

## FORUM

ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK 119, 2023/3, 501–516

DOI 10.25162/ZBW-2023-0019

MICHAEL SCHMIDT / AXEL GRIMM

# Künstliche Intelligenz in der IT-Ausbildung

## Artificial Intelligence in ICT Vocational Education and Training

**KURZFASSUNG:** Künstliche Intelligenz (KI) nimmt zunehmend Einfluss auf die Lebens- und Arbeitswelt aller. Auszubildende und spätere Fachkräfte des Ausbildungsberufes „Fachinformatiker/-in“ sind Nutzende und Gestaltende der KI. In diesem Beitrag wird aufbauend auf zwei empirischen Zugängen der Frage nachgegangen, welchen Einfluss KI bereits auf den Ausbildungsberuf „Fachinformatiker/-in“ hat und ob zu diesem frühen Zeitpunkt bereits Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Berufsbildungspraxis ausgesprochen werden können. Das Experteninterview verdeutlicht, dass ein umfangreiches Spektrum an Erfahrungswerten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen für die berufliche KI-Praxis relevant ist. Auszubildende im dritten Ausbildungsjahr reflektieren ihre in Betrieb und Schule entwickelten Kompetenzen zu KI noch kritisch und wünschen sich, besser auf die Arbeitswelt vorbereitet zu sein.

**Schlagworte:** Künstliche Intelligenz-Bildung, IT-Ausbildung, KI-Arbeitsaufgaben, KI Bildungsaspekte

**ABSTRACT:** Artificial intelligence (AI) is increasingly influencing everyone's life and work. Apprentices and future professionals in the apprenticeship "Fachinformatiker/-in" are users and creators of AI. Based on two empirical approaches, this article examines the question of what influence AI already has on the apprenticeship "Fachinformatiker/-in". And whether recommendations for the further development of vocational training practice can already be made at this early stage. The expert interview makes it clear that an extensive spectrum of empirical values from different disciplines is relevant for professional AI practice. Apprentices in their third year of training are still critically reflecting on their competencies on AI developed in the company and at school and wish they were better prepared for the world of work.

**Keywords:** Artificial intelligence education, ICT training and education, AI work tasks, AI educational aspects

### 1. Künstliche Intelligenz: Eine thematische Einführung

Die fortschreitende Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft und die damit einhergehende wachsende Bedeutung von Big Data, maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz (KI) hat Auswirkungen auf die Arbeitswelt (vgl. BRÜHL 2019, S. 40,

GIERING 2022, S. 51). KI wird bereits als „neue Basistechnologie“ hofiert und klassifiziert. Gleichzeitig werden ähnlich disruptive Effekte in der Arbeitswelt prognostiziert, wie es zu Zeiten der Dampfmaschine geschah. Im Vergleich zur Dampfmaschine unterscheiden sich KI-Anwendungen allerdings zentral: Vor 250 Jahren konnten die Menschen den verbundenen Wandel durch die neue Technologie erfahren und sehen; bei KI ist dies nicht unmittelbar der Fall. Schließlich verrichtet KI ihre Arbeit unsichtbar verpackt in technischen Algorithmen und informatischen Systemen. In der Folge wird der Zugang und das Verständnis für diese Technologie erschwert. Interpersonale Unwägbarkeiten und Verunsicherungen können daraus resultieren (vgl. TERSTEGEN/SCHMALEN/HINZ/PRICELIUS 2021, S. 372).

Unter KI als Oberbegriff versammeln sich Technologien und Systeme, die komplexe Aufgaben ausführen, für die in der Vergangenheit menschliche Eingriffe erforderlich waren. Dies erfordert von den informatischen Systemen intelligente Fähigkeiten wie „Wahrnehmen“, „Verstehen“, „Handeln“ und „Lernen“. Anhand von wechselseitigen Rückkopplungen können sich Systeme dadurch schrittweise selbst trainieren und optimieren (BRÜHL 2019, S. 37 ff.). „Suchen“, „Wissen“ und „Entscheiden“ sind ebenfalls Teilbereiche einer KI. Grundsätzlich kann KI als ein Konzept verstanden werden, dass Maschinen befähigen soll, bestimmte Prozesse selbstständig in einer intelligenten Art und Weise auszuführen (GIERING 2022, S. 53).

Mit KI wird versucht menschliche Vorgehensweisen auf Computern nachzubilden, indem Aufgaben- bzw. Problemlösungen auf diesem Wege effizient umgesetzt werden können. Dabei fließen unterschiedliche Arbeitsgebiete u. a. aus der Bildverarbeitung, Robotik und Spracherkennung mit ein, sodass die KI in ihrer Assistenzfunktion für den Menschen im Mittelpunkt steht (LÄMMEL/CLEVE 2008, S. 14). Demnach lässt sich KI grundsätzlich als IT-System bezeichnen, bei dem menschenähnliche bzw. intelligente Verhaltensweisen nachgebildet werden. Die Grundannahme besteht darin, dass sich relevante Funktionen des menschlichen Gehirns – Lernen, Urteilen, Problemlösen – mithilfe von Maschinen aufeinander abstimmen lassen (JÄGER/TEWES 2021, S. 390).

Es herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass KI ein Teilgebiet der Informatik ist und sich mit der Erforschung bzw. Entwicklung „intelligenter Agenten“ auseinandersetzt. Schwierigkeiten bestehen dabei, die Begrifflichkeit KI zu operationalisieren (GIERING 2022, S. 50). Im Wesentlichen besteht die Unterscheidung zwischen einer starken und schwachen KI (BUXMANN/SCHMIDT 2019, S. 6). Unter einer starken KI versteht GIERING (2022), dass Systeme die gleichen intellektuellen Fähigkeiten besitzen, wie Menschen bzw. diese sogar übertroffen werden können. Als Beispiele sollen u. a. logisches Denkvermögen, Kreativität, Entscheidungs-, Planungs- sowie Lernfähigkeiten dienen. Als schwache KI gelten Lösungen von Anwendungsproblemen in einem begrenzten Bereich z. B. Chatbots (GIERING 2022, S. 53).

WÜRSCHINGER (2020) führt aus, dass eine schwache KI sich auf ein bestimmtes Gebiet spezialisiert hat, wie zum Beispiel bei der Identifizierung von Ladendieben anhand von Bewegungsmustern. Die Herangehensweise erfolgt stets reaktiv anhand der Methode, die sie gelernt hat. Im Gegensatz dazu agiert die starke KI aus eigener Initiative und repräsentiert die Idee einer Superintelligenz, die aktuell noch nicht existiert.

Bisherige KI-Anwendungen würden dann der schwachen Intelligenz zuzuordnen sein (WÜRSCHINGER 2020, S. 86).

Zum großen Teil ist KI auf Fortschritte aus anderen Technologiebereichen zurückzuführen. Dabei sind u. a. steigende Prozessorgeschwindigkeiten, neue Rechnerarchitekturen, innovative Datenbanksysteme oder Weiterentwicklungen in der Sensortechnik zu nennen (BRÜHL 2019, S. 39).

Im Zusammenhang mit KI wird häufig auf Machine Learning (ML) und Deep Learning (DL) verwiesen. DL ist eine spezielle Methode der Informationsverarbeitung und ein Teilbereich des ML. Bei ML lernen oder verbessern sich die Systeme basierend auf den von ihnen genutzten Daten. Bei ML wird immer eine KI eingesetzt, die mithilfe von methodischen Lernprozessen, Ähnlichkeiten in bestehenden Datensätzen erkennen soll und daraus entsprechende Vorhersagen generiert. Fähigkeiten des Systems beruhen darauf, dass sie auf Basis von Beispieldaten trainiert werden können (vgl. BUXMANN/SCHMIDT 2019, S. 7 f.).

Beim maschinellen Lernen lassen sich grundsätzlich die drei Arten überwachtes Lernen, unbeaufsichtigtes Lernen und verstärkendes Lernen unterscheiden. Beim überwachten Lernen trainiert das Modell anhand von bekannten bzw. beschrifteten Daten, um in der Folge selbstständige Entscheidungen zu treffen. Der Lernprozess basiert demnach auf einem Trainingsdatensatz, sodass im Anschluss daran die Überprüfung mit den Testdaten erfolgen kann. Im Unterschied dazu versucht das „unbeaufsichtigte Lernen“ Muster in bestehenden Datensätzen selbstständig zu finden. Das Modell muss selbstständig Kategorien zuordnen (vgl. BUXMANN/SCHMIDT 2019, S. 9 ff.). Solche Verfahren finden bei Clusteranalysen insbesondere beim Data Mining ihre Anwendung, mit dem Ziel Erkenntnisgewinne in großen Datenmengen zu erzielen (vgl. WROBEL/JOACHIMS/MORIK 2014, S. 406). Bei der dritten Form des Machine Learning dem verstärkenden Lernen soll für ein gegebenes Szenario eine optimale Strategie erlernt werden. Die Basis bildet die Anreiz- bzw. Belohnungsfunktion im Algorithmus, die in Abhängigkeit auf die gewählte Aktion eine „Belohnung“ oder „Bestrafung“ erhält. Das Ziel besteht darin, die Aktionen zu finden, die zur Maximierung der Anreizfunktion führen z. B. mögliche Schachzüge auf Basis von Spielregeln (BUXMANN/SCHMIDT 2019, S. 10 f.).

Der Ansatz Deep-Learning verwendet Künstliche Neuronale Netze (KNN) als Basis, um mithilfe von mehrschichtigen Netzwerken Zusammenhänge zu erkennen und große Datensätze zu analysieren. (BUXMANN/SCHMIDT 2019, S. 12). Innerhalb des maschinellen Lernens werden in den Bereichen „überwachten Lernens“ und „unbeaufsichtigten Lernens“ ebenfalls KNN eingesetzt. KNN sind bereits in zahlreichen Anwendungsbereichen, wie zum Beispiel Qualitätsmanagement, Produktions- oder Absatzplanung, autonomes Fahren, Stromverbrauchsprognosen oder Instandhaltungsprozessen im Einsatz (BRÜHL 2019, S. 37 ff.).

Deep-Learning-Modelle sind in der Lage, von sich aus zu lernen, in dem die Systeme das Erlernte immer wieder mit neuen Inhalten verknüpfen. Der Mensch greift beim eigentlichen Lernvorgang nicht mehr ein. Das Analysieren der Daten wird der Maschine überlassen. Das ist auch der entscheidende Unterschied zum Machine Learning. Hier greift der Mensch in die Analyse der Daten und den eigentlichen Entscheidungsprozess ein.

## 2. Auswirkungen von KI auf Arbeit und Beschäftigung

KI-Anwendungen werden immer leistungsfähiger. Künstliche Intelligenz steckt bereits in Spracherkennungstools, personalisierten News Feeds, autonomen Autos, Chatbots oder in medizinischen Diagnoseprogrammen. Hierbei beeinflusst und durchdringt KI zentrale Alltags- und Berufsfelder (RIETZ/VÖLMICKE 2020, S. 89). Insbesondere in den Bereichen Arbeitsproduktivität, Personalisierung und Qualität werden weitgehende Wertschöpfungspotentiale erkannt (JÄGER/TEWES 2021, S. 390).

Menschliche Fähigkeiten lassen sich durch KI unterstützen oder ersetzen. Das führt zu Effekten innerhalb der Beschäftigungsstrukturen und der Arbeitsorganisation; beispielsweise können Routinetätigkeiten durch den Einsatz von KI übernommen werden (WIDUCKEL/BELLMANN 2021, S. 215 f.). Abermals ist eine technologische Neuerung daher zwar Treiber von Innovationen, dennoch ist ein Zusammenspiel zwischen den Komponenten Mensch, Technologie und Organisation unausweichlich (BURCHARDT/ASCHENBRENNER 2021, S. 16).

Da in vielen Berufsbereichen die Digitalisierung noch nicht stark entwickelt ist und Arbeitsschritte entweder gar nicht oder nur analog dokumentiert werden, wird KI zu keinen disruptiven Veränderungen führen. Hier sei bereits auf Parallelen zur Industrie 4.0 verwiesen und der dortigen Erkenntnis, dass es ein Jahrzehnt nach deren Proklamierung auch noch keine radikalen Veränderungen der Berufsarbeit gibt und die Entwicklungen eher als eine evolutionäre Technikveränderung einzuschätzen sind. Solange Betriebe noch eher unstrukturierte Daten in Form von Excel-Tabellen und Fließtexten in Word vorhalten, führt dies dazu, dass zunächst diese Prozesse erst einmal aufgearbeitet und digitalisiert werden müssen, um eine Basis für eine KI-Lösung zu schaffen (WÜRSCHINGER 2020, S. 87). Technische Systeme bspw. vernetzte Produktionssysteme produzieren sehr viele Daten über deren Sensorik, Aktorik und Steuerung. In der intelligenten Auswertung der Daten wird zukünftig ein Wettbewerbsvorteil auszumachen sein, da bspw. durch Mustererkennungen frühzeitige Instandhaltungsmaßnahmen ergriffen oder Qualitätsprozesse überwacht werden können.

KI wandelt Rohdaten in genaue Erkenntnisse um, die später intelligentere Entscheidungen und Echtzeitaktionen ermöglichen. (STREIBICH/ZELLER 2019, S. 111)

Die Komplexität der Datenmengen bzw. von Big Data lässt sich mit dem Zusammenwirken von drei Faktoren („3V“) beschreiben. In Bezug auf Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft ist das Volumen der Daten („Volume“) stark angestiegen. Gleichzeitig haben fortschreitende Geschwindigkeiten zur Generierung, Verarbeitung und Speicherung von Daten zugenommen („Velocity“). Hinzu kommt die Zunahme von heterogenen Datentypen- und -quellen („Variety“) (vgl. BRÜHL 2019, S. 35). BRÜHL (2019) beschreibt, dass die Digitalisierung den Arbeitsmarkt grundlegend verändern wird, indem u. a. Schlüsseltechnologien wie KI künftig die Wettbewerbsfähigkeit zahlreicher Industrien prägen werden (BRÜHL 2019, S. 34 ff.). In Parallelität zu den Diskursen über Industrie 4.0 wird auch bei KI aufgrund von KI-Automatisierungen eine Gefahr für die Be-

schäftigung kritisch diskutiert und mit Substitutionswahrscheinlichkeiten von Berufen bzw. dem Anheben des Beschäftigungsniveaus argumentiert (GIERING 2022, S. 51 ff.).

Dass KI zukünftig den Prozess im Umgang mit Big Data maßgeblich beeinflussen wird und dadurch zu einer Wertschöpfung beiträgt, ist in Ansätzen bereits Realität. Die Auswirkungen von KI lassen sich heute nur prognostizieren, da die Mächtigkeit der KI-unterstützten informatischen Systeme bisher nicht auszumachen ist. Noch befinden sich die Entwicklungen erst am Anfang einer weitreichenden Transformation der Lebens- und Arbeitswelt. Den avisierten Vorteilen – Steigerung des Bruttoinlandsproduktes, Wettbewerbsstärkung, Erhöhung der Produktivität – stehen die möglichen Arbeitsplatzverluste für sogenannten Routinetätigkeiten gegenüber. So können bspw. bereits KI-gestützte Chatbots Servicefunktionen auf einem 1st Level Support übernehmen.

Microsoft hat im Jahr 2020 eine Studie in Auftrag gegeben, bei der rund 12.000 Fach- und Führungskräfte aus 20 Ländern interviewt worden sind. Es konnte festgestellt werden, dass der erfolgreiche Einsatz von KI im Unternehmen maßgeblich von der Qualifizierung der eigenen Beschäftigten abhängt und gleichzeitig eine entsprechende Lernkultur etabliert werden muss (TERSTEGEN/SCHMALEN/HINZ/PRICELIUS 2021, S. 373).

### 3. KI im Bildungsbereich

Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat mit ihrem Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ auf die Veränderungen durch Digitalisierung aufmerksam gemacht und ein Handlungskonzept für die zukünftige Entwicklung im Bereich Digitalisierung der Bildung in Deutschland vorgelegt. Noch fehlen aber Themen bzw. Begriffe wie KI, Data-Mining oder Learning Analytics in diesem Konzept. Für den Bereich der Beruflichen Bildung lassen sich bisher ebenfalls noch keine übergreifenden Bildungsinitiativen erkennen. Lediglich in dem Ausbildungsberuf „Fachinformatiker/-in“ Fachrichtung „Digitale Vernetzung“ ist im Rahmenlehrplan des Lernfeldes 10d (Cyber-physische Systeme entwickeln) KI als Themengebiet bereits verankert (vgl. KMK 2023, S. 30). Dies ist aber eher darauf zurückzuführen, da diese Berufsgruppe gleichzeitig Nutzende und Gestaltende von KI-Anwendungen sind.

RIETZ und VÖLMICKE (2020) kritisieren, dass KI zwar einen immensen Einfluss auf unser Leben nimmt, aber trotzdem kaum flächendeckenden Eingang in Schulen findet. Das hat zur Konsequenz, dass weder KI-Tools für selbstbestimmtes, individualisiertes Lernen, noch die Wissensvermittlung über Algorithmen oder eine kritische Reflexion mit dem Umgang von Daten für den Unterricht thematisiert werden (RIETZ/VÖLMICKE 2020, S. 90).

Andere Länder sind in diesem Bereich schon deutlich weiter. Dies veranschaulicht eine aktuelle Studie von der „International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)“. Demnach strebt Südkorea an, die zukünftigen KI-Kompetenzen der Lernenden zu verbessern, indem die Fächer „Data Science“ und „Artificial Intelligence Basics“ im Lehrplan etabliert und entwickelt werden. Außerdem sollen Algorithmen der Künstlichen Intelligenz mit verschiede-

nen überwachen und unüberwachten Lernverfahren mit in die Programmierpraxis einfließen (KIM/KIM/KIM 2023).

Im Bildungsbereich bietet KI enormes Innovationspotential, indem beispielsweise intelligente Lehr- und Lernlösungen die bestehenden traditionellen Bildungsformate ergänzen können. Das Ziel besteht u. a. darin, effektive Einblicke in das Lernverhalten der Lernenden zu ermöglichen sowie Flexibilität und Individualisierung des Lernangebots anzubieten (RENZ 2021, S. 381 f.).

In Anbetracht der derzeitigen Entwicklung rund um „ChatGPT“ geriet das KI-Tool seit der Einführung im November 2022 regelmäßig in den Fokus der Öffentlichkeit. Durch die unkomplizierte Möglichkeit der Nutzung sowie der einfachen Textgenerierung stehen Schulen vor einer weiteren Herausforderung. Das Unternehmen OpenAI hat das KI gestützte System entwickelt und darauf trainiert intelligente bzw. menschenähnliche Antworten zu geben (vgl. SCHORRLEPP/PATZER/NETSCH 2023, S. 10). Aufgrund der Fähigkeit komplexe Aufgaben auszuführen hat KI im Bildungsbereich gemischte Gefühle hervorgerufen. Zum einen hat ChatGPT das Potential, die bestehende pädagogische Praxis zu revolutionieren und zum anderen birgt das System auch Gefahren, wie zum Beispiel die Generierung von Falschinformationen (vgl. BAIDOO-ANU/OWUSU ANSAH 2023).

Wenn in Schulen KI-unterstützt gelernt werden soll, stellt sich zum einen die Frage, inwieweit Lehrkräften die Entscheidungshoheit über die Beurteilung von Lernfortschritten entzogen wird und zum anderen ist es besonders relevant, wie solch ein System möglichst transparent und kontrollierbar eingesetzt werden kann (ERSCH 2023, S. 171).

#### **4. Berufsbereich IT – Nutzende und Gestaltende von KI**

Im Fokus der hiesigen Untersuchung steht der IT-Berufsbereich und speziell das Berufsbild „Fachinformatiker/-in“. Als eine Besonderheit im Berufsbereich der IT ist anzuführen, dass die Überschneidungen der beruflichen Arbeitsaufgaben von akademisch und nicht-akademisch ausgebildeten Fachkräften deutlich größer sind, als in anderen technischen Berufsbereichen. So übernehmen Fachinformatikerinnen und Fachinformatiker Projektverantwortung und haben konzeptionelle sowie entwickelnde Arbeitsaufgaben zu bewältigen.

Seit dem Jahr 1997 kann in der damals neu eingeführten IT-Berufsfamilie in vier dualen Ausbildungsberufen ausgebildet werden. Mit den zwei eher technischen Ausbildungsberufen „Fachinformatiker/-in“ und „IT-System-Elektroniker:in“ und den zwei eher kaufmännischen Ausbildungsberufen „IT-System-Kaufmann/-frau“ und „Informatikkaufmann/-frau“ wurde auf die schon damals durch Digitalisierung veränderten betrieblichen Prozesse, die nach nicht-akademisch ausgebildeten IT-Fachkräften verlangten, reagiert. Am 1. August 2020 sind dann die neuen Ausbildungsordnungen für die Ausbildungsberufe „Fachinformatiker/-in“, „IT-System-Elektroniker:in“, „Kaufmann/Kauffrau für Digitalisierungsmanagement“ und „Kaufmann/Kauffrau für IT-System-Management“ in Kraft getreten. Der Ausbildungsberuf „Fachinformatiker/-in“ hat nun

statt zwei Fachrichtungen vier. Zu den Fachrichtungen „Anwendungsentwicklung“ und „Systemintegration“ sind die Fachrichtungen „Daten- und Prozessanalyse“ und „Digitale Vernetzung“ hinzugekommen (BMWi 2020 a/b/c/d).

Die Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge und die moderaten Vertragsauflösungen über die letzten zwei Jahrzehnte entwerfen das Bild eines Erfolgsmodells – wenn auch mit stark unterschiedlich nachgefragten Präferenzen (SCHWARZ 2023, S. 319). Der Ausbildungsberuf „Fachinformatiker/-in“ rangiert inzwischen auf Platz 2 der beliebtesten Ausbildungsberufe bei männlichen Auszubildenden und ist insgesamt in der Top 10 der am häufigsten nachgefragten Ausbildungsberufe (BIBB 2022).

Die folgenden Kurzporträts zu den vier Fachrichtungen verdeutlichen die Komplementarität und Differenz des Ausbildungsberufes:

Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Anwendungsentwicklung haben folgende Einsatzgebiete: kaufmännische Systeme, technische Systeme, Expertensysteme, mathematisch-wissenschaftliche Systeme und Multimedia-Systeme. Profilgebend für das Berufsbild ist das Konzipieren und Umsetzen von kundenspezifischen Softwareanwendungen und das Sicherstellen der Qualität von Softwareanwendungen.

Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Systemintegration werden in folgenden Einsatzgebieten ausgebildet: Rechenzentren, Netzwerke, Client-Server-Architekturen, Festnetze und Funknetze. Sie konzipieren und realisieren dort IT-Systeme. Das Installieren und Konfigurieren von Netzwerken sowie das Administrieren von IT-Systemen sind weitere profilgebende berufliche Aufgabenbereiche.

Einsatzgebiete der Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Daten- und Prozessanalyse sind die Prozessoptimierung, die Prozessmodellierung, die Qualitätssicherung, die Medienanalyse und die Suchdienste. Als profilgebende berufliche Aufgabenbereiche lassen sich das Analysieren von Arbeits- und Geschäftsprozessen, das Analysieren von Datenquellen und das Bereitstellen von Daten benennen. Sie nutzen diese Daten, um Arbeits- und Geschäftsprozesse zu optimieren.

Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Digitale Vernetzung haben die Einsatzgebiete produktionstechnische Systeme, prozesstechnische Systeme, autonome Assistenz- und Transportsysteme und Logistiksysteme. Dort analysieren und planen sie Systeme zur Vernetzung von Prozessen und Produkten. Sie errichten, ändern und prüfen vernetzte Systeme. Das Betreiben von vernetzten Systemen und das Sicherstellen der Systemverfügbarkeit gehören ebenfalls zu den profilgebenden Aufgabenbereichen.

IT-Fachkräfte sind branchenübergreifend beschäftigt, da in nahezu allen Geschäftsprozessen IT zum Einsatz kommt. Auszubildende der IT werden daher auch in Betrieben beschäftigt, die nicht dem Kernbereich der IT zuzuordnen sind – beispielsweise ein Handelshaus oder ein Handwerksunternehmen betreibt zusätzlich einen Webshop oder eine große Anwaltskanzlei setzt auf einen eigenen IT-Support.

## 5. KI-Arbeitsaufgaben für den IT-Berufsbereich

Um herauszufinden, welche Arbeitsaufgaben aus der beruflichen KI-Praxis für die IT-Berufsausbildung von Bedeutung sind, ist ein semi-strukturiertes Interview mit einer Expertin aus dem Zuständigkeitsbereich KI durchgeführt worden. Die Form des Interviews ermöglicht es, eine Offenheit des Gesprächs zu ermöglichen. Thematisch wurden Fragen zum Erfahrungswissen, zu Praxiserfahrungen aus dem Betrieb, zur Aneignung von Erfahrungswerten/Kompetenzen sowie zu aktuellen Einschätzungen der Ausbildungssituation gestellt.

Expertinnen und Experten zeichnen sich dadurch aus, dass sie über technisches Prozess- und Deutungswissen verfügen, das sich auf ein spezifisches professionelles oder berufliches Handlungsfeld bezieht. Expertenwissen besteht nicht nur aus reflexiven Praxiserfahrungen oder Fachwissen, sondern es fließen auch individuelle Entscheidungsmechanismen, kollektive Orientierungen und soziale Deutungsmuster mit ein (vgl. BOGNER/MENZ 2002).

Entschieden wurde sich für ein KI-Unternehmen aus Hamburg, das auch eine europäische Auslandsvertretung hat. Das Unternehmen hat eine umfangreiche Expertise in den Bereichen Künstliche Intelligenz. Bei der Umsetzung bzw. Einführung von KI-basierten Produkten wird Schritt für Schritt der gesamte Entwicklungs- und Implementierungszyklus begleitet. Kundenreferenzen verdeutlichen, dass bereits verschiedenartige KI-Lösungen in unterschiedlichen Branchen erfolgreich implementiert werden konnten. Nachdem das Unternehmen einer Interviewanfrage zugestimmt hatte, konnte die Leiterin eines KI-Entwicklungsteams als Expertin bestimmt und gewonnen werden.

Aus der Expertinnenbefragung ging hervor, dass ChatGPT für sie keine Überraschung darstellte. Aus technischer Perspektive ist die Anwendung nichts Neues, weil die Konzepte bereits vor ein paar Jahren vorhanden waren. Die Large-Language-Models (LLMs) wurden nach ihrer Einschätzung bereits im Jahr 2018 entwickelt. Ihr Team hat bereits 2019 politische Dokumente auf dieser Basis erstellen lassen. Das Entwicklerteam setzt sich besonders häufig mit Verfahren zur Erkennung von gewissen Strukturen auseinander, sodass bspw. Knochen oder Tumore auf medizinischen Bildern erfasst werden können.

In Bezug auf Projekt-Methodiken nutzt das Team CRISP-DM (bei Data Science-Projekten) und CRISP-ML (bei KI-Projekten). Es existieren wesentliche Unterschiede von KI- zu traditionellen IT-Projekten. Bei Letzteren wird eine Einschätzung gemacht, die Architektur programmiert und am Ende wird dem Kunden geholfen mit dem System umzugehen. Im Falle von KI-Projekten verhält es sich etwas anders und komplexer, da das System anhand von Beispielen lernt und es plötzlich in einer unerwarteten Situation landen kann, die nicht im Trainingsdatensatz vorhanden ist. Das heißt, es lässt sich nicht in einer Linie von Aufgaben abarbeiten, sondern es muss iterativ geschehen.

Bei Kundengesprächen kommt es besonders darauf an, die Bedürfnisse genau zu erfassen und gleichzeitig die richtigen Fragen zu stellen. Die Kunden wissen häufig nicht genau, was sie wollen. Grundsätzlich ist auch immer auf eine angemessene Wortwahl zu achten, damit Automatisierung nicht mit Arbeitsplatzverlust in Verbindung gebracht

wird. Es geht dann eher darum, den Kunden eine Perspektive aufzuzeigen, indem dann mehr Zeit für andere Dinge bleibt.

Eines der größten Probleme stellt die Datenverfügbarkeit dar, weil die Daten der (potentiellen) Kunden entweder gar nicht oder in nicht ausreichender Form vorhanden sind. Hinzu kommen Anforderungsprobleme, um Zustimmungen vom Datenschutzbeauftragten zu erhalten. Zuletzt gab es einen Fall in der Medizinbranche bei dem die Verhandlung über drei Jahre gedauert hat.

Des Weiteren muss selbstverständlich die DSGVO eingehalten und wie bei jeder anderen Firma auch das Thema Data Security berücksichtigt werden (z. B. NTS-Network Time Security, NVS-Network Virtualization Security, NDS-Network Device Security). In der Folge dürfen Kundendaten nicht für unterschiedliche Zwecke genutzt oder auf privaten Rechner gespeichert werden. Aus ethischer Sicht muss sichergestellt sein, dass die KI-Modelle diskriminierungsfrei arbeiten und das auch schon auf der Architekturebene. Dies hat bspw. Auswirkungen auf die Trainingsdatensätze.

In Ergänzung zur Datenanalyse verweist die Expertin auf notwendige Kompetenzen im Bereich Datenbanken. Bei neuen Beschäftigten wird vorausgesetzt, dass die Grundlagen von unterschiedlichen Algorithmen bekannt sind, wie beispielsweise „Logistische Regression“, „Supervised-Learning-Algorithmen“, „Support-Vector-Maschine“ oder „Decision Trees“.

Neben Kreativität und Selbstständigkeit bei der Suche nach Lösungen ist es die allgemeine Lernbereitschaft, die bei einer Mitarbeiterauswahl ausschlaggebend ist. Grundsätzlich ist es zur Vorbereitung hilfreich, unterschiedliche KI-Kurse zu absolvieren, um die Grundlagen anhand von Dokumentationen zu durchdringen. Eine Vielzahl von Kursen existieren auf YouTube oder können auf anderen Plattformen gekauft werden. Dadurch lassen sich unterschiedliche Programmiersprachen und Cloudtools usw. erlernen. Wenn auf Stellenausschreibungen 200 Bewerbungen kommen, werden bei der Auswahl durchaus Projektdarstellungen der Bewerbenden beispielsweise auf YouTube oder GitHub berücksichtigt.

Bei der Bewältigung von KI-Arbeitsaufgaben liegen nach Ansicht der Expertin bei Berufseinsteigerinnen und -einsteigern häufig Fehlvorstellungen vor. Diese glauben sie verbringen 80 % ihrer Zeit mit der Entwicklung von KI-Modellen. Allerdings ist es in der Realität so, dass sich zu 80 % der Zeit mit den Daten beschäftigt wird. Anschließend vielleicht noch 10 % mit Codieren und 10 % mit der Entwicklung von KI-Modellen.

Auszubildende sollten so schnell wie möglich an ein reales Problem herangeführt werden. Ausgehend von eher kleineren Kundenanforderungen sollen diese dann in der Folge schrittweise erweitert werden mit Zuständigkeiten in den Bereichen Programmierung, Trainieren von Modellen und Präsentation der Ergebnisse beim Kunden. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass nicht zwangsläufig alles selbst programmiert werden muss, sondern auf vorhandenen Code zurückgegriffen werden darf. Daher ist es für die Auszubildenden besonders wichtig zu erlernen, wie mit vorhandenem Wissen aus öffentlichen/firmeninternen Repräsentationen umgegangen wird. Aufgrund dessen stellt die KI-Leiterin fest, dass es nicht immer effektiv sei, alles selbst zu entwickeln, deshalb müssen Auszubildende lernen zu „forschen“.

In Bezug auf die allgemeinbildende Schule und die Berufsschule erhofft sich die Expertin, dass frühzeitiger mit der Programmierung begonnen wird und dass veraltete Sprachen durch marktorientierte, wie beispielsweise Python, ersetzt werden.

## 6. Perspektiven auf KI von IT-Auszubildenden

Um Erfahrungen, Kenntnisse, Einstellungen und Problembereiche von IT-Auszubildenden des dritten Ausbildungsjahres zu erheben, wurde an einer berufsbildenden Schule in Schleswig-Holstein eine Untersuchung mit 36 Auszubildenden durchgeführt. Mit den Schülerinnen und Schülern wurden Fragen und Fallbeispiele u. a. zu Themen wie Herausforderungen für die berufliche Praxis, ChatGPT, KI-Berührungspunkte im Betrieb und eigene Arbeitsperspektive erarbeitet und diskutiert.

Mit Gruppendiskussionen lassen sich Einstellungen zu einem vordefinierten Thema in einer offenen Atmosphäre erheben. Dabei werden Prozesse der Kommunikation ausgelöst, um einem alltäglichen Gesprächsverlauf zu ähneln. Im Hinblick darauf ist der gegenseitige Austausch von Argumenten von zentraler Bedeutung. Entscheidend sind die Interaktionen der Gruppenmitglieder, um Erzählungen, Erinnerungen oder wechselseitige Ergänzungen voranzutreiben (VOGL 2019, S. 695). Mit diesem Verfahren wird ein breiter Einblick in die Thematik angestrebt (KORNMEIER 2007, S. 79). Der Aspekt des „Verstehens“ wird als zentrales Ziel benannt, um Zusammenhänge und Strukturen herauszuarbeiten. Bei Gruppendiskussionen ist zu beachten, dass sich die Komplexität potenzieren kann, da während der Erhebung die Teilnehmenden versuchen sich gegenseitig zu verstehen und dabei wechselseitig zueinander in Konversation treten. In Bezug auf die „Offenheit“ haben die teilnehmenden Personen große Freiheit sich an den Diskussionen zu beteiligen, um relevante Sichtweisen zu äußern (KÜHN/KOSCHEL 2017, S. 40).

Die Datenerhebung erfolgt auch durch eine Protokollierung der Diskussion (MISOCH 2019, S. 157). Insgesamt sieben Protokollführende – je eine Person für jede Gruppe – wurden bestimmt, um möglichst stichpunktartig diskutierte Themen und Antworten verfügbar zu machen. In Ergänzung dazu wird der Verlauf der Diskussionen mit einem digitalen Aufnahmegerät aufgezeichnet (KÜHN/KOSCHEL 2017, S. 52). Die Durchführung der Gruppendiskussion umfasste jeweils einen zeitlichen Rahmen von 180 Minuten (zwei Doppelstunden/Blöcke) und wurde mit den sieben Gruppen nicht zeitgleich, sondern zu unterschiedlichen Terminen, durchgeführt. Zum Ende der Gruppendiskussion wurde ein Kurzfragebogen genutzt, um durch die Diskussion angestoßene oder bereits vorhandene Interessengebiete zu KI zu erfragen.

Die Auszubildenden können KI zu Gegenstandsbereichen ihrer Lebens- und Arbeitswelt in Beziehung setzen. Sie nennen bspw. als Anwendungsbereiche: ChatGPT, autonomes Fahren, Automatisierung, Industrie 4.0, Computerspiele, Auslagerung von Aufgaben, Navigationssysteme, komplexe Aufgabenstellungen, selbstlernende Firewalls, Erstellung von Bildern, Labels und Marketingkampagnen, Bot in Videospielen, Sicherheitssysteme von Autos, Google, SEO-Optimierung, Profiling, Überwachung in der Militärtechnik sowie IT-Security. KI bietet nach Ansicht der Auszubildenden zudem eine

Hilfestellung bei der Erkennung von Krankheiten, Erstellung von Codes oder kann als Lernunterstützung dienen. Sie nennen aber auch Begriffe wie Zukunftsängste und Fortschritt. Es wird kritisiert, dass KI in Filmen und Nachrichten oft negativ dargestellt wird. Hinzu kommen rechtliche Probleme, die noch offen und schwer zu klären sind (z. B. Urheberrecht, Schuldfragen bei Unfällen, Fehlinformationen und deren Folgen).

ChatGPT wird als Lernunterstützung angesehen, um sich Ansätze einfacher erklären zu lassen oder zu überprüfen. In dem Zusammenhang sind Datenanalyse und die Erkennung von Zusammenhängen von besonderer Bedeutung. Positiv wird die Arbeits erleichterung angesehen, die aber gleichzeitig das Risiko von Kreativitätsverlusten birgt. Kritisch wird die abnehmende eigene „Denkfähigkeit“ betrachtet, da die KI das „Denken“ übernehmen kann. Die Auszubildenden haben Sorge vor generierten „Einheitslösungen“, die dann alle Lernenden von ChatGPT übernehmen und keine Diskussionen durch „falsche“ oder andere Lösungen mehr auftreten. Aus Sicht der Auszubildenden wird es zukünftig schwieriger sein, nachzuvollziehen, ob die Lernenden die Aufgaben selbst erledigt haben oder eine KI. Daher ist für sie der Aspekt von Bedeutung, dass für Lehrkräfte „Leistung“ schwieriger zu bewerten sein wird. Die Auszubildenden bewerten kritisch, dass dadurch indirekte Auswirkung auf den Arbeitsmarkt entstehen könnten, wenn sich zukünftige Fachkräfte damit „durchgemogelt“ haben.

In ihren Betrieben haben die Auszubildenden bisher mehrheitlich kaum Berührungspunkte mit KI in konkreten Arbeitsaufgaben. Nur wenige bisherige Anwendungsbeispiele konnten genannt werden. So wurde ein „Chatbot“ sowie ein lernender „Honeybot“ in einem Azubi-Wissenstransfer Meeting thematisiert. Weiterhin werden KI-Anwendungen zur Überprüfung des Netzwerks oder für die Nutzung von Antivirus Systemen eingesetzt. Ein Auszubildender berichtet von einem vollautomatisierten Lagersystem; im Protokoll wird allerdings vermerkt, dass hier nicht ganz sicher feststeht, ob KI überhaupt in dieser Anwendung enthalten ist. Insgesamt wird KI noch mit einer hohen Fehleranfälligkeit in Beziehung gesetzt. Daher überwiegt Skepsis und Angst vor der neuen Technik in den Betrieben.

Einsatzmöglichkeiten lassen sich nach den Einschätzungen der Auszubildenden in Bereichen wie der Erstellung von Dokumentationsvorlagen und Verarbeitung von Helpdeskeinträgen bzw. der Ticketanalyse identifizieren. Die Szenarien könnten dazu führen, dass weniger Helpdesk Mitarbeitende benötigt werden und könnte zu einer generellen Standardisierung der Prozesse führen. Im eigenen Ausbildungsbetrieb könnte KI dazu beitragen, dass frühzeitige Gefahren oder Schwachstellen erkannt werden. Hinzu kommen Optimierungen in Prozessen durch Speicherverwaltung (Einsparen von Speicher) oder die Archivierung von Logs. Weitere Automatisierungsszenarien könnten sein: Erstellen von Abrechnungen, Rechnungsfreigabe, Ticketbearbeitung oder die Bestellung von Waren.

Die Auszubildenden erkennen, dass hinter KI immer ein Mensch stecken muss, der für die Entwicklungen zuständig ist. Für sie stellt KI daher auch ein Beschäftigungsfeld dar. Um ihre Einstellungschancen im KI-Bereich zu verbessern, werden aus Sicht der Auszubildenden Kompetenzen in den nachfolgenden Bereichen benötigt: Wissen in der komplexen Programmierung, Verarbeitungsarten und KI-Vorgänge, Wissen

über neuronale Netzwerke und Datenbanken, Vorerfahrungen mit ähnlichen kleineren Projekten, Zertifikate und Kenntnisse in mehreren Programmiersprachen sowie verschiedenen Datenbankmodellen, Kenntnisse über Machine-Learning/Deep-Learning, Mathematik, Funktionsweise von neuronalen Netzwerken, Programmierkenntnisse für häufig genutzte Sprachen (wie zum Beispiel „Python“). Weiterhin vermuten die Lernenden, dass es von Vorteil ist, wenn sie sich in KI Open Source einlesen sowie mitwirken oder etwas selbst entwickeln. Der Aufbau eines eigenen Portfolios wird angestrebt, um gute Kenntnisse in diesem Bereich nachweisen zu können.

Auszubildende der Fachrichtung „Systemintegration“ (Administratoren) haben ein signifikant geringeres Interesse an den Entwicklungen im Bereich KI gegenüber denjenigen aus der Fachrichtung „Anwendungsentwicklung“ (Programmierer). Außerdem stellte sich in den Diskussionen heraus, dass Bereiche, bei denen es um KI-Updates, Datenschutz oder Auswirkungen von KI auf Gesellschaft geht, als uninteressant empfunden werden.

Im Kurzfragebogen konnten Fragestellungen zu KI, die für die Auszubildenden als bedeutsam empfunden werden, angegeben werden. Folgende Fragestellungen wurden aufgeworfen:

- Wie funktioniert eine KI im Detail?
- Allgemein Funktionsweise? gezielte Anwendung?
- Funktionsweise Machine-Learning?
- Wie wird eine KI verbessert?
- Automatisches Lernen?
- Lernprozess KI, wie die Entwicklung von „nichtwissend“ zu „intelligent“ abläuft?
- Wie ist KI in der Lage, Entscheidungen selbst zu treffen?
- In welchen Bereichen wird KI zukünftig eingesetzt? (Medizin/Militär)
- Wie werden die Daten eingegeben und verarbeitet?
- Wie sieht die Rechtslage zur Verwendung aus? Kundenkontakt durch KI?
- Implementierung von KI?
- Skalierung, Benötigte Rechenleistung?
- Benötigte Menge an Daten für verwertbare Ergebnisse?
- Arbeitsweise? Speichermenge?
- Kosten?
- Wie es die Evolution des Menschen beeinträchtigt?
- Zukunft der KI (Arbeitswelt/physische Körper)?

## 7. Zusammenführung der Ergebnisse und didaktische Konsequenzen

Das Themenfeld Künstliche Intelligenz steht noch am Beginn einer Transformation für Bildungsinitiativen. KI ist in der Lebens- und Arbeitswelt angekommen; eine Theoretisierung hat weitestgehend noch stattzufinden. KI steht in Verbindung zu verschiedenen Teilbereichen, in denen es wiederum um verschiedene Arten, Methoden, Algorithmen und Technologien geht. In der Folge führen „unsichtbare Verarbeitungsmechanismen“

zu Unsicherheiten und erschweren gleichzeitig den Zugang zum Verständnis. Die vielen aufgeworfenen Fragen der Auszubildenden verdeutlichen dies und zeigen gleichzeitig auf, welche Lernbereiche von Bedeutung sein können. Um Interpretationsspielräume einzuschränken, sind wissenschaftsorientierte Festlegungen nötig. Dafür ist es von Bedeutung, dass bspw. derzeit an einer Normungsroadmap KI durch das Deutsche Institut für Normung e. V. gearbeitet wird.

Im Praxisinterview wie auch in den Gruppendiskussionen stellte sich als eines der größten Probleme heraus, dass für KI-Anwendungen die dafür notwendige Datenverfügbarkeit entweder gar nicht oder nicht in ausreichender Form vorhanden ist. Demnach obliegt der gesamten IT-Berufsfamilie die Verantwortung für eine moderne Datenstrategie in Unternehmen. Hierfür sollten durch geeignete Lernsituationen Kompetenzen für eine Implementierung von Datenmanagementprozessen – Erfassung, Speicherung, Organisation und Pflege von betriebsrelevanten Daten in weiter verarbeitbaren Formaten – exemplarisch entwickelt werden und reflexiv der Mehrwert einer modernen Datenhaltung hinsichtlich zukünftiger KI-Anwendungen kritisch betrachtet werden.

Es fehlt aber auch an Kompetenzen über mögliche „Use-Cases“, damit bei Umsetzungen KI mitgedacht werden kann. Da Kunden in der Praxis oftmals auch nicht genau wissen, was sie eigentlich wollen, wenden aus Sicht der Auszubildenden ihre Betriebe deswegen eher traditionelle Anwendungen an. Solche „Use-Cases“ können allgemein im Lernfeld 8 „Daten systemübergreifend bereitstellen“ diskutiert werden. Hier könnte eine erste Sensibilisierung für KI stattfinden, die dann für Auszubildende der Fachrichtung Anwendungsentwicklung in den Lernfeldern 11a „Funktionalität in Anwendungen realisieren“ und 12a „Kundenspezifische Anwendungsentwicklung durchführen“ vertieft werden kann. Für Auszubildende der Fachrichtung „Daten- und Prozessanalyse“ sind KI-Anwendungen im Lernfeld 10c „Werkzeuge des maschinellen Lernens“ bereits festgeschrieben.

Für die KI-Projektarbeit ist es von Vorteil, wenn Fachinformatiker/-innen kreativ sind und selbstständig nach neuen Lösungen suchen können. Die Tätigkeit erfordert ein hohes Maß an Problem- und Lernfähigkeiten sowie die tägliche Bereitschaft etwas Neues zu lernen. In der Ausbildungspraxis sollten daher berufsnahe Arbeitstechniken und Lernstrategien Anwendung finden. Das wären zum einen agile Projektmanagementmethoden, die bereits im Unterricht zur Strukturierung und Prozessbegleitung eingesetzt werden können, und zum anderen die Art und Weise der Wissenserschließung. Da das IT-Wissen sich in kurzer Zeit potenziert, haben sich virtuelle Wissenrepräsentationen weitestgehend durchgesetzt, zudem wird in der Softwareentwicklung sehr stark das Prinzip des geteilten Wissens umgesetzt und Quelltext wird als Open-Source zur Nutzung und Weiterentwicklung frei zur Verfügung gestellt. Beide Praktiken sollten im Unterricht Anwendung finden, um die eigenen Chancen auf dem Arbeitsmarkt zu erhöhen. Berufsschule und Betriebe bzw. die IHK als zuständige Stelle könnten über einen Portfolioansatz für Auszubildende der IT ein Forum gestalten, damit diese ihre Qualifikationen besser vermarkten können.

Die gesellschaftlichen Auswirkungen von KI sind in den Unterricht mit einzubeziehen. Da Auszubildende der IT nicht nur Konsumierende, sondern auch Produzierende

bzw. Gestaltende der KI sind, sollten ethische Aspekte thematisiert werden. Da es noch keine verbindlichen Normen dazu gibt, könnten zunächst allgemeingültige Prinzipien – der Respekt vor Personen muss gewährleistet werden, grundsätzlich soll mit KI Gutes getan werden und KI soll für Gerechtigkeit sorgen – im Unterricht diskutiert werden.

Ob eine Programmiersprache für Bildungszwecke tatsächlich bindend festgelegt werden sollte, ist kontrovers zu diskutieren. In der Praxis haben sich Sprachen mit offenen, gemeinschaftsbasierten Entwicklungsmodellen etabliert. Schule sollte sich an aktuellen Entwicklungen orientieren. Berufsschule sollte darüber hinaus die Anforderungen der betrieblichen Praxis berücksichtigen, diese aber nicht abbilden.

## 8. Ausblick

Nach Digitalisierung kommt KI oder kommt KI durch Digitalisierung? Technisch benötigt eine KI die digitalen Daten und damit die Digitalisierung bestehender Prozesse. Ohne Digitalisierung wird es in den Betrieben also auch kaum KI-Anwendungen geben, die betriebliche Prozesse automatisieren bzw. optimieren.

In der Bildung werden Digitalisierung und KI ebenfalls in einem engen Verstehenszusammenhang betrachtet werden müssen. Digitalisierung ist eben mehr als die Nutzung digitaler Endgeräte zu Lernzwecken: Digitalisierung zeichnet sich auch durch einen grundsätzlichen Wandel in der Verbreitung von Daten, Informationen und Wissen aus. Um einen Mehrwert durch Digitalisierung zu ermöglichen, hat Schule die Verantwortung, Kompetenzen zu entwickeln, die es ermöglichen, Digitalisierung zu nutzen, zu durchdringen sowie zu mehrern und dies ethisch verantwortungsvoll. Informatische Bildung und damit die Kompetenzen über die Wirkungsweise von Algorithmen lassen sich als „Querschnittskompetenzen“ nur schwerlich entwickeln. Die Rufe nach dem Unterrichtsfach Informatik als frühzeitigem Pflichtfach sind alt und sollten eher lauter werden als verhallen.

Computational-Thinking und niederschwellige KI-Bildung sind Basiskompetenzen für eine aufklärerisch-emanzipatorische Bewältigung persönlicher und beruflicher Erklärungserwartungen an eine durch Digitalisierung transformierte Welt. Digital Empowerment sollte Anspruch und damit Bildungsziel eines lebensbegleitenden Lernens für alle Anspruchsgruppen werden.

## Literaturverzeichnis

- BAIDOO-ANU, D. / OWUSU ANSAH, L. (2023): Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. In: SSRN Journal. DOI: 10.2139/ssrn.4337484.
- BIBB (2022): <https://www.bibb.de/de/141868.php> (Abruf: 21.03.2023)
- BMWi (2020a): Verordnung über die Berufsausbildung zum Fachinformatiker und zur Fachinformatikerin (Fachinformatikerausbildungsverordnung FIAusV). Vom 28. Februar 2020. Im: Bundesgesetzblatt. Teil 1. Nr. 9 vom 5. März 2020. Bonn

- BMWI (2020b): Verordnung über die Berufsausbildung zum IT-System-Elektroniker und zur IT-System-Elektronikerin (IT-System-Elektroniker-Ausbildungsverordnung-ITSEAusV). Vom 28. Februar 2020. Im: Bundesgesetzblatt. Teil 1. Nr. 9 vom 5. März 2020. Bonn
- BMWI (2020c): Verordnung über die Berufsausbildung zum Kaufmann für IT-System-Management und zur Kauffrau für IT-System-Management (IT-System-Management-Kaufleute-Ausbildungsverordnung – ITSMaKfAusV). Vom 28. Februar 2020. Im: Bundesgesetzblatt. Teil 1. Nr. 9 vom 5. März 2020. Bonn
- BMWI (2020d): Verordnung über die Berufsausbildung zum Kaufmann für Digitalisierungsmanagement und zur Kauffrau für Digitalisierungsmanagement (Digitalisierungsmanagement-Kaufleute-Ausbildungsverordnung – DigiMaKfAusV). Vom 28. Februar 2020. Im: Bundesgesetzblatt. Teil 1. Nr. 9 vom 5. März 2020. Bonn
- BOGNER, A. / MENZ, W. (2002): Das theoriegenerierende Experteninterview Erkenntnisinteresse, Wissensformen, Interaktion. In: BOGNER, A. / LITTIG, B. / MENZ, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. 2. Aufl. Opladen: Leske + Budrich, S. 33–67.
- BRÜHL, VOLKER (2019): Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Big Data – Grundlagen, Marktpotenziale und wirtschaftspolitische Relevanz. In: WIST, 48 (11), S. 34–41. DOI: 10.15358/0340-1650-2019-11-34.
- BURCHARDT, A. / ASCHENBRENNER, D. (2021): Praxisleitfaden KI=Kollaborativ und Interdisziplinär. Verantwortungsvolle Innovation für die Integration von Anwendungen der künstlichen Intelligenz in die Arbeitswelt. In: KNAPPERTSBUSCH, I. / GONDLACH, K. (Hrsg.): Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Gabler (Research), S. 11–18.
- BUXMANN, P. / SCHMIDT, H. (2019): Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In: BUXMANN, P. / SCHMIDT, H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, 3–17. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- ERSCH, C. (2023): Kommentar zur aktuellen Diskussion über den Einfluss von textbasierten KI-Systemen auf den Bildungsbereich. Oder „Die Digitalisierung wird nie wieder so langsam sein wie jetzt“. In: REICHE, H. (Hrsg.): Virtuelle und hybride Fremdsprachenlehre. Berlin: Frank & Timme (DaF/DaZ in Forschung und Lehre, Band 5), S. 171–177.
- GIERING, O. (2022): Künstliche Intelligenz und Arbeit: Betrachtungen zwischen Prognose und betrieblicher Realität. In: Z. Arb. Wiss., 76 (1), S. 50–64. DOI: 10.1007/s41449-021-00289-0.
- JÄGER, C. / TEWES, S. (2021): KI in der Weiterbildung der Zukunft. In: KNAPPERTSBUSCH, I. / GONDLACH, K. (Hrsg.): Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Gabler (Research), S. 389–398.
- KIM, S. / KIM, T. / KIM, K. (2023): Analysis of Teaching and Learning Environment for Data Science and AI Education (Focused on 2022 Revised Curriculum). In: 2023 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIC). 2023 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIC), S. 788–790.
- KMK (2023): Rahmenlehrpläne Fachinformatiker/-in. Online verfügbar unter <https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-berufsausbildung/downloadbereich-rahmenlehrplaene.html>, zuletzt aktualisiert am 31.05.2023 (Abruf: 31.05.2023)
- KORNMEIER, M. (2007): Wissenschaftstheorie und wissenschaftliches Arbeiten. Eine Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. Heidelberg: Physica-Verl. (BA kompakt).
- KÜHN, T. / KOSCHEL, K.-V. (2017): Gruppendiskussionen. Ein Praxis-Handbuch. 2nd ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- LÄMMEL, U. / CLEVE, J. (2008): Künstliche Intelligenz. Lehr- und Übungsbuch. 3. Aufl. s.l.: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- MISOCH, S. (2019): Qualitative Interviews. 2., erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.

- RENZ, A. (2021): KI in der Bildung: Educational Technology und KI. Heraus- und Anforderungen an die Bildungstechnologien der Zukunft. In: KNAPPERTSBUSCH, I. / GONDLACH, K. (Hrsg.): *Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen*. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Gabler (Research), S. 381–386.
- RIETZ, C. / VÖLMICKE, E. (2020): Künstliche Intelligenz und das deutsche Schulsystem. In: VON HATTBURG, A. / SCHÄFER, M. (Hrsg.): *Digitalpakt – was nun? Ideen und Konzepte für zukunftsorientiertes Lernen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 89–94.
- SCHORRLEPP, M. / PATZER, K.-H. / NETSCH, C. (2023): Ein Chatbot erklärt sich selbst. Was ist ChatGPT und wofür braucht man das? Wir haben die KI gefragt. In: *Uro-News*, 27 (4), S. 10–15. DOI: 10.1007/s00092-023-5675-1.
- SCHWARZ, H. (2023): Zur Modernisierung der vier großen dualen IT-Berufe – Ziele erreicht? In: GRIMM, A. / MAHRIN, B. / NEUSTOCK, U. / REICHWEIN, W. / SCHÜTT-SAYED, S. / VOLLMER, T. (Hrsg.): *Digitalisierung und Nachhaltigkeit gestalten lernen. Beiträge der BAG-*
- STREIBICH, K.-H. / ZELLER, M. (2019): Offene Plattformen als Erfolgsfaktoren für Künstliche Intelligenz. In: BUXMANN, P. / SCHMIDT, H. (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg*, 107–116. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- TERSTEGEN, S. / SCHMALEN, B. / HINZ, A. / PRICELIUS, M. (2021): KI-Zusatzqualifizierung. Produktive und menschengerechte Arbeitsgestaltung mit KI in kleinen und mittleren Unternehmen. In: KNAPPERTSBUSCH, I. / GONDLACH, K. (Hrsg.): *Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen*. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Gabler (Research), S. 371–379.
- VOGL, S. (2019): Gruppendiskussion. In: BAUR, N. / BLASIUS, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer VS (Springer eBook Collection), S. 695–700.
- WIDUCKEL, W. / BELLMANN, L. (2021): Von der KI ausgehende Beschäftigungseffekte und die Veränderungen der Arbeitsorganisation. In: KNAPPERTSBUSCH, I. / GONDLACH, K. (Hrsg.): *Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen*. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Gabler (Research), S. 215–220.
- WROBEL, S. / JOACHIMS, T. / MORIK, K. (2014): Maschinelles Lernen und Data Mining. In: GÖRZ, G. / SCHMID, U. / WACHSMUTH, I. (Hrsg.): *Handbuch der Künstlichen Intelligenz*, 5., überarb. und aktualisierte Aufl. München: Oldenbourg, S. 405–466.
- WÜRSCHINGER, C. (2020): Künstliche Intelligenz – Zwischen Wunsch und Wirklichkeit. In: *Wirtsch Inform Manag*, 12 (2), S. 86–89. DOI: 10.1365/s35764-020-00245-3.

MICHAEL SCHMIDT

Lehrkraft im Vorbereitungsdienst, Landesseminar Berufliche Bildung am SHIBB,  
michael.schmidt011@gmail.com

PROF. DR. AXEL GRIMM

Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Berufliche Fachrichtungen Elektrotechnik und Informationstechnik und deren Didaktiken an der Europa-Universität Flensburg,  
axel.grimm@uni-flensburg.de