken. Eine Studie zum Ist-Stand der Schul-IT mit Handlungsempfehlungen*. https://www.pd-g.de/assets/PD-Perspektiven/221206_PD-Perspektiven_Schul-IT.pdf
- Gao, L., Biderman, S., Black, S., Golding, L., Hoppe, T., Foster, C., Phang, J., He, H., Thite, A., Nabeshima, N., Presser, S., & Leahy, C. (2020). *The Pile: An 800GB Dataset of Diverse Text for Language Modeling*. <http://arxiv.org/abs/2101.00027>
- Giering, O., Fedorets, A., Adriaans, J., & Kirchner, S. (2021). *Künstliche Intelligenz in Deutschland: Erwerbstätige wissen oft nicht, dass sie mit KI-basierten Systemen arbeiten* (No. 48; Vol. 48). https://doi.org/10.18723/diw_wb:2021-48-1
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Johri, P., Khatri, S. K., Al-Taani, A. T., Sabharwal, M., Suvanov, S., & Kumar, A. (2021). Natural Language Processing: History, Evolution, Application, and Future Work. In A. Abraham, O. Castillo, & D. Virmani (Eds.), *Proceedings of 3rd International Conference on Computing Informatics and Networks. Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 365–375). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-9712-1_31
- Kern. (2022). *Flow messen mit Wearables und künstlicher Intelligenz. Feldexperiment im Kern Experimentierraum bei der Campusjäger GmbH in Karlsruhe*. <https://kern-kas.org/news/flow->

- messen-mit-wearables-und-kuenstlicher-intelligenz/
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). Effects of feedback intervention on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254–284. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.119.2.254>
- Krüger, A. (2020). *Hybride KI-Systeme – das Beste aus zwei Welten*. Tagesspiegel. <https://background.tagesspiegel.de/digitalisierung/hybride-ki-systeme-das-beste-aus-zwei-welten>
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Klieme, E., Reusser, K., & Pauli, C. (2004). Hausaufgabenpraxis im Mathematikunterricht – ein Thema für die Unterrichtsqualitätsforschung? In J. Doll & M. Prenzel (Eds.), *Studien zur Verbesserung der Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung*. Waxmann Verlag.
- Mah, D.-K., & Torner, C. (2022a). *Anwendungsorientierte Hochschullehre zu Künstlicher Intelligenz. Impulse aus dem Fellowship-Programm zur Integration von KI-Campus-Lernangeboten*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7319832>
- Mah, D.-K., & Torner, C. (2022b). *Künstliche Intelligenz mit offenen Lernangeboten an Hochschulen lehren. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Fellowship-Programm des KI-Campus*. KI-Campus. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6673692>
- Menzel, M. (2020). LOM for Higher Education OER Repositories – Ein Metadatenprofil für Open Educational Resources im Hochschulbereich zur Förderung der Interoperabilität von OER-Länderrepositorien. *O-Bib. Das Offene Bibliotheksjournal / Herausgeber VDB*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.5282/o-bib/5579>
- Mesenhöller, J., & Böhme, K. (2022). Soziale Akzeptanz als notwendige (pädagogische) Rahmenbedingung für Künstliche Intelligenz in EdTech [Vortrag eigener Forschungsarbeit]. 20. *Fachtagung Bildungstechnologien Der GI Fachgruppe Bildungstechnologien (DELFI 2022)*.
- Overdiek, M., & Petersen, T. (2022). *Was Deutschland über Algorithmen und Künstliche Intelligenz weiß und denkt – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage: Update 2022*.
- Pfaff-Rüdiger, S., Herrmann, S., Cousseran, L., & Brüggem, N. (2022). *Kompass: Künstliche Intelligenz und Kompetenz 2022. Wissen und Handeln im Kontext von KI* (JFF – Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis (ed.)). kopaed. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6668913>
- Plattform Lernende Systeme. (2022). *KI-Landkarte – Anwendungen*. <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-landkarte.html>
- Reichow, I., Buntins, K., Paaßen, B., Abu-Rasheed, H., Weber, C., & Dornhöfer, M. (2022). *Recommendersysteme in der beruflichen Weiterbildung Grundlagen, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs*. <https://doi.org/https://doi.org/10.25656/01>
- Reichow, I., Hochbauer, M., & Goertz, L. (2021). *Standards und Empfehlungen zur Umsetzung digitaler Weiterbildungsplattformen in der beruflichen Bildung. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs*. https://res.bibb.de/vet-repository_779586
- Rissler, R., Nadj, M., Li, M. X., Loewe, N., Knierim, M. T., & Maedche, A. (2020). To Be or Not to Be in Flow at Work: Physiological Classification of Flow using Machine Learning. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1–12. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2020.3045269>
- Self, J. A. (1974). Student models in computer-aided instruction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 6(2), 261–276. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(74\)80005-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(74)80005-2)
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Stancin, K., Poscic, P., & Jaksic, D. (2020). Ontologies in education – state of the art. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5301–5320. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-020-10226-z>
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25656/01:25273>

- Statista. (2023). *Anzahl der Hochschulen in Deutschland in den Wintersemestern 2016/2017 bis 2021/2022 nach Hochschulart*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/247238/umfrage/hochschulen-in-deutschland-nach-hochschulart/>
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (2022). *Future Skills*. <https://www.future-skills.net/>
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (2023). *Ready to scale – Digitale Bildungsinnovationen in Hochschulen in Kollaboration mit externen Partnern mutig vordenken , experimentell ermöglichen und wirkungsorientiert umsetzen*. 1–12. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/charta_fuer_digitale_bildungsinnovationen_1.2.pdf
- Trautwein, U., & Lüdtke, O. (2014). Kompetenz-Bildung. In C. Rohlf, M. Harring, & C. Palentien (Eds.), *Kompetenz-Bildung*. Springer VS Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-03441-2>
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>
- Wannemacher, K., & Bodmann, L. (2021). *Künstliche Intelligenz an den Hochschulen. Potenziale und Herausforderungen in Forschung, Studium und Lehre sowie Curriculumentwicklung* (No. 59).
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021). Are We There Yet? – A Systematic Literature Review on Chatbots in Education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4(July), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Benjamin S. Bloom. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <http://facultycenter.ischool.syr.edu/wp-content/uploads/2012/02/2-sigma.pdf>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2022). *OER-Strategie. Freie Bildungsmaterialien für die Entwicklung digitaler Bildung*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/691288_OER-Strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Carbonell, J. R. (1970). Computer-Assisted Instruction. *NASSP Bulletin*, 54(343), 27–40. <https://doi.org/10.1177/019263657005434305>
- de Witt, C., Rampelt, F., & Pinkwart, N. (2020). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4063722>
- Die Bundesregierung. (2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. November, 1–47. https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf
- Duque, C. (2016). *Europe Report: Moodle Market Share Leader Almost Everywhere*. <https://www.elearnmagazine.com/marketplace/europe-report-moodle-market-share-leader-almost-everywhere/>
- eLiterate. (2017). *LMS Market Share per Enrollment Bands for Higher Education Insitutions in North America and Europe – Spring 2017*. <https://eliterate.us/wp-content/uploads/2017/07/MindWires-enrollments-Europe-and-NA-updated.png>
- European Commission. (2020). Digital Education Action Plan 2021–2027. Resetting education an training for the digital age. In *European Commission*.
- European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*.
- Fengchun, M., Wayne, H., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education Guidance for policymakers*. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- Fiedler, U., Jörke, F., Kauffeld, S., Knies, V., Koop, A., Krause, M., Krüger, M., Pritze, A., & Reuter, A. (2022). *Bereit für die Zukunft? Kommunen für den digitalen Umbau der Schulen stärken. Eine Studie zum Ist-Stand der Schul-IT mit Handlungsempfehlungen*. <https://www.pd-g.de/assets/PD->

[Perspektiven/221206_PD-Perspektiven_Schul-IT.pdf](#)

- Gao, L., Biderman, S., Black, S., Golding, L., Hoppe, T., Foster, C., Phang, J., He, H., Thite, A., Nabeshima, N., Presser, S., & Leahy, C. (2020). *The Pile: An 800GB Dataset of Diverse Text for Language Modeling*. <http://arxiv.org/abs/2101.00027>
- Giering, O., Fedorets, A., Adriaans, J., & Kirchner, S. (2021). *Künstliche Intelligenz in Deutschland: Erwerbstätige wissen oft nicht, dass sie mit KI-basierten Systemen arbeiten* (No. 48; Vol. 48). https://doi.org/10.18723/diw_wb:2021-48-1
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Johri, P., Khatri, S. K., Al-Taani, A. T., Sabharwal, M., Suvanov, S., & Kumar, A. (2021). Natural Language Processing: History, Evolution, Application, and Future Work. In A. Abraham, O. Castillo, & D. Virmani (Eds.), *Proceedings of 3rd International Conference on Computing Informatics and Networks. Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 365–375). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-9712-1_31
- Kern. (2022). *Flow messen mit Wearables und künstlicher Intelligenz. Feldexperiment im Kern Experimentierraum bei der Campusjäger GmbH in Karlsruhe*. <https://kern-kas.org/news/flow-messen-mit-wearables-und-kuenstlicher-intelligenz/>
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). Effects of feedback intervention on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254–284. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.119.2.254>
- Krüger, A. (2020). *Hybride KI-Systeme – das Beste aus zwei Welten*. Tagesspiegel. <https://background.tagesspiegel.de/digitalisierung/hybride-ki-systeme-das-beste-aus-zwei-welten>
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Klieme, E., Reusser, K., & Pauli, C. (2004). Hausaufgabenpraxis im Mathematikunterricht – ein Thema für die Unterrichtsqualitätsforschung? In J. Doll & M. Prenzel (Eds.), *Studien zur Verbesserung der Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung*. Waxmann Verlag.
- Mah, D.-K., & Torner, C. (2022a). *Anwendungsorientierte Hochschullehre zu Künstlicher Intelligenz. Impulse aus dem Fellowship-Programm zur Integration von KI-Campus-Lernangeboten*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7319832>
- Mah, D.-K., & Torner, C. (2022b). *Künstliche Intelligenz mit offenen Lernangeboten an Hochschulen lehren. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Fellowship-Programm des KI-Campus*. KI-Campus. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6673692>
- Menzel, M. (2020). LOM for Higher Education OER Repositories. – Ein Metadatenprofil für Open Educational Resources im Hochschulbereich zur Förderung der Interoperabilität von OER-Länderrepositorien. *O-Bib. Das Offene Bibliotheksjournal / Herausgeber VDB*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.5282/o-bib/5579>
- Mesenhöller, J., & Böhme, K. (2022). Soziale Akzeptanz als notwendige (pädagogische) Rahmenbedingung für Künstliche Intelligenz in EdTech [Vortrag eigener Forschungsarbeit]. 20. *Fachtagung Bildungstechnologien Der GI Fachgruppe Bildungstechnologien (DELFI 2022)*.
- Overdiek, M., & Petersen, T. (2022). *Was Deutschland über Algorithmen und Künstliche Intelligenz weiß und denkt – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage: Update 2022*.
- Pfaff-Rüdiger, S., Herrmann, S., Cousseran, L., & Brügggen, N. (2022). *Kompass: Künstliche Intelligenz und Kompetenz 2022. Wissen und Handeln im Kontext von KI* (JFF – Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis (ed.)). kopaed. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6668913>
- Plattform Lernende Systeme. (2022). *KI-Landkarte – Anwendungen*. <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-landkarte.html>
- Reichow, I., Buntins, K., Paaßen, B., Abu-Rasheed, H., Weber, C., & Dornhöfer, M. (2022). *Recommendersysteme in der beruflichen Weiterbildung Grundlagen, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs*. <https://doi.org/https://doi.org/10.25656/01>
- Reichow, I., Hochbauer, M., & Goertz, L. (2021). *Standards und Empfehlungen zur Umsetzung digitaler Weiterbildungsplattformen in der beruflichen Bildung. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs*.

- https://res.bibb.de/vet-repository_779586
- Rissler, R., Nadj, M., Li, M. X., Loewe, N., Knierim, M. T.; & Maedche, A. (2020). To Be or Not to Be in Flow at Work: Physiological Classification of Flow using Machine Learning. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1–12. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2020.3045269>
- Self, J. A. (1974). Student models in computer-aided instruction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 6(2), 261–276. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(74\)80005-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(74)80005-2)
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Stancin, K., Poscic, P.; & Jaksic, D. (2020). Ontologies in education – state of the art. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5301–5320. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-020-10226-z>
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25656/01:25273>
- Statista. (2023). *Anzahl der Hochschulen in Deutschland in den Wintersemestern 2016/2017 bis 2021/2022 nach Hochschulart*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/247238/umfrage/hochschulen-in-deutschland-nach-hochschulart/>
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (2022). *Future Skills*. <https://www.future-skills.net/>
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (2023). *Ready to scale:– Digitale Bildungsinnovationen in Hochschulen in Kollaboration mit externen Partnern mutig vordenken , experimentell ermöglichen und wirkungsorientiert umsetzen*. 1–12. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/charta_fuer_digitale_bildungsinnovationen_1.2.pdf
- Trautwein, U.; & Lüdtke, O. (2014). Kompetenz-Bildung. In C. Rohlf, M. Harring; & C. Palentien (Eds.), *Kompetenz-Bildung*. Springer VS Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-03441-2>
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W.; & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>
- Wannemacher, K.; & Bodmann, L. (2021). *Künstliche Intelligenz an den Hochschulen. Potenziale und Herausforderungen in Forschung, Studium und Lehre sowie Curriculumentwicklung* (No. 59).
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M.; & Drachler, H. (2021). Are We There Yet? - A Systematic Literature Review on Chatbots in Education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4(July), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M.; & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Impressum



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz: CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Von dieser Lizenz ausgenommen sind Organisationslogos sowie – falls gekennzeichnet – einzelne Bilder und Visualisierungen.

Zitierhinweis

Schleiss, J., Mah, D.-K., Böhme, K., Fischer, D., Mesenhöller, J., Paaßen, B., Schork, S., Schrupf, J. (2023). **Künstliche Intelligenz in der Bildung. Drei Zukunftsszenarien und fünf Handlungsfelder**. Berlin: KI-Campus. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7702620>

Publikationsreihe des

KI-Campus | Stifterverband
Tempelhofer Ufer 11 | 10963 Berlin
info@ki-campus.org

Der KI-Campus ist die Lernplattform für Künstliche Intelligenz mit kostenlosen Online-Kursen, Videos und Podcasts zur Stärkung von KI- und Datenkompetenzen. Als Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird der KI-Campus vom [Bundesministerium für Bildung und Forschung](https://www.bmbf.de/) (BMBF) gefördert (FKZ 16DHBQP056 – 16DHBQP064).

www.ki-campus.org

