# Eine ethische Perspektive auf KI in der Bildung

Manuela Schönmann und Matthias Uhl

## 1 Einführung

Algorithmen, die auf maschinellem Lernen als Form der Künstlichen Intelligenz (KI) basieren, zunehmende Verfügbarkeit großer Datensätze und steigende Verarbeitungsgeschwindigkeiten haben zu Fortschritten in der Erkennung von Sprache, Bildern und Objekten geführt, die sich heute in zahlreichen technischen Innovationen konkretisieren (Murphy, 2019). Automatisierte Fahrzeuge, intelligente Assistenten wie Siri oder Alexa und medizinische Bilddiagnostik sind nur einige der bekannteren Beispiele. All diese Innovationen sind durch Fortschritte in der KI ermöglicht worden. Was also bedeutet KI?

Eine Herausforderung im Diskurs besteht in der starken Interdisziplinarität des Forschungsfelds und der Tatsache, dass jede Disziplin ihre eigene Terminologie einbringt, was eine einheitliche Definition des Begriffs der KI erschwert. Ferner wandelt sich auch stetig das Verständnis dessen, was KI eigentlich ist (Luckin et al., 2016). Bostrom weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass KI, die den Einzug in allgemeine Anwendungen gefunden hat und somit hinreichend nützlich und üblich geworden ist, aufgehört hat, KI genannt zu werden (CNN, 2006). Die Formulierungen lauten dann beispielsweise »persönlicher

M. Schönmann (✉)
Technische Hochschule Ingolstadt, AImotion, Ingolstadt, Deutschland
E-Mail: manuela.schoenmann@thi.de

M. Uhl
Forschungsprofessur für Gesellschaftliche Implikationen und ethische Aspekte der Künstlichen Intelligenz, Technische Hochschule Ingolstadt/Fakultät für Informatik, Ingolstadt, Deutschland
E-Mail: matthias.uhl@thi.de

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

C. de Witt et al. (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der Bildung*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-40079-8_21

Assistent«, »fortgeschrittenes Computerprogramm« oder »Empfehlungssystem« (Holmes et al., 2019, S. 85).

McCarthy und Kollegen (2006) gründeten mit der Dartmouth Conference 1956 das Studium von KI auf der Annahme, dass jeder Aspekt von Lernen oder eines weiteren Merkmals von Intelligenz im Prinzip so exakt beschrieben werden kann, dass eine Maschine konstruiert werden kann, die dieses Merkmal simuliert. Luckin et al. (2016) definieren KI als Computersysteme, die so programmiert wurden, dass sie in einer Weise mit der Welt interagieren, für die man üblicherweise menschliche Intelligenz voraussetzt. Popenici und Kerr (2017) zufolge konzentrieren sich Definitionsansätze auf eine bestimmte »Perspektive der Kognition« und klammern andere Aspekte von Intelligenz aus, beispielsweise politische, psychologische oder philosophische Aspekte. Sie regen daher an, KI im Kontext der Bildung sehr grundlegend zu verstehen und schlagen selbst die folgende Definition vor: »Computersysteme […], die in der Lage sind, menschenähnliche Prozesse wie Lernen, Anpassung, Synthese, Selbstkorrektur und Nutzung von Daten für komplexe Verarbeitungsaufgaben durchzuführen« (ebd., S. 2). Die derzeit entwickelten KI-Anwendungen sind sämtlich im Bereich der »schwachen KI« angesiedelt. Das bedeutet, sie können bestimmte Probleme in klar abgegrenzten Teilbereichen exakt und reliabel lösen und durchaus über menschlichem Leistungsniveau intelligent handeln. Allerdings sind sie nicht intelligent in dem Sinne, dass sie ein Verständnis davon hätten, wie die Welt »funktioniert«. Ihnen fehlt also das Analogon zum *gesunden Menschenverstand*. Sie sind ferner nicht dazu in der Lage, selbstständig neue Fertigkeiten zu erlernen und gänzlich neuartige Probleme zu lösen (Holmes et al., 2019; Murphy, 2019).

Der definitorisch schwer zu fassende Begriff der KI trifft bei »KI in der Bildung« auf einen zweiten Begriff, der sich einer einfachen Definition entzieht und zumindest im deutschsprachigen Raum eine geisteswissenschaftliche Tradition hat. Ursprünglich als Kultivierung verschiedener Facetten der Menschlichkeit verstanden, wurde Bildung in den Traditionen des Idealismus und Neuhumanismus zur *Herausformung innerer Werte* und *Vervollkommnung subjektiver Erlebnistiefe* überhöht (Raithel et al., 2009). Gemäß moderner Definition kann *Bildung als Förderung menschlicher Eigenständigkeit und Selbstbestimmung durch Auseinandersetzung mit der Lebenswelt* verstanden werden (Raithel et al., 2009). Klafki (2007) versteht Bildung als *Befähigung zu vernünftiger Selbstbestimmung, also zum eigenständigen Denken*, womit der Autonomie im Bildungsideal eine entscheidende Rolle zukommt. Der Bildungsgedanke erwächst somit direkt Kants berühmtem aufklärerischem Appell, den Mut zu haben, sich des eigenen Verstandes zu bedienen.

Obwohl KI in der Bildung zunehmend im Fokus des öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurses steht, beobachten Renz et al. (2020), dass KI in der Bildung meist nur im Konjunktiv diskutiert wird und praktische Anwendungen, insbesondere in Europa, fehlen. Luckin et al. (2016) prognostizieren, dass die Nutzung von KI im Bildungsbereich wie auch in anderen Bereichen des Lebens wie dem Finanzwesen, der Mobilität oder der medizinischen Diagnostik zunehmen wird. Auch wenn Anwendungen der KI bisher in vergleichsweise begrenztem Maße Einzug in den Bildungsbereich gefunden haben, haben sie doch unstrittig das Potenzial, das Lernen und Lehren zukünftig stark zu verändern (siehe z. B. Murphy, 2019). Dementsprechend deuten auch der öffentliche und wissenschaftliche Diskurs über den Einsatz von KI in der Bildung eine grundlegende Veränderung der Wissensvermittlung an (Renz et al., 2020). Dieser Diskurs oszilliert zwischen der Utopie einer individualisierten Optimierung des Lernprozesses (Seldon & Abidoye, 2018) mit einer Egalisierung der Bildungschancen (Pedró et al., 2019) und der Dystopie einer Orwellschen Überwachungstyrannei (Lankau, 2020; Selwyn, 2016a). Die Bildung wird dabei als ein besonders sensibler Bereich gesehen, ihre überragende Bedeutung wie bei kaum einem anderen Thema über die politischen Lager hinweg betont.

Bereits im Jahr 2000 entwarfen Aiken und Epstein 10 Prinzipien für einen ethischen Einsatz von KI in der Bildung mit dem Ziel, einen Diskurs hierzu anzustoßen (Aiken & Epstein, 2000). Betrachtet man die Literatur zu KI in der Bildung, fällt jedoch auf, dass ethische Implikationen auch 20 Jahre später überraschend wenig Beachtung finden. Aus einem Literaturüberblick von Ferguson und Clow (2017) ergibt sich, dass lediglich drei von 22 untersuchten Artikeln Ethik explizit betrachten. Zawacki-Richter et al. (2019) kommen zu dem Schluss, ein überraschendes Ergebnis ihrer Recherche sei der »dramatische Mangel« einer kritischen Reflexion der pädagogischen und ethischen Implikationen sowie der Risiken des Einsatzes von KI in der höheren Bildung. Nur zwei von 146 untersuchten Studien gingen auf ethische Aspekte ein. Im Einklang damit stellen Holmes et al. (2021) fest, dass ethische Dimensionen von KI in der Bildung anders als in anderen KI-Forschungsfeldern noch kein zentrales Thema seien, und bemängeln ein »enttäuschend geringes Interesse« der breiteren Forschungsgemeinschaft an diesem Thema.

Dieser Beitrag möchte zunächst die wichtigsten Arten von KI in der Bildung diskutieren (2), um anschließend Überlegungen einer Ethik von KI in der Bildung aus unterschiedlichen ethischen Perspektiven zu skizzieren (3). Insbesondere soll auch auf noch offene, ethisch relevante Forschungsfragen eingegangen werden.

## 2 Arten von KI in der Bildung

Im Folgenden werden, einer Einteilung von Baker et al. (2019) folgend, die drei Perspektiven systemorientierte KI, lernendenorientierte KI und lehrendenorientierte KI unterschieden.

*Systemorientierte KI* stellt Informationen bereit, um im Bildungsbereich informierte Entscheidungen treffen zu können (Baker et al., 2019). An US-amerikanischen (Hoch-)Schulen sind sie bereits seit Mitte der 2010er-Jahre beispielsweise als Frühwarnsysteme zur Identifizierung fortschrittsgefährdeter Lernender weit verbreitet (Murphy, 2019). Die eingesetzten Systeme klassifizieren Lernende unter anderem anhand soziodemografischer Daten, akademischer Leistung und finanzieller Situation. Es werden Leistungen vorhergesagt und ermittelt, wer gefährdet ist, Kursziele nicht zu erreichen und Schule oder Studium abzubrechen. Dies soll eine frühzeitige Intervention vonseiten der Bildungsinstitution ermöglichen (Zawacki-Richter et al., 2019). Mit gleicher Intention werden an britischen Schulen KI-Systeme eingesetzt, um mögliche psychische Erkrankungen von Kindern vorhersagen und verhindern zu können (Reiss, 2021).

Darüber hinaus wird systemorientierte KI angewendet, um studieninteressierte Personen zu kontaktieren (Zeide, 2019), Studienplatzbewerbungen zuzulassen (Zawacki-Richter et al., 2019), Lernende bei der Studienfach- und Kurswahl zu unterstützen (Zeide, 2019) oder Bildungsinstitutionen bei Inspektionen zu priorisieren (Baker et al., 2019). Aufgrund von Prüfungsausfällen während der Corona-Pandemie wurden 2020 Vorhersagesysteme auch genutzt, um Abschlussnoten auf Basis vorhergehender Leistungen zu berechnen (Simonite, 2020). Ebenso wurden ab Sommer 2020 verstärkt Online-Klausuren durchgeführt. Bei diesen werden häufig KI-Systeme zur Identitätskontrolle, Erkennung unerlaubter Objekte im Raum und auch zur Überwachung der Prüflinge während der Klausur eingesetzt. Erkennt ein System z. B. potenziell verdächtiges Verhalten, wie wiederholtes Wegschauen vom Bildschirm, gibt es eine Warnmeldung aus, sodass autorisierte Personen überprüfen können, ob ein Täuschungsversuch vorliegt (Coghlan et al., 2020).

Anders als lernenden- und lehrendenorientierte KI interagiert systemorientierte KI nicht direkt mit Lernenden und Lehrenden, sondern unterstützt Bildung auf administrativer und institutioneller Ebene (Zawacki-Richter et al., 2019).

*Lernendenorientierte KI* zielt darauf, Lernende beim Wissenserwerb zu unterstützen, indem sie Lerninhalte personalisiert vermittelt (Baker et al., 2019). Basierend auf der Beobachtung, dass Lernende im Einzel- oder Kleingruppenunterricht effektiver lernen als in größeren Gruppen (Bloom, 1984), ist der

Hauptfokus der Entwicklung lernendenorientierter KI, die Zusammenarbeit zwischen Lernenden und menschlichen Lehrenden zu simulieren (Murphy, 2019) und dabei so effektiv zu sein wie eine menschliche Eins-zu-Eins-Betreuung (Roll & Wylie, 2016).

»Intelligente Tutoren(-Systeme)«, »Intelligente Assistenten« und »adaptive Lernumgebungen« nutzen hierbei zunehmend Methoden des maschinellen Lernens, um zu vermittelnde Bildungsinhalte an die individuellen kognitiven Bedürfnisse, persönliche Interessen, den aktuellen Wissensstand oder gar den Gefühlszustand der Lernenden anzupassen. Je nach Komplexität und Zielsetzung stellen die Systeme geeignete Lernmaterialien bereit, bieten Hilfestellungen oder zusätzliche Herausforderungen an und geben Rückmeldungen zu Lernfortschritt und Leistung (Baker et al., 2019; Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019). Die meisten aktuell eingesetzten Systeme arbeiten hierbei regelbasiert, d. h. die Zusammenhänge zwischen den zu lernenden Konzepten sind fest vorgegeben (Murphy, 2019). Neuere Anwendungen nutzen jedoch auch selbstlernende Algorithmen, die anhand der Interaktionen zwischen Lernenden und System granulare »Wissenspunkte« über »Wissensgraphen« eigenständig verbinden (Reiss, 2021).

Einige adaptive Lernumgebungen unterstützen auch die Zusammenarbeit zwischen Lernenden (Zawacki-Richter et al., 2019), z. B. indem sie in Onlineumgebungen Lernende gemäß ihrer kognitiven Fähigkeiten, ihrer Interessen oder ihrem Wissensstand in optimale Gruppen einteilen (Luckin et al., 2016). Ebenso gibt es Systeme, die bei Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit unterstützen können und als virtuelle Agenten in Gruppenarbeiten vermitteln oder Diskussionen moderieren (Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019).

Inhaltlich konzentrieren sich adaptive Lernumgebungen derzeit typischerweise auf Wissen, das durch die erfolgreiche Anwendung erlernter Regeln und Strategien auf zu lösende Probleme abgeprüft werden kann (Murphy, 2019; Roll & Wylie, 2016). Dies beinhaltet in Grund- und Mittelstufe vor allem das Lesenlernen und elementare mathematische Fähigkeiten, in der höheren Bildung Inhalte aus der Informatik (insbesondere Programmieren), der Statistik und dem Fremdsprachenunterricht (Chen et al., 2020; Murphy, 2019; Zawacki-Richter et al., 2019).

Adaptive Lernumgebungen können als primäre Unterrichtsform, z. B. in Online-Kursen, verwendet werden, aber auch als Ergänzung zum herkömmlichen Unterricht, z. B. als zusätzliche Aktivität in heterogenen Gruppen oder zur Unterstützung bei Hausaufgaben (Baker et al., 2019; Murphy, 2019). In Vor- und Grundschulen wird lernendenorientierte KI häufig in gestaltlicher Form eingesetzt, z. B. als Roboter oder Softbots (kuscheltierartige Roboter), v. a.

im Sprachenunterricht (Lill, 2015; Vogt et al., 2019) oder beim Schreiben-Lernen (Belpaeme et al., 2018). Ebenso ist eine Integration in klassische Unterrichtsmaterialien möglich: Sensoren in »intelligenten« Schulbüchern erfassen Blickbewegungen der Lesenden über die Seiten und blenden bei Bedarf Definitionen, Übersetzungen oder Erklärvideos ein (Jahn et al., 2019).

*Lehrendenorientierte KI* zielt vor allem auf eine Arbeitserleichterung für die Lehrenden ab (Zawacki-Richter et al., 2019): Von einer intelligenten Lernumgebung erfasste Informationen zum Lernfortschritt können z. B. nicht nur vom System genutzt, sondern auch den Lehrenden zur Verfügung gestellt werden (Jahn et al., 2019). Ebenso kann eine Anwendung, die bei Gruppenarbeiten unterstützt, den Lehrenden Rückmeldung über Fortschritt und Beteiligung der Gruppenmitglieder geben und mögliche Konfliktsituationen aufzeigen (Casamayor et al., 2009). Lehrende können so bei etwaigen Schwierigkeiten gezielt unterstützen (ebd.; Jahn et al., 2019).

Ein Schwerpunkt lehrendenorientierter KI sind virtuelle Lehrassistenzen, die z. B. auf Grundlage von Verhalten und Leistung Gruppeneinteilungen und Sitzpläne im Klassenzimmer optimieren (Baker et al., 2019), als Chatbots häufig wiederkehrende Fragen in Hochschulvorlesungen beantworten (Maderer, 2016) oder als Roboterassistenten in Schulen Vorträge halten, Lernenden beim Kopfrechnen, Vokabellernen oder den Hausaufgaben helfen und Sportübungen vormachen (Lill, 2015). In japanischen Schulen werden zudem KI-Lehrassistenten für Gruppenarbeiten erprobt. Mittels Audioaufnahmen und Sprache-zu-Text-Technologie analysiert das System Diskussionen hinsichtlich vorgegebener Schlüsselwörter und gibt Rückmeldung über den Lernfortschritt der Gruppen (Shirouzu, 2018). In chinesischen Klassenzimmern wurde zudem die KI-basierte Videoüberwachung mit Gesichtserkennung erprobt (Dorloff, 2019; Xue, 2019). Anhand von Gestik und Mimik der Lernenden können deren Beteiligung am Unterricht und teilweise auch deren Emotionen erfasst, analysiert und den Lehrenden über Dashboards angezeigt werden (Dorloff, 2019; Xue, 2019). Gemein haben diese Systeme, dass sie die Lehrenden zum einen von administrativen Aufgaben entlasten und zum anderen bei der didaktischen Gestaltung ihres Unterrichts unterstützen sollen. Auf Basis der ermittelten Bedürfnisse eines Kurses können virtuelle Lehrassistenzen spezifische Lehrmethoden, Medien empfehlen und den Lehrenden Hinweise geben, welche Lernenden Unterstützung benötigen (Baker et al., 2019; Jahn et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019).

Ein weiterer Schwerpunkt lehrendenorientierter KI liegt auf Systemen zur Bewertung und Benotung. Lehrpläne legen vermehrt Wert auf die Entwicklung von Schreib- und Kommunikationsfähigkeiten, doch die Korrektur und Bewertung textbasierter Arbeiten ist für Lehrende sehr zeitaufwendig (Murphy, 2019)

und konnte lange nur sehr eingeschränkt und oberflächlich durch Software durchgeführt werden (Holmes et al., 2019; Reiss, 2021). Fortschritte im maschinellen Lernen und der Verarbeitung natürlicher Sprache ermöglichen nun jedoch KI-Systeme, die Aufsätze tiefergehend bewerten und Lernenden Rückmeldungen zur Verbesserung ihrer Arbeiten geben (Baker et al., 2019). Systeme zur Aufsatzbewertung werden u. a. bei Zugangsprüfungen an Hochschulen in den USA (Murphy, 2019), bei Prüfungen in den Fächern Psychologie (Chodorow et al., 2010) oder Medizin (Gierl et al., 2014), für Projektabschlussberichte im Ingenieurstudium (García-Gorrostieta et al., 2018) oder im Fremdsprachenunterricht (Quixal & Meurers, 2016) eingesetzt. Neben der inhaltlichen und stilistischen Bewertung von Prosatexten kann KI auch eingesetzt werden, um Muster im Sprachgebrauch der Studierenden zu erkennen. So kann das System beurteilen, ob Schriftstücke einer Person mit ihren anderen Arbeiten übereinstimmen, wodurch Täuschungsversuche und Plagiate aufgedeckt werden können (Amigud et al., 2017).

## 3 Aspekte einer normativen Ethik der KI in der Bildung

### 3.1 Zwei Typen von Ethik

Ethische Kritik beruht auf einem normativen Begründungsansatz. Eine nützliche Unterscheidung, wenn freilich auch nicht die einzig mögliche, ist die zwischen einer deontologisch begründeten ethischen Kritik an Technik und einer konsequenzialistisch begründeten Kritik. Frankena (2017) fasst den Deontologiebegriff in seiner analytischen Ethik rein negativ. Demnach sind all jene ethischen Theorien deontologisch, die das moralisch Gute nicht unbedingt als dasjenige verstehen, welches das meiste Glück zur Folge hat. Es ist in diesem Zusammenhang ein weitverbreitetes Missverständnis, deontologische Ethiken ignorierten die Handlungsfolgen und seien ausschließlich handlungszentriert. Vielmehr sind sie inklusiv und unterscheiden sich von konsequenzialistischen Ethiken darin, dass letztere die moralische Richtigkeit einer Handlung ausschließlich an deren Konsequenzen bemessen. Die Deontologie lässt also neben den Konsequenzen noch andere Überlegungen in die Beurteilung einer moralischen Richtigkeit einfließen. Bestimmten Handlungen kommt beispielsweise eine gewisse Eigenschaft zu, die sie moralisch werden lässt und das unabhängig von den Konsequenzen. Es ist demnach beispielsweise richtig, ein Versprechen zu halten, auch wenn derjenige,

dem es gegeben wurde, niemals vom Bruch des Versprechens erfahren würde. In diesem Sinne ist das moralisch Gute nicht unabhängig vom moralisch Richtigen.

Die konsequenzialistische Ethik ist im Gegensatz dazu eine Ethik, welche Handlungen einen rein extrinsischen Wert zuschreibt und entsprechend die Richtigkeit einer Handlung an deren Folgen beurteilt. Eine Handlung ist nicht an sich gut oder schlecht, sondern immer nur im Rekurs auf ihre Konsequenzen zu begrüßen oder zu verurteilen. Konsequenzialistische Ethiken sind daher grundsätzlich flexibler als andere Ethiken, sie sind anti-konservativ. Mit Bezug auf eine normative Bewertung von Technologien zeigt sich, dass eine konsequenzialistische Ethik eine stärkere Offenheit aufweist als eine deontologische Ethik, der gelegentlich ein gewisser Normenfetischismus vorgeworfen werden kann (Birnbacher, 2013). Dies bedeutet, dass sie ggf. an bestimmten Normen festhält, obwohl der zugrunde liegende Normenkatalog im Zeitablauf dysfunktional geworden sein könnte. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse hinsichtlich einer bestimmten Technologie oder geänderte Wertvorstellungen hinsichtlich des Einsatzes von Technologien in der Bevölkerung sind zwingend zu berücksichtigen. Diese neuen Erkenntnisse können entsprechend auch eine fundamentale ethische Neubewertung einer bestimmten Technik erforderlich machen.

## 3.2 Die Deontologische Perspektive: Das Recht auf eine zwischenmenschliche Bildungserfahrung

Die deontologische Perspektive auf KI in der Bildung stellt häufig einen rechtebasierten Ansatz ins Zentrum ihrer Überlegungen. Ethische Bedenken bestehen hier darin, dass durch den Einsatz von KI die Rechte betroffener Individuen verletzt werden. So hegen Jahn et al. (2019) die größten ethischen Bedenken im Zusammenhang des Umgangs mit personenbezogenen Daten und mahnen, dass KI nicht zu einer übergreifenden Überwachung, Kontrolle und Bewertung eingesetzt werden darf, da dies nicht »mit unserem Rechts- und Wertesystem vereinbar [sei]« (Jahn et al., 2019, S. 11). Sie fordern hier eine Pfadunabhängigkeit der KI, die Sicherstellung von *Diskriminierungsfreiheit*, *Datensouveränität* der Nutzenden sowie *Transparenz und Partizipation.* Die ethische Forderung ist, wie häufig im Zusammenhang mit KI in moralisch sensiblen Sphären, dass diese lediglich Empfehlungen gibt und nicht selbst autonome Entscheidungen trifft. Das Beharren auf einer letztinstanzlichen Entscheidung durch den Menschen wird häufig letztlich weniger von den Handlungsfolgen abhängig gemacht. Es besteht vielmehr in einer grundsätzlichen ethischen Pflicht, die Verantwortung einer moralisch

relevanten Entscheidung beim Menschen zu belassen und ist damit prinzipiell deontologischer Natur.

Eine ähnliche Argumentation findet sich im Zusammenhang mit der Selbstbestimmung des Individuums, das nach Auffassung einiger Autoren durch persönliche KI-Lernassistenten konterkariert wird (Mittelbach, 2017). Reiss (2021) zufolge hat KI kein Bewusstsein und kann nicht reflektieren, wodurch KI die Lernenden, insbesondere die besonders vulnerablen Kinder, nicht darin unterstützt, autonome und reflektierende Bürgerinnen und Bürger zu werden. Bedenken dieser Art verwehren sich in sehr grundsätzlicher Weise der Möglichkeit, KI nutzbringend in der Bildung einzusetzen. In gewisser Weise läuft die Wesenheit von KI und ihre definitionsgemäße Nichtmenschlichkeit, wie hier deutlich wird, dem idealistischen und neuhumanistischen Bildungsideal einer Vermittlung innerer Werte zuwider, die nur durch Lehrende mit eigener Subjektivität und Erlebnistiefe vermittelt werden kann.

Selwyn (2016a) äußert sich in dieser Hinsicht besorgt über eine Deprofessionalisierung des Lehrberufs und über eine Abwertung des Wissens, die mit dem Einsatz von KI in der Bildung einhergehe. In seinem Buch mit dem plakativen Titel »Should Robots Replace Teachers?« konstatiert Selwyn (2019), dass Bildung eine bemerkenswerte Ausnahme vom sonst allgegenwärtigen Trend der Automatisierung von Arbeitsaufgaben ist. Den meisten Menschen sei zudem intuitiv klar, dass Bildung ihrem Wesen nach ein menschliches Unterfangen darstelle. Bildung lebe vom sozialen Reichtum der Situation. An späterer Stelle in seinem Buch wirft er jedoch einen Blick auf das weltliche Schattenspiel seines flammenden Bildungsideals. Er bemerkt zynisch, dass intelligente Tutorensysteme zwar kaum Sokrates seien, aber sicherlich als ebenso gut angesehen werden können wie die Lehre, die die meisten Menschen in ihrem Leben erfahren werden (ebd., S. 56).

Im Einklang mit dieser Idee einer Profanisierung von Bildung argumentiert Lankau (2020), der eine durch Digitaltechnik und IT-Konzerne forcierte Transformation von Bildungsstätten zu »immer stärker automatisierten, kybernetisch gesteuerten Beschulungs- und Prüfanstalten« (S. 349) befürchtet. Nach seinem Dafürhalten geht durch den Einzug von KI in die Bildung ein fundamentaler Aspekt der Bildung verloren, der in der Zwischenmenschlichkeit gründet. Während sich die »Silicon-Valley-Elite« den Luxus der menschlichen Interaktion gönne und sich für ihre eigenen Kinder Technik im Klassenzimmer verbiete, würden arme Kinder in Digital-Kindergärten am Bildschirm aufgezogen (ebd.). Technologie sei ein soziales Experiment an den Kindern, denen das Recht, ein Homo sapiens zu sein, verwehrt werde und die somit zu einem *Homo digitalis* degradiert werden.

Die Ansicht, dass KI »aus Menschen Maschine [mache]« (ebd., S. 369), ist also eine Art deontologischer Fundamentalkritik am Einsatz von KI in der Bildung, die kaum durch empirische Erkenntnisse widerlegbar scheint. Besteht ein individuelles positives Recht auf eine zwischenmenschliche Bildungserfahrung, gibt es Bedenken, dass der oder die zu Bildende durch den Einsatz von KI dieses Rechts beraubt wird, wie die oben zitierte Kritik deutlich macht. Über die empirische Wirkung von KI auf die Lernenden und die Gesellschaft kann geforscht und diskutiert werden, über eine Enthumanisierung der Bildung durch *Künstliche* Intelligenz in einem eng verstandenen Wortsinn kann kaum diskutiert werden. Die der deontologischen Kritik an Technik eigene empirische Unempfänglichkeit zeigt sich also auch in Bezug auf KI in der Bildung und dort womöglich – aufgrund der herausragenden humanistischen Bedeutung von Bildung – gar mit besonderer Schärfe.

## 3.3 Die Konsequenzialistische Perspektive: Die Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft

Aus der Perspektive einer konsequenzialistischen Ethik hängt die moralische Beurteilung von KI in der Bildung von deren Konsequenzen für den Einzelnen sowie für die Gesellschaft ab. Im Folgenden sollen diese beiden Ebenen – die individuelle Mikroebene und die soziale Makroebene – jeweils kurz diskutiert werden. Es geht uns hierbei nicht um eine konklusive Abhandlung der bestehenden vielschichtigen und interdisziplinären Literatur zum Thema, sondern um die Betonung einiger für diese ethische Perspektive durchaus repräsentativer Forschungsergebnisse und Forschungsfragen.

### 3.3.1 Auswirkungen von KI in der Bildung auf das Individuum

Ein Vorwurf gegenüber KI-Systemen in der Bildung lautet, dass sie Lernende zu *unethischem Verhalten* verleiten, in dem sie z. B. Plagiate oder die Fälschung geistigen Eigentums erleichtern (Aiken & Epstein, 2000). Medienberichte über plagiierte Dissertationsschriften von Prominenten (Müller-Lancé, 2021) und Studien zur »Schummel-Kultur« an Universitäten (Piegsa, 2012) suggerieren, dass wissenschaftliches Fehlverhalten eine Alltäglichkeit unter Studierenden sei. Empirische Untersuchungen zur Häufigkeit von Täuschungsversuchen sind jedoch selten und zeichnen ein anderes Bild: Curtis und Vardanega (2016) stellen zwar auf Basis eines Literaturüberblicks und eigener Studien einen signifikanten Anstieg studentischer Plagiate zwischen den 1960er-Jahren und dem Beginn

des Internetzeitalters in den 1990er-Jahren fest, zwischen 2000 und 2014 gingen diese Zahlen jedoch wieder deutlich zurück.

Die Fortschritte der letzten Jahre in der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache ermöglichen allerdings mittlerweile Systeme, die auf relativ hohem sprachlichen Niveau ganze Schriftstücke übersetzen, Textaufgaben lösen (siehe z. B. Zhang et al., 2020), Textabschnitte vervollständigen oder gar ganze Gedichte und Kurzgeschichten in beliebigem Schreibstil schreiben (siehe z. B. Graf, 2020). Auch wenn diese Systeme – anders als die beschriebene lehrendenorientierte KI zur Bewertung textbasierter Arbeiten – vermutlich nicht in der Lehre eingesetzt werden, stehen sie Lernenden zur Verfügung. Wenn diese nun auch an immer detailliertere Überarbeitungsvorschläge durch KI-basierte Textbewertungssysteme gewöhnt sind, ist nicht auszuschließen, dass die Trennlinie zum Diebstahl geistigen Eigentums durch Nutzung eines solchen KI-»Textgenerators« verschwimmt und die Hemmschwelle hierfür sinkt. Empirische Untersuchungen hierzu fehlen gegenwärtig jedoch. Bei der Abwägung möglicher Konsequenzen KI-basierter Textbewertungssysteme sollte zudem nicht vergessen werden, dass technischer Fortschritt es auch den Bildungseinrichtungen erleichtert, Täuschungsversuche aufzudecken und Gegenmaßnahmen zu etablieren (Amigud et al., 2017; Curtis & Vardanega, 2016).

Ein weiterer Kritikpunkt gegen den Einsatz von KI in der Bildung zielt auf eine drohende *»Verdummung«* der Lernenden (siehe z. B. Selwyn, 2016a). Die überlegene Problemlösungsfähigkeit von KI könnte dazu führen, dass Lernende »intellektuell verkümmern«, grundlegende Fertigkeiten wie Lesen und Schreiben verlernten und generell weniger lernten (Aiken & Epstein, 2000; Selwyn, 2016a). Derzeit werden hauptsächlich lernendenorientierte KI-Systeme entwickelt, die personalisierten Einzelunterricht auf dem Niveau menschlicher Lehrpersonen bieten sollen. Wenn Lernende mit KI bedeutend weniger lernen als mit Menschen, müsste sich dies also in Studien zur Wirksamkeit adaptiver Lernumgebungen zeigen.

Du Boulay (2016) fasst zusammen, dass individualisierte Lernplattformen in Bezug auf den Lernzuwachs im Mittel bessere Ergebnisse erzielten als »herkömmlicher« Unterricht mit menschlichen Lehrenden im Klassenverband, Online-Unterricht ohne KI-Unterstützung oder Lernen aus Büchern. Verglichen mit Einzel- oder Kleingruppenunterricht durch menschliche Lehrkräfte waren KI-Systeme meist weniger effektiv, hatten aber dennoch keine negative Auswirkung auf das Lernen (Du Boulay, 2016). Allerdings zeigen sich starke Unterschiede zwischen Altersgruppen und Fachbereichen: So scheinen jüngere Kinder unabhängig von der Art der Lehrenden mehr vom Lernen in der Gruppe als von Einzelunterricht zu profitieren (Reiss, 2021) und KI-Systeme für MINT-Fächer

besser geeignet zu sein (Du Boulay, 2016). Die aktuelle Studienlage lässt keine Aussage über die Wirksamkeit von KI in gestaltlicher Form – d. h. Robotern – im Vergleich mit menschlichen Lehrenden zu (Belpaeme et al., 2018) und auch der Vergleich von gestaltlicher mit nicht-gestaltlicher KI zeigt bislang keine eindeutigen Ergebnisse (Belpaeme et al., 2018; Papadopoulos et al., 2020; Vogt et al., 2019). Überdies fällt auf, dass im Bereich der lernendenorientierten KI stark technikorientierte Pilotstudien mit kurzer Einsatzdauer überwiegen und insbesondere Langzeitstudien in realen Bildungskontexten fehlen (Holmes et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). Positive Ergebnisse könnten daher auch Neuigkeitseffekte sein (Holmes et al., 2019). Reiss (2021) und Selwyn (2019) verweisen zudem darauf, dass es keine Technologien gebe, für die in größerem Maßstab ein nachhaltiger Einfluss auf Bildung nachgewiesen worden sei.

Zusammengefasst gibt es derzeit also keine Belege für eine bedeutende Verringerung oder Verschlechterung des Lernens durch KI-Systeme. Im Gegenteil: Ihr Einsatz kann in einigen Fächergruppen und Altersstufen gewinnbringend sein. Künftige empirische Studien sollten insbesondere die Wirksamkeit über eine längere Einsatzdauer untersuchen und eingesetzte Systeme und Lernkontexte differenziert betrachten. Ebenso gilt es, die Forschungslücke zur Wirksamkeit gemischter Modelle mit einer Kombination aus menschlicher Lehrperson und KI-System zu schließen.

Zuletzt wird KI-Systemen in der Bildung vorgeworfen, dass sie Lernenden auf *sozialer Ebene* schaden: Sie schränkten Interaktionen mit anderen Menschen ein (Aiken & Epstein, 2000), böten selbst jedoch nur »synthetische« Begegnungen (Selwyn, 2019). Während der Interaktion mit anderen Menschen ein positiver Einfluss auf Gedächtnis, geistige Leistung (Sigman, 2009) und nonverbale Kommunikationsfähigkeiten (Uhls et al., 2014) zugeschrieben wird, wird KI-Systemen, insbesondere denen für den Einzelunterricht, vorgeworfen, Lernende sozial zu isolieren, indem sie z. B. Zusammenarbeit und Diskussionen mit Lehrenden und Mitlernenden eliminierten (Strauss, 2018). Demgegenüber stehen nun Studienergebnisse, die darauf hinweisen, dass KI das Potenzial hat, das Entstehen von Empathie zwischen Menschen zu fördern (Lossau, 2021), menschliche Zusammenarbeit zu verbessern (Traeger et al., 2020), Engagement und Compliance von Lernenden zu fördern (Belpaeme et al., 2018) und rassistische Äußerungen in Diskussionen zu reduzieren (Munger, 2017).

Diese sehr gegensätzlichen Ergebnisse verdeutlichen, dass die sozialen Auswirkungen von KI-Systemen in der Bildung, wie auch von KI im Allgemeinen, stark kontextabhängig sind: Je nachdem, wie ihr Einsatz gestaltet wird, können sie zu einem Gefühl der sozialen Isolation beitragen, haben aber durchaus auch das Potenzial menschliche Interaktion zu stärken. Insbesondere im Bildungsbereich

wäre daher eine differenzierende Betrachtung wünschenswert und notwendig, um mögliche Folgen eines KI-Einsatzes für die Lernenden abschätzen zu können.

### 3.3.2 Gesellschaftliche Potenziale des Einsatzes von KI in der Bildung

Je nach Zuwanderungszahlen und Erwerbsbeteiligung könnten dem deutschen Arbeitsmarkt bis 2040 zwischen 3,1 und 4,2 Mio. weniger Fachkräfte zur Verfügung stehen als heute (Geis-Thöne, 2021). Bereits bis 2030 wird voraussichtlich eine Lücke von zwei Millionen Fachkräften entstehen, wobei die voranschreitende Automatisierung und Digitalisierung gleichzeitig fast ein Drittel der Geringqualifizierten aus den Jobs drängen könnte (Statista, 2020).

Qualifizierungspotenzial gebe es u. a. bei Erwerbslosen ohne Berufsausbildung. In zahlreichen Berufen mit einem Engpass an Fachkräften gibt es bei Personen ohne Berufsausbildung schon heute einen Arbeitslosenüberhang (Malin et al., 2019). Häufig fehlt es diesen an Wissen über Kursangebote oder eigene Erfolgsaussichten werden als gering eingeschätzt (BMBF, 2021). Negative Lernerfahrungen stellen ebenfalls Barrieren für eine erfolgreiche Qualifizierung dar (Malin et al., 2019). Hier könnten adaptive Lernumgebungen unterstützen. KI-Lernbegleiter könnten die Lernenden darin unterstützen, zunächst grundlegende Kenntnisse wie Lese- und Schreibfertigkeiten zu verbessern und sie dann beim Lernen begleiten und anleiten. Insbesondere vor dem Hintergrund negativer Lernerfahrungen, die auch im Kontext mit Lehrenden oder Mitlernenden entstanden sind, könnte sich das Lernen mit KI als Vorteil erweisen.

Auch in der Qualifizierung geflüchteter Menschen könnten KI-gestützte Lernumgebungen Potenziale heben: Insbesondere bei hochqualifizierten Geflüchteten wirken fehlende Sprachkenntnisse stark negativ auf die Erwerbstätigkeit (Hartog & Zorlu, 2009), aktuell verfehlen jedoch viele Teilnehmende von Integrationskursen das Zielniveau und brechen ab (Cindark et al., 2019). Knoll (2020) empfiehlt hier eine stärkere Differenzierung der Kurse nach Bildungshintergrund und sprachlichen Vorkenntnissen, wozu KI einen wichtigen Beitrag leisten könnte.

Im Jahr 2019 verließen zudem knapp 53.000 Jugendliche die Schule ohne regulären Abschluss (Statistisches Bundesamt, 2020). Damit sind sie besonders gefährdet, auch keinen Berufsabschluss zu erzielen (BIBB, 2021), und haben schlechtere Voraussetzungen für eine langfristige qualifizierte Teilhabe am Erwerbsleben (BMBF, 2021). Insbesondere im Förderschwerpunkt »Lernen« verlassen viele die Schule ohne regulären Abschluss (Hansen & Heisig, 2018). Auf diesen entfällt jedoch gleichzeitig der größte Anteil von Lernenden mit sonderpädagogischem Förderbedarf (KMK, 2021). Studien zeigen, dass vor allem

diese bessere Entwicklungsfortschritte machen, wenn sie an einer Regel- statt einer Förderschule unterrichtet werden (Kocaj et al., 2014). Ebenso trägt vor allem hier ein niedriger Betreuungsschlüssel von 3–4 Kindern pro Lehrkraft maßgeblich zum Erreichen eines regulären Schulabschlusses bei (Hansen & Heisig, 2018). Mit menschlichen Lehrkräften ist beides kaum zu realisieren: Die durchschnittliche Klassengröße betrug im Schuljahr 2016/2017 in Grundschulen 21, in weiterführenden Schulen 24–26 und in Förderschulen 10 Personen (Hoffmann & Malecki, 2018). Der Einsatz von KI könnte einen Beitrag dazu liefern, dass Lernende mit erhöhtem Förderbedarf »das Beste aus zwei Welten« bekommen. Durch sie könnte ein gemeinsamer Unterricht von Kindern und Jugendlichen mit und ohne sonderpädagogischen Förderbedarf an Regelschulen erfolgen, der durch eine zusätzliche gezielte Förderung in Kleingruppen, eingeteilt nach Unterstützungsbedarf, ergänzt wird.

## 4 Quo Vadis, Bildungstechnologie?

Ein wichtiger Beitrag, den eine Ethik der KI in der Bildung leisten muss, ist zunächst eine Orientierung im Gemenge der vorhandenen moralischen Argumente für und gegen KI zu bieten. Die hier vorgeschlagene Unterscheidung zwischen meist fundamentalkritischen deontologischen Einwänden und ergebnisoffenen konsequenzbasierten Überlegungen mag dabei hilfreich sein. Deontologisch orientierte Bedenken, die im Einsatz von KI eine Verletzung des individuellen Rechts auf zwischenmenschliche Bildung sehen, sind im Grunde kaum auszuräumen. Die konsequenzialistisch orientierte Ethik einer KI in der Bildung wird deren Beurteilung aber von den nichtmoralischen Konsequenzen des Einsatzes von KI abhängig machen müssen. Hierzu gehören die Auswirkungen auf den individuellen Lernerfolg, das soziale Verhalten und Glücksempfinden der Lernenden und Lehrenden sowie die gesellschaftlichen, inklusive der volkswirtschaftlichen Auswirkungen. Um dabei eine Bewertung vornehmen zu können, ist es unerlässlich, dass die Ethik durch Forschungsergebnisse der Einzelwissenschaften informiert wird. Defizite werden dabei aktuell im Bereich der Theoriebildung und der empirischen Forschung identifiziert.

Hinsichtlich des Einsatzes von lernendenorientierter KI in der Bildung wird insbesondere das Fehlen einer theoriefundierten pädagogischen Perspektive beklagt. Selwyn (2016b) betont, dass Bildung bei weitem zu komplex sei, um auf Datenanalyse reduziert zu werden und somit KI nicht als ein bequemer »technical fix« für gravierende Dilemmata im Bildungsbereich genutzt werden könne (ebd., S. 106). Nach Holmes et al. (2021) darf daher auch eine Ethik von KI in der

Bildung nicht nur Fragen zu Daten und rechnergestützten Verfahren berücksichtigen, sondern muss den Zweck des Lernens, die Wahl pädagogischer Ansätze und die Rolle von Technologie bezüglich der Lehrenden und des Zugangs zu Bildung einbeziehen. Anders als häufig in der Forschungsgemeinschaft angenommen, sei KI in der Bildung nicht durch ihr Ziel, Bildung zu verbessern, per se ethisch. Gute Absichten könnten auch hier unerwünschte Konsequenzen haben, wenn ethische Risiken, z. B. von unpassenden pädagogischen Konzepten, nicht hinreichend verstanden werden (Holmes et al., 2021).

Im Einklang hiermit kritisieren Zawacki-Richter et al. (2019) insbesondere die Theoriefreiheit im Bereich der Bildungstechnologie. Sie verweisen auf eine Studie von Hew et al. (2019), die konstatiert, dass 40 % der bildungstechnologischen Artikel in den drei Top-Zeitschriften des Felds komplett ohne Theorie auskämen. Die meisten Studien fokussierten auf das Auffinden von Mustern in Daten, um Anwendungen für Lernende und Lehrende zu informieren. Dies geschehe ohne die notwendige Weiterentwicklung pädagogischer und psychologischer Lerntheorien im Hinblick auf KI-gesteuerte Bildungstechnologie (Zawacki-Richter et al., 2019). Unser Ziel sollte demnach nicht die Umsetzung des technisch Möglichen, sondern des pädagogisch Sinnvollen sein.

Neben dem beklagten Mangel an auf die Problemstellung zugeschnittenen Lerntheorien ist nach Auffassung von Pedró et al. (2019) auch wenig darüber bekannt, welche Auswirkungen der Einsatz von Bildungstechnologie auf den Lernerfolg tatsächlich hat. So liege der Schwerpunkt vieler nationaler Initiativen auf dem »Zugang zur Technologie als intrinsischem Mehrwert« (ebd., S. 31), ohne dass echte Erfolge auf den Lernerfolg nachgewiesen werden könnten. Hierbei sei ein empirischer Ansatz wichtig, um beispielsweise durch Experimente herauszufinden, wie KI-Einsatz Lernleistung kausal beeinflusst (ebd.). Ferner sei nur so festzustellen, unter welchen Bedingungen der Einsatz von KI funktioniert und unter welchen nicht. Laut Luckin et al. (2016) ist ein Problem der Forschung zu KI in der Bildung, dass man sich bisher vor allem mit »low-hanging fruits« befasst habe, also beispielsweise dem Lernen in stark strukturierten Bereichen wie der Mathematik oder Physik, während andere Bereiche vernachlässigt würden.

Ein weiteres Versäumnis der Forschung zu Bildungstechnologie liegt in der starken Vernachlässigung der lehrendenorientierten KI. In positiven Visionen kann KI Lehrenden Freiräume schaffen, sich stärker am Wissensbildungsprozess der Lernenden zu beteiligen, um diese beim Sammeln, Diskutieren und Integrieren von Informationen zu unterstützen und so zu »unabhängigen, kooperativen Denkern« (Roll & Wylie, 2016, S. 592) zu machen, statt selbst über alle relevanten Informationen verfügen zu müssen (siehe auch Belpaeme et al., 2018; Zawacki-Richter et al., 2019). Negative Visionen hingegen befürchten,

dass Lehrende zu »Fast-Food-Köchen gleichenden skriptgesteuerten Klassenzimmermanagern« werden (Holmes et al., 2019, S. 174). Auch hier kritisieren Pedró et al. (2019), dass die Forschung zu KI in der Bildung sich häufig nicht an den eigentlichen Bedürfnissen der Lehrenden orientiere, sondern zu sehr von der Entwicklungsperspektive her gedacht werde. Um das Potenzial von lehrendenorientierter KI hinsichtlich der Schaffung pädagogischer Freiräume durch Entlastung von Routineaufgaben beurteilen zu können, müssen auch hier theoretische Zugänge geschaffen werden, die dann empirisch zu prüfen sein werden.

Holmes et al. (2019) kritisieren überdies, dass weltweit keine Richtlinien bereitgestellt, keine politischen Maßnahmen entwickelt und keinerlei Regulierungen verabschiedet wurden, um den spezifisch ethischen Problemen zu begegnen, die durch den Einsatz von KI in der Bildung entstehen. Problem sei, dass derzeit kein Einvernehmen darüber bestehe, was »ethische KI in der Bildung« eigentlich sei (ebd.). Es gelte daher, ein transdisziplinär vermitteltes Verständnis zu entwickeln und in einem »Code of Best Practice« festzuhalten, auf dessen Basis die künftige Entwicklung und Umsetzung von KI im Bildungskontext stattfinden könne (Holmes et al., 2021). Dabei gelte es allerdings, insbesondere auch die ethischen Kosten eines Unterlassens sinnvoller Innovationen im Bildungskontext durch KI zu berücksichtigten, statt ausschließlich »unethische« Aktivitäten zu verhindern (vgl. hierzu auch Pedró et al., 2019).

Aus Sicht einer empirisch ausgerichteten Ethik der KI in der Bildung ist zudem anzumerken, dass eine dezidierte Einbeziehung der Intuitionen der durch ihren Einsatz Betroffenen unerlässlich ist. Den oft aus der Introspektion geborenen Hoffnungen und Sorgen der akademischen Ethik stehen die durch persönliche Erfahrungen geprägten Hoffnungen und Sorgen von Lernenden und Lehrenden gegenüber. Es ist anzunehmen, dass diese Intuitionen nicht rein idiosynkratischer Natur sind, sondern eine bestimmte Systematik aufweisen. Das Erkennen systematischer Intuitionen zum Einsatz von KI in der Bildung, ob sie deontologischer oder konsequenzialistischer Natur sind, ist für die ethische Beurteilung der Technologie aber entscheidend. Es ist durchaus vorstellbar, dass sich beispielsweise die Sicht der Lernenden auf KI in der Bildung substanziell von der Wahrnehmung der Intellektuellen und des Feuilletons unterscheidet. Lernende gehen von ihren eigenen Lernerfahrungen aus, die häufig etwas »geerdeter« sind als das humanistische Ideal einer von Erlebnistiefe geprägten Beziehung zwischen Lehrendem und Lernendem. Die Einbeziehung dieser Sicht könnte helfen, den Einsatz von KI stärker an einem faktischen Status quo von Bildung ohne KI und an dessen Fortschreibung als an einer platonischen Idee von Bildung zu messen.

## Literatur


Aiken, R. M., & Epstein, R. G. (2000). Ethical guidelines for AI in education: Starting a conversation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11*, 163–176.

Amigud, A., Arnedo-Moreno, J., Daradoumis, T., & Guerrero-Roldan, A.-E. (2017). Using learning analytics for preserving academic integrity. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(5). https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i5.3103.

Baker, T., Smith, L., & Anissa, N. (February 2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of Artificial Intelligence in schools and colleges.* Nesta.

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics, 3*(21). https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954.

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (Hrsg.). (2021). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2021: Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung.* Budrich.

Birnbacher, D. (2013). *Analytische Einführung in die Ethik* (3. Aufl.). De Gruyter.

Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher, 13*(6), 4. https://doi.org/10.2307/1175554.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.). (2021). *Berufsbildungsbericht 2021: Vorabversion.* https://www.bmbf.de/de/berufsbildungsbericht-2740.html. Zugegriffen: 2. Okt. 2021.

Casamayor, A., Amandi, A., & Campo, M. (2009). Intelligent assistance for teachers in collaborative e-learning environments. *Computers & Education, 53*(4), 1147–1154. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.025.

Chen, X., Xie, H., & Hwang, G.-J. (2020). A multi-perspective study on Artificial Intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1*, 100005. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100005.

Chodorow, M., Gamon, M., & Tetreault, J. (2010). The utility of article and preposition error correction systems for English language learners: Feedback and assessment. *Language Testing, 27*(3), 419–436. https://doi.org/10.1177/0265532210364391.

Cindark, I., Deppermann, A., Hünlich, D., Lang, C., Perlmann-Balme, M., & Schöningh, I. (2019). *Perspektive Beruf: Mündliche Kompetenz von Teilnehmenden an Integrationskursen und Vorschläge für die Praxis.* Leibniz-Institut für Deutsche Sprache; Goethe-Institut.

CNN (09.08.2006). *AI set to exceed human brain power*. http://edition.cnn.com/2006/TECH/science/07/24/ai.bostrom/. Zugegriffen: 2. Okt. 2021.

Coghlan, S., Miller, T., & Paterson, J. (2020). *Good proctor or »Big Brother«? AI ethics and online exam supervision technologies.* http://arxiv.org/pdf/2011.07647v1. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Curtis, G. J., & Vardanega, L. (2016). Is plagiarism changing over time? A 10-year time-lag study with three points of measurement. *Higher Education Research & Development, 35*(6), 1167–1179. https://doi.org/10.1080/07294360.2016.1161602.

Dorloff, A. (2019). *Alles unter Kontrolle – Chinas intelligenter Schule entgeht nichts*. https://www.deutschlandfunk.de/alles-unter-kontrolle-chinas-intelligenter-schule-entgeht.680.de.html?dram:article_id=438868. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Du Boulay, B. (2016). Artificial Intelligence as an effective classroom assistant. *IEEE Intelligent Systems, 31*(6), 76–81. https://doi.org/10.1109/MIS.2016.93.

Ferguson, R., & Clow, D. (2017). Where is the evidence? A call to action for learning analytics. In A. Wise, P. H. Winne, G. Lynch, X. Ochoa, I. Molenaar, S. Dawson, & M. Hatala (Hrsg.), *Proceedings of the Seventh International learning analytics & knowledge conference* (S. 56–65). ACM. https://doi.org/10.1145/3027385.3027396.

Frankena, W. K. (2017). *Ethik: Eine analytische Einführung* (6. Aufl.). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10748-2.

García-Gorrostieta, J. M., López-López, A., & González-López, S. (2018). Automatic argument assessment of final project reports of computer engineering students. *Computer Applications in Engineering Education, 26*(5), 1217–1226. https://doi.org/10.1002/cae.21996.

Geis-Thöne, W. (2021). *Mögliche Entwicklungen des Fachkräfteangebots bis zum Jahr 2040: Eine Betrachtung der zentralen Determinanten und Vorausberechnung (IW-Report Nr. 11)*. IW. https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2021/IW-Report_2021-Fachkraefteangebot-2040.pdf.

Gierl, M. J., Latifi, S., Lai, H., Boulais, A.-P., & de Champlain, A. (2014). Automated essay scoring and the future of educational assessment in medical education. *Medical education, 48*(10), 950–962. https://doi.org/10.1111/medu.12517.

Graf, A. (11. August 2020). *Künstliche Intelligenz: Multitalent für Sprache*. https://www.spektrum.de/news/kuenstliche-intelligenz-der-textgenerator-gpt-3-als-sprachtalent/1756796.

Hansen, J., & Heisig, K. (2018). Mit intensiver Betreuung zum regulären Schulabschluss. *ifo Dresden berichtet, 25*(6), 7–11. https://www.ifo.de/DocDL/ifoDD_18-06_07-11_Hansen.pdf.

Hartog, J., & Zorlu, A. (2009). How important is homeland education for refugees' economic position in The Netherlands? *Journal of Population Economics, 22*(1), 219–246. https://doi.org/10.1007/s00148-007-0142-y.

Hew, K. F., Lan, M., Tang, Y., Jia, C., & Lo, C. K. (2019). Where is the »theory« within the field of educational technology research? *British Journal of Educational Technology, 50*(3), 956–971. https://doi.org/10.1111/bjet.12770.

Hoffmann, J., & Malecki, A. (2018). *Schulen auf einen Blick: Ausgabe 2018*. Statistisches Bundesamt (Destatis).

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Independently Published.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2021*, 1–23. https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1.

Jahn, S., Kaste, S., März, A., & Stühmeier, R. (2019). *Denkimpulse Digitale Bildung: Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Schulunterricht.* Initiative D21. Arbeitsgruppe Bildung.

Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6. Aufl.). Beltz.

KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (Hrsg.). (2021). *Sonderpädagogische Förderung in Förderschulen (Sonderschulen) 2019/2020*.

Knoll, S. (2020). Sprachkenntnisse und Arbeitsmarktpartizipation Geflüchteter in Deutschland. *ifo Dresden berichtet, 27*(2), 10–13. https://www.ifo.de/DocDL/ifoDD_20-02_10-13_Knoll.pdf.

Kocaj, A., Kuhl, P., Kroth, A. J., Pant, H. A., & Stanat, P. (2014). Wo lernen Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf besser? Ein Vergleich schulischer Kompetenzen zwischen Regel- und Förderschulen in der Primarstufe. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 66*(2), 165–191. https://doi.org/10.1007/s11577-014-0253-x.

Lankau, R. (2020). Herausforderungen und Gefahren der Digitalen Bildung in Deutschland. In R. A. Fürst (Hrsg.), *Digitale Bildung und Künstliche Intelligenz in Deutschland: Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftsagenda* (S. 349–372). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-30525-3_14.

Lill, F. (2015). Roboter: Der bessere Lehrer. *Die Zeit,* 37. https://www.zeit.de/2015/37/roboter-lehrer-schulen-japan. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Lossau, N. (18. Mai 2021). So macht Technik die Menschen empathischer: Neurofeedback: Gehirnwellen steuern Kunstobjekt. *WELT*. https://www.welt.de/wissenschaft/article231225441/Neurofeedback-Gehirnwellen-steuern-Kunstobjekt.html. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education.* Pearson.

Maderer, J. (9. Mai 2016). *Artificial Intelligence course creates AI teaching assistant*. https://www.news.gatech.edu/2016/05/09/artificial-intelligence-course-creates-ai-teaching-assistant. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Malin, L., Jansen, A., Seyda, S., & Flake, R. (2019). *Fachkräfteengpässe in Unternehmen: Fachkräftesicherung in Deutschland – diese Potenziale gibt es noch.* KOFA-Studie 2/2019. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine, 27*(4), 12–14. https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904.

Mittelbach, T. (2017). *Ideen zur Rolle von künstlicher Intelligenz im Klassenzimmer der Zukunft.* Bundeszentrale für politische Bildung. https://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/werkstatt/256629/ideen-zur-rolle-von-kuenstlicher-intelligenz-im-klassenzimmer-der-zukunft. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Müller-Lancé, K. (2021). Politiker und Plagiatsaffären: Wenn der Doktortitel in Gefahr ist. *Süddeutsche Zeitung*. https://www.sueddeutsche.de/politik/politiker-deutschland-plagiat-1.5298583. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Munger, K. (2017). Tweetment effects on the tweeted: Experimentally reducing racist harassment. *Political Behavior, 39*(3), 629–649. https://doi.org/10.1007/s11109-016-9373-5.

Murphy, R. (2019). *Artificial Intelligence applications to support K-12 teachers and teaching: A review of promising applications, challenges, and risks*. RAND Corporation.https://doi.org/10.7249/PE315.

Papadopoulos, I., Lazzarino, R., Miah, S., Weaver, T., Thomas, B., & Koulouglioti, C. (2020). A systematic review of the literature regarding socially assistive robots in pre-tertiary education. *Computers & Education, 155*, 103924. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103924.

Pedró, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development* (Working papers on education policy Nr. 7). UNESCO Education Sector.

Piegsa, O. (2012). Plagiate und Spickzettel: Studie offenbart Schummel-Kultur an deutschen Unis. *Die Zeit*. https://www.zeit.de/studium/hochschule/2012-08/schummeln-studie-studium. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of Artificial Intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, *12*(1), Artikel 22. https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8.

Quixal, M., & Meurers, D. (2016). How can writing tasks be characterized in a way serving pedagogical goals and automatic analysis needs? *CALICO Journal, 33*(1), 19–48. https://doi.org/10.1558/CJ.V33I1.26543.

Raithel, J., Dollinger, B., & Hörmann, G. (2009). *Einführung Pädagogik: Begriffe, Strömungen, Klassiker, Fachrichtungen* (3. Aufl.). *Lehrbuch.* VS.

Reiss, M. J. (2021). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. *London Review of Education, 19*(1). https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.05.

Renz, A., Krishnaraja, S., & Gronau, E. (2020). Demystification of Artificial Intelligence in education – How much AI is really in the educational technology? *International Journal of Learning Analytics and Artificial Intelligence for Education (iJAI), 2*(1), 14–30. https://doi.org/10.3991/ijai.v2i1.12675.

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in Artificial Intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26*(2), 582–599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3.

Seldon, A., & Abidoye, O. (2018). *The fourth education revolution: Will artificial intelligence liberate or infantilise humanity.* The University of Buckingham Press.

Selwyn, N. (2016a). The dystopian futures. In N. Rushby & D. W. Surry (Eds.), *The Wiley handbook of learning technology* (S. 542–556). Wiley.

Selwyn, N. (2016b). *Is technology good for education?* Polity.

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education. Digital futures.* Polity Press.

Shirouzu, H. (2018). *How AI technology is helping to transform education in Japan.* https://www.ibm.com/blogs/client-voices/how-ai-is-helping-transform-education-in-japan/. Zugegriffen: 6. Aug. 2021.

Sigman, A. (2009). Well connected: The biological implications of ›social networking‹. *Biologist, 56*(1), 14–20.

Simonite, T. (2020). *Meet the secret algorithm that's keeping students out of college.* https://www.wired.com/story/algorithm-set-students-grades-altered-futures/. Zugegriffen: 7. Aug. 2021.

Statista. (2020). *Bis 2030 fehlen in Deutschland 2 Millionen Fachkräfte* [Press release]. https://de.statista.com/presse/p/fachkr_ftemangel_februar2020/. Zugegriffen: 7. Aug. 2021.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2020). *Absolventen und Abgänger: Deutschland, Schuljahr, Geschlecht, Schulart, Schulabschlüsse* [Genesis-Online Datenbank, Code 21111-0004].

Strauss, V. (2018). Students protest Zuckerberg-backed digital learning program and ask him: ›What gives you this right?‹. *The Washington Post*. https://www.washingtonpost.com/education/2018/11/17/students-protest-zuckerberg-backed-digital-learning-program-ask-him-what-gives-you-this-right/. Zugegriffen: 7. Aug. 2021.

Traeger, M. L., Strohkorb Sebo, S., Jung, M., Scassellati, B., & Christakis, N. A. (2020). Vulnerable robots positively shape human conversational dynamics in a human-robot team. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 117*(12), 6370–6375. https://doi.org/10.1073/pnas.1910402117.

Uhls, Y. T., Michikyan, M., Morris, J., Garcia, D., Small, G. W., Zgourou, E., & Greenfield, P. M. (2014). Five days at outdoor education camp without screens improves preteen skills with nonverbal emotion cues. *Computers in Human Behavior, 39*, 387–392. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.036.

Vogt, P., van den Berghe, R., Haas, M. de, Hoffman, L., Kanero, J., Mamus, E., Montanier, J.-M., Oranç, C., Oudgenoeg-Paz, O., García, D. H., Papadopoulos, F., Schodde, T., Verhagen, J., Wallbridge, C. D., Willemsen, B., Wit, J. de, Belpaeme, T., Göksun, T., Kopp, S., & Pandey, A. K. (2019). Second language tutoring using social robots: A large-scale study. In *HRI '19, Proceedings of the 14th ACM/IEEE International conference on human-robot interaction*, S. 497–505.

Xue, Y. (2019). *Camera above the classroom: Chinese schools are using facial recognition on students. But should they?* http://www.sixthtone.com/news/1003759/camera-ab-ove-the-classroom. Zugegriffen: 7. Aug. 2021.

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). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0.

Zeide, E. (2019). Artificial Intelligence in higher education: Applications, promise and perils, and ethical questions. *EDUCAUSEREVIEW*, 30–39.

Zhang, D., Wang, L., Zhang, L., Dai, B. T., & Shen, H. T. (2020). The gap of semantic parsing: A survey on automatic math word problem solvers. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 42*(9), 2287–2305. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2914054.