Herausgeber von *bwp@* : Karin Büchter, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer, Nicole Naeve-Stoß, Karl Wilbers & Lars Windelband

Berufs- und Wirtschaftspädagogik - *online*

Sophia ROPPERTZ
(Universität Bremen)

Die Rolle und Bedeutung von Künstlicher Intelligenz in der Berufsausbildung – Implikationen für angehende Berufs- und Wirtschaftspädagog*innen

bwp@-Format: **Forschungsbeiträge**

Online unter:

https://www.bwpat.de/ausgabe40/roppertz_bwpat40.pdf

in

bwp@ Ausgabe Nr. **40** | Juli 2021

Didaktisierung des Digitalen: Zur Entwicklung berufs- und wirtschaftspädagogischer Studiengänge.

Hrsg. v. **H.-Hugo Kremer, Nicole Naeve-Stoß, Lars Windelband & Juliane Fuge**

www.bwpat.de | ISSN 1618-8543 | *bwp@* 2001–2021

CC BY SA

SOPHIA ROPPERTZ (Universität Bremen)

Die Rolle und Bedeutung von Künstlicher Intelligenz in der Berufsausbildung – Implikationen für angehende Berufs- und Wirtschaftspädagog*innen

Abstract

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation kommt berufsbildenden Schulen zum einen die zentrale Aufgabe zu, Lernende für die veränderte Arbeitswelt vorzubereiten. Zum anderen trifft der technologische Wandel die berufsbildenden Schulen selbst auf der Steuerungsebene im Zusammenhang von Schlagworten wie eGovernment und auf der Umsetzungsebene im Zusammenhang von z.B. adaptiven Lernsystemen und Learning Analytics. Es stellt sich die übergeordnete Frage, wie angehende Berufsschullehrende auf die skizzierten Aufgaben vorbereitet werden können und welche Konsequenzen sich für die Gestaltung von berufs- und wirtschaftspädagogischen Studiengängen aus diesem arbeits- und berufsrelevanten Wandel ergeben. Dafür wird zunächst untersucht, welche Auswirkungen die digitale Transformation bereits heute auf die Praxis an berufsbildendenden Schulen hat und wohin der Trend gehen wird. Im Mittelpunkt des Beitrags steht eine Online-Befragung von Berufsschullehrenden des gewerblich-technischen Bereichs, welche durch die inhaltsanalytische Betrachtung politischer Bundes- und Landesdigitalisierungsstrategien flankiert wird.

Role and Importance of Artificial Intelligence in Vocational Education and Training – Implications for future VET professionals

Against the background of the digital transformation, vocational schools have the crucial task of preparing learners for the changing world of work. At the same time, the technological change affects VET schools themselves through the introduction of big data and e-government and at the implementation level in connection with e.g. adaptive learning systems and learning analytics. The overarching question is how future vocational school teachers can be prepared for the tasks outlined. To this end, the first step is to examine what effects the digital transformation is already having on the practice at vocational schools and where the trend is heading. The focus of the article is an online survey of vocational school teachers in the industrial-technical field, which is flanked by a content-analytical examination of political federal and state digitisation strategies.

Schlüsselwörter: *Berufsbildende Schule, digitale Transformation, Lehrkräfte, digitale Kompetenzen*

bwp@-Format: ☑ **FORSCHUNGSBEITRÄGE**

1 Einleitung

Das Ziel der beruflichen Ausbildung ist es, berufliche Handlungskompetenz zu vermitteln und Auszubildende für den Einstieg ins Beschäftigungssystem vorzubereiten. Am Ende der Berufsausbildung müssen fachspezifische Kompetenzen erlernt worden sein, die zur Ausübung beruflicher Tätigkeiten befähigen. Das Lernen im Prozess der Arbeit stellt dahereine zentrale Dimension der Kompetenzentwicklung dar (vgl. Rauner 2006, 11). Diese Arbeit und damit verbundene berufliche Tätigkeiten verändern sich jedoch im Rahmen der digitalen Transformation und machen neue Kompetenzen der zukünftigen Fachkräfte notwendig (vgl. Dengler/Matthes 2019). Vor diesem Hintergrund steht die Berufsbildung insgesamt unter einem hohen Anpassungsdruck (vgl. Seufert 2018). Die Diskussion um die Weiterentwicklung der Berufsausbildung im Kontext der digitalen Transformation wird häufig unter dem Stichwort *Berufsbildung 4.0* geführt. Mit der Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ reagiert die Kultusministerkonferenz (KMK) auf die Herausforderungen des digitalen Wandels und legt ein Handlungskonzept für die zukünftigen Entwicklungen der Bildung in Deutschland vor (vgl. KMK 2016). Treiber für die digitale Transformation ist vor allem die Entwicklung im Feld der Künstliche Intelligenz (KI), welche einen noch tiefgreifenderen Wandel nicht nur der Arbeitswelt, sondern der Gesellschaft im Allgemeinen, erwarten lassen. In der Diskussion um eine *Berufsbildung 4.0* wird auch betont, dass sich die Berufsbildung nicht nur auf die Anpassung an technologische und ökonomische Entwicklungen in der Arbeitswelt beschränken darf, sondern selbst als gestaltender Akteur auftreten soll (vgl. Gössling et al. 2019). Ob und wie dieses gestalterische Potenzial wirksam wird, hängt nicht zuletzt davon ab, wie die Lehrkräfte an den Berufsschulen die digitale Transformation insgesamt und vor allem Künstliche Intelligenz einschätzen und welche Kompetenzanforderungen aus ihrer Perspektive relevant werden.

Vor diesem Hintergrund wird in dem Beitrag der folgenden Forschungsfrage nachgegangen: Welche Rolle spielt Künstliche Intelligenz für die Berufsausbildung (Lernort: berufsbildende Schule) in Deutschland? Zur Beantwortung dieser Frage wird eine politisch-strategische und eine berufsschulpraktische Perspektive eingenommen. Durch eine Online-Befragung von Berufsschullehrenden des gewerblich-technischen Bereichs wird untersucht, welche Bedeutung KI aus ihrer Sicht für die Berufsbildung hat, ob es bereits Umsetzungsbeispiele (z.B. Projekte zum Themenfeld KI) gibt und welche Anforderungen an Lehrkräfte bestehen. Die politischen Bundes- und Landesdigitalisierungsstrategien werden inhaltsanalytisch auf die Rolle der Berufsausbildung im Kontext der Digitalisierungsbestrebungen untersucht. Basierend auf den empirischen Ergebnissen werden Überlegungen angestellt, welche Konsequenzen sich für die Qualifizierung des pädagogischen Personals aus diesem arbeits- und berufsrelevanten Wandel ergeben.

Im Folgenden findet zunächst eine Einordnung des Themas Künstliche Intelligenz und (berufliche) Bildung statt. Es werden dafür die zwei Perspektiven *Vorbereitung auf eine KI-basierte Arbeitswelt* und *Nutzung von Künstlicher Intelligenz als Lehr- und Lerninstrument* detaillierter beschrieben, bevor diese in den Kontext der Qualifizierung des pädagogischen Personals für diese Aufgaben eingebettet werden (Kapitel 3). Im vierten Kapitel werden das Forschungsdesgin sowie die zentralen Erkenntnisse aus den Untersuchungen präsentiert. Die Ergebnisse

werden anschließend interpretiert und in ihrer Konsequenz für Aus- und Fortbildung (angehender) Berufspädagog*innen diskutiert.

2 Hintergrund: Künstliche Intelligenz und (berufliche) Bildung

Aus pädagogischer Perspektive beeinflussen digitale Technologien, wie Cloud Computing, Internet der Dinge, Big Data, Robotik und Künstliche Intelligenz die Berufsbildung auf drei Funktionsebenen (vgl. Euler/Wilbers 2020). Zum einen fungieren die digitalen Technologien als (1) *Universalinstrument* im Alltag und wirken so auf die Voraussetzungen, mit denen Lernende in berufliches Lernen eintreten. Des Weiteren können die digitalen Technologien als (2) *Lerninstrumente* eingesetzt werden und damit zur didaktischen Gestaltung von beruflichen Lernprozessen eingesetzt werden (vgl. Euler et. al. 2006, 437). Die dritte Ebene umfasst den Einsatz digitaler Technologien als (3) *Arbeitsinstrumente*, welche bestehende berufliche Arbeits- und Geschäftsprozesse beeinflussen. Abhängig von der primären Funktion (1-3), unterscheiden sich auch das *Anwendungsfeld* in der Berufsbildung und die einhergehenden *Folgen.*

2.1 Digitale Technologien als Arbeitsinstrument

Digitale Technologien, die auf Künstlicher Intelligenz (KI) bzw. *Machine Learning* basieren, haben in den vergangenen Jahren vermehrt an Aufmerksamkeit gewonnen, da die jüngsten technologischen Fortschritte die Grenzen dessen, was Maschinen tun können, verschoben haben. Dies ist insbesondere auf die zunehmende Nutzung des Internets, die Verfügbarkeit von Daten und leistungsfähigeren Computern und Algorithmen zurückzuführen. Als Software-Element hat KI die digitale Transformation befeuert und kann davon nicht getrennt gedacht werden, so der Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaft (acatech) Prof. Dr. Dieter Spath (Spath/Esser 2019, 6). Dabei ist KI keineswegs neu. Bereits 1955 prägte der US-amerikanische Informatik-Professor John McCarthy den Begriff "Artifical Intelligence", als er eine Konferenz in New Hampshire mit „Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence“ betitelte (Eberl 2018). Ähnlich wie beim Digitalisierungsbegriff existiert keine allgemeingültige Definition von KI. KI dient als Oberbegriff für Algorithmen, die intelligente Entscheidungen treffen können. Als ein Teilgebiet der Informatik versuchen KI-Ansätze, kognitive Fähigkeiten wie Lernen, Planen oder Problemlösen in Computersystemen zu realisieren. Ziel moderner KI-Systeme ist es, Maschinen, Roboter und Softwaresysteme zu befähigen, abstrakt beschriebene Aufgaben und Probleme eigenständig zu bearbeiten und zu lösen, ohne dass jeder Schritt vom Menschen programmiert wird (Lernende Systeme –Die Plattform für Künstliche Intelligenz 2019, 4).

Bisher vom Menschen durchgeführte Aufgaben können dadurch potenziell von Computern und computergesteuerten Maschinen übernommen/ assistiert werden können (vgl. Brynjolfsson/ McAffee 2014; Dengler/Matthes 2019). Bei den substituierbaren Aufgaben handelt es sich vor allem um einfache Routinetätigkeiten. Während das Substituierungspotenzial in Fertigungs- und fertigungstechnischen Berufen hoch ist, können bei sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen weit weniger Aufgaben substituiert werden (vgl. Dengler/Matthes 2019, 52). Die Autorinnen betonen, dass eine potentielle Substituierungsmöglichkeit nicht bedeutet, dass diese Arbeitsplätze verloren gehen werden. Sie werden sich aber verändern, sodass nicht-

substituierbare Tätigkeiten an Bedeutung gewinnen und bestehende Berufe um neue Aufgabenbereiche ergänzt werden (vgl. Dengler/Matthes 2019).

In diesem Kontext ist die *primäre Funktion* digitaler Technologien der Einsatz als *Arbeitsinstrument*, welche das Potenzial haben berufliche Arbeits- und Geschäftsprozesse zu verändern (vgl. Euler/Wilbers, 2018, 429). In der Berufsbildung werden die digitalen Technologien oder die technologieunterstützten Arbeits- und Geschäftsprozesse dann zu Lerninhalten (*Anwendungsbezug*). Auf Basis der Lerninhalte werden wiederum die Kompetenzanforderungen zur Erfüllung entsprechender Arbeits- und Geschäftsprozesse formuliert (ebd.). Die *Folgen* können angepasste oder neue Berufsbilder sein (vgl. Euler/Wilbers, 2018, 429).

2.2 Digitale Technologien als Lehr- und Lerninstrument

Der Einsatz (*Anwendungsbezug*) von digitalen Technologien als Lerninstrument kann auf verschiedene Weise z.B. als Präsentationsmedien (E-Instruction), Kommunikationsmedien (E-Communication) sowie Selbstlernmedien (E-Interaction) erfolgen (Euler 2018). Während es bei E-Instruction um die Vermittlung von Lerninhalten durch digitale Technologie geht, sollen diese bei der E-Communication zur Begleitung von Lernenden in (Online-)Gruppenprozessen bzw. sozialen Netzwerken eingesetzt werden. In E-Instruction Szenarien dienen digitale Technologien der Unterstützung von Selbstlernprozessen. Vor allem in diesem Kontext wird der Einsatz von KI bzw. maschinellem Lernen diskutiert (vgl. Euler/Wilbers 2020, 433). Adaptives Lernen und Learning Analytics-Anwendungen stehen dabei im Mittelpunkt der Diskussion und werden nach der Einschätzung von e-Learning Expert*innen in den nächsten Jahren eine größere Rolle spielen (vgl. mmb Institut 2020, 3). Die Idee des adaptiven Lernens bildet den konzeptionellen Grundstein vieler Technologien in dem Forschungsbereich KI und Bildung (*AI in Education: AIED)* (vgl. Southgate et al. 2019). Dabei geht es darum, die Wissensvermittlung an den Wissensstand, die Lernpräferenzen und das Umfeld anzupassen. Dieses Ziel wird auch in klassischen, analogen Bildungssettings angestrebt. Die Digitalisierung bietet jedoch die Möglichkeit, diese Anpassung automatisiert ablaufen zu lassen und gleichzeitig effektiver und effizienter zu sein als in klassischen Unterrichtssettings. Adaptive Systeme können ihr Verhalten als Reaktion auf die Umwelt ändern (vgl. Southgate et al. 2019, 33). Die aus Lernmanagementsystemen gesammelten Lernendendaten können Erkenntnisse darüber liefern, wie sich das individuelle Lernen im Laufe der Zeit entwickelt und welche didaktischen Ansätze unter welchen Bedingungen effektiv sind (vgl. Southgate et al. 2019, 34). Die Analyse dieser Daten erfolgt über Learning Analytics[1] (LA) und Educational Data Mining-Ansätze. Die Gruppe der Stakeholder einer Learning-Analytics-Anwendung kann in *data subjects* und *data clients* unterschieden werden (vgl. Greller/Drachsler 2012, 45). Während die einen (z.B. die Schülerin) Daten produzieren, nutzen die anderen (z.B. Lehrende) diese um Handlungsschritte abzuleiten. LA kann aber auch zur Selbstreflexion der Akteure auf den jeweiligen Ebenen (Schüler*innnen, Lehrer*innen, Institution) eingesetzt werden. Den Schüler*innen werden beispielsweise die Lernergebnisse direkt zurückgespiegelt und gehen nicht erst an die Lehrperson. Datennutzende

[1] Learning Analytics-Ansätze bieten die Möglichkeit, dass bisher verborgene Informationen aus Bildungsdaten extrahiert und kontextualisiert werden, um anschließend für verschiedene Interessensgruppen aufbereitet werden zu können (vgl. Greller/Drachsler 2012, 47).

Subjekte (bzw. Objekte) können nach Greller und Drachsler insbesondere Computerprogramme, welche z.B. E-Mail Erinnerungen senden oder Lernhilfen bereitstellen, sein (vgl. Greller/Drachsler 2012, 46). Unabhängig von den involvierten Stakeholdern lässt sich das Ziel des LA-Einsatzes grob in drei Dimensionen unterscheiden (vgl. Seufert 2018, 28). Zum einen kann LA eingesetzt werden um rein deskriptiv darzustellen, was in welcher Zeit gelernt wurde, wie mögliche Tests ausgefallen sind und ob sich Muster im Lernverhalten erkennen lassen (*deskriptive Analytics*). Zum anderen können basierend auf den Daten Prognosen getroffen werden (*Prädikative Analytics*). Häufig geht es dabei um die Frage, welche Lernenden eine Prüfung oder einen Kurs wahrscheinlich nicht bestehen oder beenden werden. Die dritte Dimension umfasst die möglichen Handlungsoptionen, die basierend auf den Daten sinnvoll sein können, also welche Lernpfade für welche Lernenden angemessen sind (*Präskriptive Analytics*). Riazy und Koautoren weisen darauf hin, dass die hinter einer LA-Anwendung liegenden Machine-Learning-Algorithmen meist nicht transparent sind und eher als eine Art Black-Box genutzt werden. Ob eine Aktion, welche auf den Machine-Learning-Algorithmen besteht, fair ist, kann daher meist kaum nachvollzogen werden (vgl. Riazy et al. 2020, 15). Fehlende Transparenz und datenschutzrechtliche Bedenken führen dazu, dass LA nicht nur als Chance für personalisiertes Lernen, sondern auch als Gefahr für individuelle Freiheiten, wie Privatsphäre eingestuft werden.

Der Anwendungsbezug von KI-Technologien in der Beruflichen Bildung umfasst also die organisatorische und methodische Gestaltung des beruflichen Lernens. Die Folge des Einsatzes soll laut Euler in dem didaktischen Mehrwert technologieunterstützter Lernformen liegen (vgl. Euler/Wilbers 2020). Besonders bei KI-Anwendungen liegt dieser prognostizierte Mehrwert in der Personalisierung von Lerninhalten/ -pfaden und Unterstützung des Selbstlernprozesses. Gleichzeitig können LA-Anwendungen aber auch andere KI-basierte Anwendungen, wie automatisierte Prüfungssysteme, Lehrende bei ihren Aufgaben unterstützen. Daher wird der Begriff des *Lerninstruments* (Euler/Wilbers 2020) in dem Beitrag um die *Lehr*-Dimension erweitert.

3 Einflüsse auf die berufliche Praxis von Berufsschullehrenden

In diesem Kapitel wird die berufsschulische Praxis unter Berücksichtigung der Technologiebezugs-Ebenen (Euler 2018) aus Kapitel zwei und den im folgenden dargestellten Anforderungen an Lehrkräften diskutiert. Diese theoretisch-konzeptionelle Auseinandersetzung dient als Grundlage für die empirische Untersuchung im Rahmen dieses Beitrags.

Im Lernort Berufsschule sollen die für einen Ausbildungsberuf erforderliche berufliche Grund- und Fachbildung in Verbindung mit einer erweiterten Allgemeinbildung vermittelt werden (vgl. Pätzold 2018, 323). Die Arbeit von Berufsschullehrenden zeichnet sich dadurch aus, dass sie von einem ständigen Wandel der Anforderungen für Arbeits- und Beschäftigungsmärkte beeinflusst wird. Von ihnen wird erwartet, dass sie neben einem breiten berufsfachlichen Spektrum auch die zugehörige berufsfachliche Tiefe besitzen, und Veränderungen in die Unterrichtspraxis einzubeziehen (vgl. Frommberger/Lange 2020, 521). Bauer und Grollmann sprechen von einem doppelten Theorie-Praxis-Problem, da sich Berufsschullehrende in einem Raum zwischen Fachtheorie sowie zwischen Schulpraxis und Arbeits- und Berufspraxis befinden (vgl.

Bauer/Grollman 2018, 356). Die berufspädagogische Praxis ist also schon immer von einem stetigen Wandel und wechselnden Einflüssen betroffen. Die zunehmend schnellere und tiefergreifende digitale Transformation verstärkt den Anpassungsdruck der beruflichen Aus- und Weiterbildung jedoch weiter (vgl. Seufert 2018; Kultusministerkonferenz [KMK] 2017). Veränderungen in der Berufs- und Arbeitswelt und die Verzahnung von Theorie und Praxis waren bereits 1996 Gründe für die Einführung des Lernfeldkonzepts (vgl. KMK 2018, 11), welches seitdem als das leitende Prinzip der Kompetenzorientierung im schulischen Teil der dualen Ausbildung gilt (vgl. Dilger/Sloan 2012, 32). Entwicklungs- und Innovationsdynamiken der Arbeitswelt sollen so Berücksichtigung in den Curricula finden. Die konkreten Lehr-Lehrarrangements werden von den Lehrpersonen gestaltet und sollen die sich in vielen Berufen schnell wandelnden Arbeitsinhalte in ihren Unterrichtsalltag integrieren (vgl. KMK 2017, 6). Das didaktische Leitmodell soll dabei das Prinzip der vollständigen Lernhandlung sein - aktives und selbstverantwortliches Lernen steht im Vordergrund (vgl. KMK, 2017, 5). Im Rahmen dieses Beitrags stellt sich die Frage, inwiefern Künstlich Intelligenz bereits über Projektarbeiten oder Unterrichtseinheiten in den schulinternen curricular verankert ist bzw. Lehrkräfte eigenständig Projekte realisieren. Zusätzlich besteht die Aufgabe von Berufsschullehrenden auch in der Vorbereitung zur „Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung“ (vgl. KMK 2018, 14).

Neben dem Effekt der digitalen Transformation über die Veränderungen von Arbeitswelten und Kompetenzen, trifft der technologische Wandel die berufsbildenden Schulen direkt auf der Steuerungsebene im Zusammenhang mit Schlagworten wie *eGovernment* bzw. *smart government* und auf der Umsetzungsebene im Zusammenhang mit z.B. adaptiven Lernsystemen und Learning Analytics (vgl. Seufert 2018; Euler/Wilbers 2020). Die Qualifizierung von Lehrkräften für den professionellen und didaktisch sinnvollen Einsatz digitaler Medien, sowie die Reflexion dieses, werden bereits seit Jahren als wichtig erachtet und wird für den Einsatz von KI-basierten Anwendungen noch mehr an Bedeutung gewinnen (u.a. KMK 2016).

Ein konkretes Anforderungsprofil im Sinne eines „Berufsbildes“ gibt es für Berufsschullehrende trotz, oder gerade wegen der zahlreichen Anforderungen, nicht (vgl. Bauer/Grollman 2018, 353). Es wird aber deutlich, dass Berufsschullehrende allgemein und gerade durch die digitale Transformation mit zahlreichen Herausforderungen umgehen müssen und ein sehr breites Anforderungsprofil besitzen. Dabei zeichnen sich berufsbildende Schulen außerdem noch durch die hohe Heterogenität (z.B. diverse Schulabschlüsse bzw. keinen Schulabschluss oder eine breitere Altersstruktur) der Schüler*innenschaft aus, welche von den Lehrkräften ebenfalls berücksichtigt werden muss. Berufsschullehrende agieren in diesem komplexen Raum vor allem selbst gesteuert und selbst reguliert (vgl. Bauer/Grollman 2018). So ist laut Frommberger und Lange die Frage der Aus- und Weiterbildung von Berufspädagogen von höchster Bedeutung, um die Qualität der beruflichen Bildung weiterhin sicherzustellen (vgl. Frommberger/ Lange 2020, 519). Es können drei Phasen der Lehrer*innenbildung unterschieden werden, wobei die erste und zweite Phase die Ausbildung, also das Lehramtsstudium an einer Universität oder Hochschule und das Referendariat, umfasst. Das berufsbildende Schulwesen, welches bisher im Fokus des Beitrags stand, bildet nur ein Tätigkeitsfeld von Berufs- und Wirtschaftspädagogischen Studiengängen. Die dritte Phase berücksichtigt die berufliche Fort- und Weiterbildung. Insgesamt kann die Lehrer*innenbildung als ein berufsbiographischer

Entwicklungs- und Professionalisierungsprozess verstanden werden (vgl. Frommberger/Lange 2020, 523). Die angestrebte berufspädagogische Professionalität zeichnet sich durch eine reflektiere Routine begründeter Entscheidungen und Handlungen aus (vgl. Bauer/Grollmann 2018). Von dem (angehenden) pädagogischen Personal wird laut KMK (2014) verlangt, dass sie Fachleute für das Lehren und Lernen sind. Zum anderen haben sie eine Erziehungsaufgabe sowie eine Beratungs- und Beurteilungsaufgabe. Des Weiteren sollen sie ihre Kompetenzen ständig weiterentwickeln und sich an der Schulentwicklung beteiligen. Wie gut das pädagogische Personal für die Aufgaben ausgebildet ist, bestimmt maßgeblich die Qualität der Beruflichen Bildung (vgl. Frommberger/Lange 2020).

Die Aufgaben von Berufsschulen bzw. den Lehrenden dort, als auch die Einflüsse auf diese Arbeit, stellen sich als ein komplexes Netz dar (Gössling et al 2019). Im Fokus dieses Beitrags steht zunächst die Untersuchung der Einflussdimensionen bzw. deren Effekte auf die berufsschulische Praxis im KI-Kontext. Die gewonnen Ergebnisse werden genutzt, um veränderte Aufgaben von Berufsschullehrenden zu identifizieren bzw. erste Handlungsideen für die Qualifizierung des angehenden pädagogischen Personals abzuleiten. Die bisherigen Ausführungen lassen sich in folgende untersuchungsleitende Hypothesen zusammenfassen:

Die schulische Berufsbildung wird durch einen Wandel der Arbeitswelt inklusive der notwendigen Kompetenzen für Fachkräfte beeinflusst (H1). Durch neue informationstechnische Soft- und Hardwaresysteme beeinflusst die digitale Transformation die (schulische) Berufsbildung direkt auf der Steuerungs- und Umsetzungsebene (H2). Wie mit diesen Einflüssen umgegangen wird, ist durch die Qualifizierung des pädagogischen Personals bestimmt (H3). Diese Einfluss-Dimensionen werden genutzt, um die berufsschulische Praxis im Kontext der digitalen Transformation aus einer politisch-strategischen und einer berufsschulpraktischen Perspektive zu untersuchen.

4 Methodische Vorgehen und empirische Ergebnisse

4.1 Forschungsdesign

Das Forschungsdesign dieses Beitrags ist als ein deskriptives Survey-Modell (Querschnittserhebung nicht-experimenteller Daten) mit einer Methodenkombination angelegt, welches „für die Erhebung und Analyse empirischer Informationen zur Beschreibung und Diagnose eines interessierenden sozialen Sachverhalts zu einem Zeitpunkt“ genutzt wird (Kromrey 2009, 98). Das primäre Ziel der deskriptiven Untersuchung in diesem Beitrag ist diagnostischer Natur, also das Erkunden sowie Sammeln von Informationen über das Verständnis und die Beurteilung von KI im Kontext der Berufsausbildung.

Es werde zwei Strategien zur empirischen Informationsgewinnung genutzt: eine vollstandardisierte, schriftliche Online-Befragung von Berufsschullehrenden (quantitativ) und die Inhaltsanalyse politischer Strategiepapiere (qualitativ). Die Datenerhebung durch eine Befragung, welche den Kern des Forschungsdesigns darstellt, wird verwendet, um die soziale Realität an Berufsschulen zu untersuchen (vgl. Kromrey 2009, 308). Die Inhaltsanalyse dient dazu, die strategisch-politischen Perspektiven der einzelnen Bundesländer, welche die Bildungshoheit

besitzen, zu analysieren. Da sich die Methoden auf jeweils verschiedene Gegenstandsbereiche beziehen, können sich die Ergebnisse nicht entsprechen oder widersprechen, sondern ergänzen sich im besten Fall gegenseitig, um ein umfassenderes Bild des Forschungsgegenstandes zu gewinnen (vgl. Kelle 2014, 157).

4.2 Fallauswahl, Datenerhebungsverfahren und -instrumente

4.2.1 Informationsgewinnung via Umfrage

Die Beobachtungseinheit auf Mikroebene sind Berufsschullehrende im Land Bremen und Niedersachsen[2]. Die Fallauswahl erfolgte über das Suchportal des Niedersächsischen Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung[3]. Das Ziel der Umfrage war es, ein erstes Stimmungsbild aufzunehmen und erhebt daher keinen Anspruch auf Repräsentativität. Als Messinstrument wurde ein standardisierter Fragebogen gewählt. Es handelt sich dabei um *indirektes Messen durch den/die Befragte*n*, wobei die Antworten als Selbstauskünfte über die eigene Person bzw. des Sachverhalts (hier: KI in der Berufsschulpraxis) und als Beurteilung des Sachverhalts gewertet werden (vgl. Kromrey 2009, 238). Ein Vorteil besteht darin, dass keine Interviewer*innen als messende Personen eingesetzt werden müssen, wie z.B. bei telefonischen Befragungen. Dadurch fallen Interviewer*innen-Effekte weg und Effekte sozialer Erwünschtheit können minimiert werden. Die Datenerhebung via Online-Umfragen wurde gewählt, damit die Berufsschullehrenden den Fragebogen zeitlich und räumlich unabhängig bearbeiten können (vgl. Wagner/Hering 2014). Die Auswertung der Daten erfolgt zum einen per deskriptiver Statistik als auch durch eine qualitative Inhaltsanalyse, um die offenen Antworten auszuwerten.

4.2.2 Informationsgewinnung via Inhaltsanalyse

Das Ziel dieser zweiten Ebene der Informationsgewinnung ist es, einen systematischen Überblick darüber zu bekommen, welche Zusammenhänge zwischen KI und Berufsausbildung aus einer politisch-strategischen Makroperspektive bestehen. KI wird, wie in Kapitel zwei bereits dargelegt, nicht separat, sondern als Teil der digitalen Transformation verstanden. Als Datengrundlage dienen daher die politischen Digitalisierungsstrategien der 16 deutschen Bundesländer. Diese Strategien flankieren die nationale KI-Strategie und beziehen sich nicht ausschließlich auf KI, sondern Digitalisierung allgemein. Per Zufallsstichprobe wurden acht Bundesländer ausgewählt. Der Datenzugang und die Datenauswahl erfolgt über die offizielle Website der deutschen Bundesregierung, welche die nationale KI-Strategie sowie die flankierenden Strategiepapiere der Bundesländer auflisten (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung o.D.). Die qualitative Inhaltsanalyse (QIA) nach Mayring (2010) wird als Auswertungsmethode genutzt. In diesem Beitrag wird das Verfahren der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse angewandt. Das Ziel ist es, konkrete Aspekte aus den Dokumenten herauszufil-

[2] Die Umfrage fand im Rahmen des Erasmus+ Projekts *Tacle AI – Improving skills and competences of VET teachers and trainers in the age of AI* statt. Projektlauftzeit: 10/2019 bis 12/2021.

[3] https://www.nibis.de/schulen_590. Bei der Suche wurde das Kriterium *Berufsbildende Schule* ausgewählt, sowie die Berufsbereiche *Elektrotechnik*, *Fahrzeugtechnik*, *Technik* und *Metalltechnik*. Diese Selektion basiert auf der Annahme, dass in den technisch-gewerblichen Berufen mit den deutlichsten Veränderungen gerechnet wird bzw. in der Industriepraxis bereits angekommen sind. Insgesamt wurden durch diese Suchkriterien 117 Berufsbildende Schule in Niedersachsen und Bremen identifiziert. Davon wurden 25 Prozent, also 29 Schulen im Rahmen der Umfrage kontaktiert.

tern (vgl. Mayring 2010, 65). Dabei wird vor der Analyse (deduktiv) ein Kategoriensystem entwickelt, welches an den Text herangetragen wird (vgl. Mayring/Fenzl 2014, 548). Die strukturierte Inhaltsanalyse wurde in Form der inhaltlichen Strukturierung durchgeführt, welche das Extrahieren und Zusammenfassen bestimmter Inhaltsbereiche umfasst (vgl. Mayring 2010, 66).

4.3 Operationalisierung und Entwicklung von Messinstrumenten

4.3.1 Umfrage

Im Folgenden werden die Dimension des zu Grunde liegenden Modells, sowie die darin postulierten Zusammenhänge in Fragen übersetzt (vgl. Kromrey 2009, 347). Da es sich bei der Forschungsfrage um keine direkte, sondern eine abstrakte sozialwissenschaftlich-theoretische Fragestellung handelt, muss diese Übersetzung mehrstufig erfolgen (vgl. Kromrey 2009, 349). Der erste Schritt umfasst das Finden und Begründen von *Indikatoren*, welche Informationen über den zu untersuchenden Sachverhalt umfassen. Für diese Indikatoren sind dann Erhebungsfragen, welche in einem Fragebogen gesammelt werden, zu entwickeln (ebd.). Die Dimensionen und Indikatoren wurden bereits in Kapitel zwei und drei herausgearbeitet und werden in den folgenden Tabellen systematisch mit den entwickelten *Fragebogenitems* dargestellt.

Die *Dimension Wandel der Arbeitswelt* umfasst zum einen Veränderungen der sozio-ökonomischen Arbeitsmarktsituation allgemein und zum anderen Veränderungen von (Ausbildungs-) berufen, also gewandelten Tätigkeitsspektren (Tabelle 1).

Tabelle 1: Dimension - Wandel der Arbeitswelt

Indikator	***Fragebogenitem***
Veränderung von Berufen (Tätigkeitsspektrum)	Um attraktiv für den Arbeitsmarkt zu sein, müssen junge Menschen mit Handlungswissen über KI ausgestattet sein. (Item)
	Wie schätzen Sie die Wahrscheinlichkeit ein, dass KI die Berufe für die Sie persönlich ausbilden, beeinflusst? (GF)
	Welchen Einfluss wird Ihrer Meinung nach KI auf die Berufe haben, für die Sie persönlich ausbilden? (OF)
Veränderte Arbeitsmarktsituation	Wird es im Jahr 2030 in Deutschland KI-bedingt zu einer Veränderung von Arbeitsplätzen gekommen sein? (GF)
	Welche Entwicklung erwarten Sie? (GF)
	Wenn KI körperlich anstrengende Aufgaben in manchen Berufen übernimmt, gewinnen diese an Attraktivität. (Item)
	Künstliche Intelligenz ist gut für die Gesellschaft, weil sie Menschen hilft, ihre Arbeit zu verrichten oder ihre alltäglichen Aufgaben zu Hause zu erledigen. (Item)
	Künstliche Intelligenz ist notwendig, da dadurch Arbeiten erledigt werden können, die für Menschen zu schwer oder zu gefährlich sind. (Item)
Anmerkung: OF: Offene Frage; GF: Geschlossene Frage; Item: Aussage in einer Itembatterie	

Ziel dieses Beitrags ist es vor allem zu ermitteln, welche Rolle KI aktuell an Berufsschulen einnimmt. Zum einen wird davon ausgegangen, dass Berufsschullehrende KI über Unterrichtseinheiten/ Projekte in die Unterrichtspraxis einbeziehen könnten. Zum anderen liegt dem Forschungsdesign die Annahme zu Grunde, dass KI auch direkt, nämlich als Tool, zum Lehren und Lernen Berücksichtigung im Berufsschulalltag erfahren kann. Da davon ausgegangen wurde, dass die Lehrenyden zum Teil recht unterschiedliche Erfahrungen mit dem prakti-

schen Einsatz KI-basierter Anwendungen oder Durchführung von KI-Projekten haben, wurden Filterfragen in den Gesamtfragebogen integriert. Durch anschließende Folgefragen konnten dann einzelne Aspekte abhängig von der vorherabgegebenen Antwort genauer erfragt werden (vgl. Kromrey 2009, 359).

Tabelle 2: Dimension – Einflüsse auf die Berufsschulpraxis

Indikator	***Fragebogenitem***
KI als Arbeitsinstrument	Halten Sie es für sinnvoll Lehrpläne in der beruflichen Bildung zu modernisieren, um auf die neuen technologischen Veränderungen in der Arbeits- und Berufswelt zu reagieren? (GF)
	Haben Sie konkrete Ideen, wie Lehrpläne zeitnah modernisiert werden können, um auf die Einführung von KI zu reagieren? (Folgefrage) (OF)
	Warum halten sie die Anpassung von Lehrplänen an KI-Themen nicht oder eher nicht für sinnvoll? (Folgefrage) (OF)
	Haben Sie oder Ihre Institution Projekte (z.B. mit Schüler*innen, unter Lehrer*innen, mit Unternehmen), die sich mit KI auseinandersetzen? (GF)
	Sind Sie an dem Projekt beteiligt? (GF)
	Können Sie uns mehr über das Projekt berichten? (Folgefrage) (OF)
	Für wie sinnvoll halten Sie zukünftige Projekte, die sich gezielt mit KI auseinandersetzen, an der Berufsschule zu initiieren? (Folgefrage) (GF)
KI als Lehr- und Lerninstrument	Nutzen Sie Lern- oder Lehranwendungen, die auf KI basieren? (GF)
	Können Sie sich vorstellen zukünftig KI-basierte Lern- und Lehranwendungen im Unterricht einzusetzen? (Folgefrage) (GF)
	Wie bedeutend werden die folgenden KI Technologien in den kommenden drei Jahren als Lernanwendung in der Berufsschule sein? (GF)
	Künstliche Intelligenz wird in Zukunft immer mehr menschliche Lehrende, Trainer*innen oder Ausbilder*innen ersetzen bzw. ablösen. (Item)
	Künstliche Intelligenz wird das Lehren und Lernen grundsätzlich verändern. (Item)
	Automatische, KI-basierte Prüfungen werden sich als Methode zur Überprüfung des Lernerfolgs in der Berufsschule etablieren. (Item)
Anmerkung: OF: Offene Frage; GF: Geschlossene Frage; Item: Aussage in einer Itembatterie	

Die letzte Dimension umfasst die *Qualifizierung des pädagogischen Personals.* Die Berufsschullehrenden werden als Expert*innen der Bildungspraxis dazu befragt, welche Kompetenzen zukünftig an Bedeutung gewinnen werden. Als Grundlage für die Antworten diente das DigCompEdu Framework, welches sechs Bereiche für digital kompetente Lehrende entwickelt hat (Redecker/Punie 2017). Gleichzeitig wird die Bereitschaft der Berufsschullehrenden erfragt, sich selbst zu dem Thema KI fortzubilden, sodass auch die dritte Phase der Lehrer*innenbildung Berücksichtigung findet.

Tabelle 3: Dimension – Qualifizierung des pädagogischen Personals

Indikator	***Fragebogenitem***
Digitale Kompetenzen	Was meinen Sie, welche der sechs Kompetenzbereiche werden zukünftig für Lehrer*innen an Bedeutung gewinnen? (GF)
Eigene Bereitschaft	Würden Sie an einem online Kurs unter dem Motto „Berufsschullehrer*innen fit für KI“ teilnehmen? (GF)
	Aus welchen Gründen würden Sie nicht an einer online Schulung teilnehmen? (HF)
	Welche Inhalte würden Sie besonders interessieren? (HF)
Anmerkung: OF: Offene Frage; GF: Geschlossene Frage; HF: Halboffene Frage	

4.3.2 Inhaltsanalyse

Die Variablenkonstruktion erfolgt bei der Inhaltsanalyse über das Formulieren von Oberkategorien. Die Dimensionen *Einflüsse auf die Berufsschulpraxis* und *Qualifizierung des pädagogischen Personals* bilden die zentralen Oberkategorien[4]. Die Oberkategorien können in weitere Unterkategorien differenziert werden, welche an die Indikatoren und Fragen der Umfrage angelehnt sind. Das auf Grundlage des Kategoriensystems extrahierte Material wird zunächst pro Unterkategorie und dann erst pro Hauptkategorie zusammengefasst (vgl. Mayring 2010, 98). Der Fokus der Ergebnispräsentation wird auf der Qualifizierung des pädagogischen Personals liegen.

4.4 Darstellung der zentralen Ergebnisse

4.4.1 Umfrageerbnisse

An der Online Umfrage haben 48 Berufsschullehrer*innen der Metall- und Elektroberufe im Alter von 30 bis 63 Jahren teilgenommen. Das durchschnittliche Alter der Befragten liegt bei 50 Jahren, die Mehrheit der Befragten war männlich (rund 84 %). Von den befragten Lehrkräften ist der überwiegende Teil bereits seit elf bis 20 Jahren als Berufschullehrer*in tätig. Die Mehrheit der Befragten (80 %) schätzt KI auf einer allgemeinen Ebene positiv ein. Das positive Bild von KI ist über die Altersgrenzen, das Geschlecht und die Berufserfahrung hinweg konstant. Die weiteren Ergebnisse werden im Folgenden entlang der dargestellten Dimensionen, beginnend mit dem Wandel der Arbeitswelt, präsentiert.

Zwei Drittel der Befragten gehen davon aus, dass KI Arbeiten übernehmen kann, die für Menschen schwer oder gefährlich sind. Die mögliche Entlastung von körperlich anstrengenden Tätigkeiten wird mit der Hoffnung verknüpft, dass dadurch der Mensch andere anspruchsvollere Tätigkeiten übernehmen kann und es so zu einer Aufwertung der Arbeit kommt. Diese positive Grundeinstellung spiegelt sich auch in der hohen Zustimmung (62,5%) zu folgender Aussage wider: „Künstliche Intelligenz ist gut für die Gesellschaft, weil sie Menschen hilft, ihre Arbeit zu verrichten oder ihre alltäglichen Aufgaben zu Hause zu erledigen“. 71 Prozent der Lehrenden gehen davon aus, dass es bis 2030 weder zu einem Abbau noch zu einem Zugewinn von Arbeitsplätzen kommen wird, sondern die Zahl der Arbeitsplätze relativ gleichbleibt. Es wird stattdessen veränderte Aufgaben innerhalb von Berufen geben, so die Einschätzung der Lehrenden. Gleichzeit sehen die Berufsschullehrenden, dass Handlungswissen über KI für junge Menschen notwendig ist, um attraktiv für den Arbeitsmarkt zu sein. Drei Viertel rechnen damit, dass KI einen Einfluss auf die Berufe für die sie ausbilden haben wird.

Die zweite Dimension *Berufsschulpraxis* umfasst die Auswirkungen, die der Wandel der Arbeitswelt auf die Berufliche Bildung hat. Rund 70 Prozent (n=32) halten es für sinnvoll Lehrpläne zu modernisieren, um auf neue technologische Veränderungen in der Arbeits- und Berufswelt zu reagieren. Ideen für die Modernisierung lassen sich in drei induktiv gebildete

[4] Die Dimension *Wandel der Arbeitswelt* wurde nicht berücksichtigt. Zum einen wird davon ausgegangen, dass der Wandel der Arbeitswelt eine Grundvoraussetzung für die Entstehung der Digitalisierungsstrategien ist. Zum anderen steht das pädagogische Personal im Fokus der Untersuchung, sodass vor allem die Qualifizierungs- und Praxisdimension für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind.

Kategorien einordnen: (1) Lehrplaninhalte, (2) Rahmenbedingungen und (3) beteiligte Akteure. (1) Neben allgemeinen Informationen, was KI ist und welche Anwendungsbereiche es gibt, schlägt ein Lehrer vor Deep learning als Wahlpflichtfach anzubieten. Außerdem wird anregt KI als Querschnittsthema zu behandeln und vor allem soziale und ethische Fragen zu diskutieren. (2) Damit eine Integration des Themenkomplexes in den Lehrplan erfolgen kann, plädieren die Befragten für Lehrerkräftefortbildungen. Des Weiteren sollten den Lehrenden Projektvorlagen an die Hand gegeben werden. (3) Als (Kooperations-) Akteure sollen vor allem Betriebe stärker involviert werden, um Änderungen aus der betrieblichen Praxis zeitnah in die Berufsschule einfließen zu lassen.

Die Dimension *Berufsschulpraxis* umfasst unter anderem die Frage nach bestehenden KI-Projekten. Rund ein Drittel der Befragten (n=15) gibt an, dass ein KI-Projekt an ihrer Schule existiert oder in Planung ist. Von den identifizierten Projekten finden 60 Prozent in Kooperation mit externen Partnern statt (hier vorwiegend mit Industrieunternehmen). Lediglich ein Projekt zum Thema kollaborative Robotik erfolgt in Kooperation mit einer Hochschule. Die Befragten wurden anschließend gebeten, mehr von den Projekten zu berichten. Dabei ist auffällig, dass das inhaltliche Spektrum der Projekte breit gefächert ist. Folgende Themenfelder wurden in den offenen Antworten identifiziert: autonomes Fahren, *smart factory*, Programmierung von KI-Systemen, Erstellung und Umsetzung von KI-Algorithmen für eine Produktionsanlage sowie kollaborative Robotik. In einem weiteren Projekt wird das Thema *Deep Reinforcement Learning* [5] behandelt. An dem Deep Reinforcement Learning-Projekt haben Auszubildende zur/ zum „Informationstechnischen Assistentin/ Informationstechnischer Assistent“ im zweiten Ausbildungsjahr teilgenommen. Aufgabe der Auszubildenden war es, einen autonom handelnden Agenten in ein Computerspiel zu implementieren. Die Lerninhalte bestanden insbesondere in dem Wissenserwerb zu KI und dem Funktionieren neuronaler Netze.

Die Mehrheit der Lehrenden (n=25), die bisher an keinem KI-Projekt beteiligt sind oder von keinem stattfindenden Projekt an der Schule wissen, halten die Initiierung von KI-Projekten jedoch zukünftig für sinnvoll und notwendig.

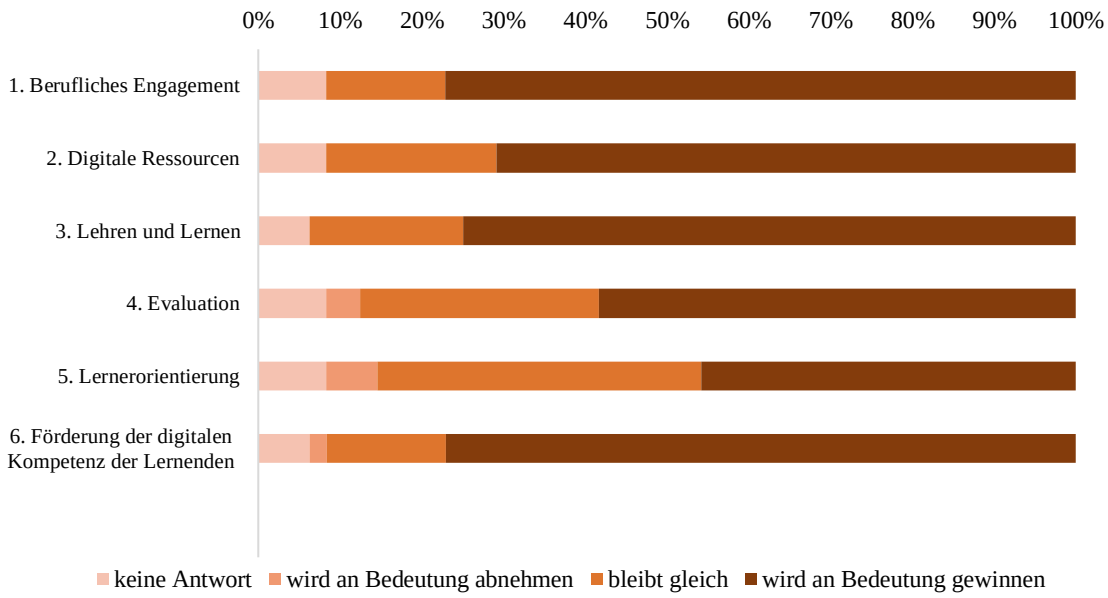
Neben der Frage nach Projekten mit KI-Anwendung wurden die Lehrkräfte zu ihrer Einschätzung zum Einsatz von KI-Technologien in ihrer Unterrichtspraxis befragt. Ein Drittel der Befragten hält den Einsatz von KI-Technologien im Unterricht prinzipiell für hilfreich. Ein Viertel gab sogar an, dass sie bereits Lern- oder Lehranwendungen, die auf KI basieren, nutzen. 90 Prozent der Personen, die bisher keine KI-Anwendungen zum Lernen und/oder Lehren benutzen, können sich dies aber grundsätzlich vorstellen. Die Lehrenden wurden des Weiteren gefragt, wie sie die zukünftige Bedeutsamkeit von folgenden KI-Technologien in den kommenden drei Jahren als Lernanwendung in der Berufsschule einschätzen: Learning Analytics, KI-basierte Prüfungssysteme, Machine Learning-Tools und Apps, Adaptive Learning, intelligente und sprachgestützte Assistenten und humanoide Roboter. Diese Auswahl der Lernanwendungen orientiert sich am mmb-Trendmonitor (2020), in dessen Mittelpunkt der Befragung das Thema „Künstliche Intelligenz und Lernen“ stand. Um seitens der befragten Lehrkräfte ein

[5] Als ein Teilaspekt des Maschinellen Lernens beschreibt Deep Reinforcement Learning einen Prozess, bei dem ein lernendes System selbständig Entscheidungen trifft, auf deren Basis es anschließend handelt. Dabei werden künstliche neuronale Netze als Modelle verwendet, die man beispielsweise erfolgreich in Spielen eingesetzt hat (z.B. Go, Poker, Atari).

relativ einheitliches Verständnis über die verschiedenen Lernanwendungen zu gewährleisten, wurden diese um kurze Erläuterungen ergänzt. Die Befragungsergebnisse zeigen eine hohe Übereinstimmung mit der Expertenbefragung. Auch die Lehrkräfte erwarten mehrheitlich (rd. 70%) eine Bedeutungssteigerung des adaptiven Lernens und von Machine Learning-Tools. Allerdings geht auch jede vierte Lehrperson davon aus, dass diese Anwendungen zukünftig in der dualen Ausbildung keine große Rolle spielen werden. Während die Aussage, dass KI das Lehren und Lernen grundsätzlich verändern wird, bei mehr als zwei Dritteln der Lehrkräfte auf Zustimmung stößt, differieren die Einschätzungen hinsichtlich möglicher Anwendungen wie beispielsweise dem zukünftigen Einsatz von KI-basierten Prüfungssystemen. Dass sich KI-basierte Prüfungen als Methode zur Überprüfung des Lernerfolgs in der Berufsschule etablieren werden, wird von gut der Hälfte der befragten Lehrkräfte verneint (54%). Stellvertretend hierzu eine Aussage eines Berufsschullehrers: *„Die KI wird nicht die Lehrkraft ersetzen können, wegen der Empathiefähigkeit, sowie der sozialen Kompetenzen von Lehrkräften. Sie darf lediglich als Unterstützung gesehen werden. (…) ansonsten geht die Menschlichkeit sowie die soziale Integrität verloren.“*

Veränderte Arbeitsanforderungen betreffen nicht nur die Auszubildenden, sondern auch die Lehrkräfte. Die Dimension Qualifizierung des pädagogischen Personals widmet sich diesem Komplex. Auf die Frage, ob die befragten Personen an einem Online-Kurs zum Thema „Berufsschullehrer*innen fit für KI“ teilnehmen würden, antwortete eine deutliche Mehrheit (80%) mit ja. Als Argument gegen eine Teilnahme wurden fehlende zeitliche Ressourcen genannt. Die Top drei der Schulungsthemen, die aus der Perspektive der Lehrkräfte auf großes Interesse stoßen, sind: „KI-Tools für die Unterrichtspraxis“, „KI Pilotprojekte in anderen berufsbildenden Schulen“ sowie „Praxisbeispiele aus der Industrie“.

Basierend auf dem DigCompEdu Rahmenwerk wurden die Berufsschullehrer*innen aus Niedersachsen und Bremen nach den Kompetenzanforderungen für Lehrende im Kontext von KI befragt (vgl. Abbildung 1). Nach Einschätzungen der befragten Lehrenden werden insgesamt alle Kompetenzbereiche an Bedeutung gewinnen, wenn KI-basierte Technologien Einzug in den Berufsschulalltag findet.



Anmerkungen. N = 48; Beschreibung der Kompetenzbereiche (entspricht den Fragebogenitems): 1. Nutzung digitaler Technologien für Kommunikation und Zusammenarbeit mit z.B. anderen Schulen oder Eltern; 2. Beschaffung, Erstellung und gemeinsame Nutzung (z.B. schulintern) digitaler Ressourcen; 3. Verwaltung und Koordination des Einsatzes digitaler Technologien beim Lehren und Lernen; 4. Einsatz digitaler Technologien und Strategien zur Verbesserung der Bewertung von Schüler*innenleistungen (z.B. durch online Prüfungen); 5. Einsatz digitaler Technologien zur Verbesserung der sozialen Integration und der Personalisierung von Lernaufgaben; 6. Befähigung der Lernenden, digitale Technologien kreativ und verantwortungsbewusst für Information, Kommunikation und Problemlösung zu nutzen.

Abbildung 1: Zukünftige Kompetenzanforderungen

4.4.2 Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse

In den Strategien[6] wird insgesamt die Bedeutung von grundlegenden IT-Kenntnissen für alle Schüler*innen betont, um souverän in der digitalen Welt agieren zu können. In der niedersächsischen Strategie werden die Themen Additive Fertigung und Mensch-Roboter-Kollaboration als zukunftsrelevante fachliche Themen besonders hervorgehoben (vgl. Strategie 04). Gleichzeitig wird in allen Strategien betont, dass reflektiertes, kritisches, und selbstbestimmtes Denken und Handeln in allen Bildungseinrichtungen gefördert werden müssen. Die Anpassung von Lernumgebungen sei dafür von zentraler Bedeutung. In Baden-Württemberg werden Lernfabriken *Industrie 4.0* an Berufsschulen etabliert. Diese sollen das abstrakte Konzept von Industrie 4.0 für Nachwuchskräfte (be-)greifbar machen. Parallel werden mit den Lernfabriken „regionale Orte für die Demonstration von typischen Prozessen in der Produktion der Zukunft geschaffen, in denen auch Entscheider aus kleinen und mittleren Unternehmen Anregungen für eigene Wege zur Industrie 4.0 erhalten“ (vgl. Strategie 01). Berufsbildende Schulen werden auch in Niedersachsen als regionale Kompetenzzentren ausgebaut (vgl. Strategie 04). In NRW wird die landesweite Zusatzqualifikation „Digitale Fertigungsprozesse“ in Kooperation mit den überbetrieblichen Bildungsstätten der Industrie und des Handwerks (ÜBS) ausgeweitet (vgl. Strategie 05).

[6] Eine Übersicht der analysierten Landesstrategien befindet sich im Anhang.

Der Einsatz von Bildungstechnologien sowohl für die Unterrichtspraxis als auch für die Verwaltung und Organisation von Schulen spielt eine große Rolle in den bildungsbezogenen Handlungsfeldern der Digitalstrategien. Der konkrete Einsatz von KI-basierten Technologien unter Schlagworten wie *Learning Analytics* und *Adaptive Learning* findet dort keine Erwähnung. Stattdessen dominieren Aussagen über den Ausbau der Infrastruktur an Schulen.

Die Bedeutsamkeit der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften wird in allen Digitalisierungsstrategien herausgestellt. Dabei wird betont, dass es sowohl um den kompetenten Einsatz von Medien in die Unterrichtspraxis geht, aber auch um das Verständnis über die Technologien. Der Einsatz von Medien soll kritisch-reflexiv, didaktisch sinnvoll und fächerübergreifend erfolgen. Von den Lehrkräften wird nicht nur der grundlegende Umgang mit Medien erwartet, sondern, dass sie Medienexpert*innen in ihren fachlichen Zuständigkeiten sind und auch auf bis vor kurzem noch nicht für denkbar gehaltene technische Möglichkeiten zurückgreifen zu können (vgl. Strategie 01). In der Strategie von Sachsen-Anhalt wird hervorgehoben, dass die Aufgabe von Lehrenden nicht mehr in der Wissensvermittlung liegt, sondern vor allem in der Lernbegleitung (vgl. Strategie 07). Neben der neuen Rolle im Lehr-Lernprozess bekommen Lehrende auch vermehrt organisatorische Aufgaben. NRW und Hessen stellen beispielsweise heraus, dass digital kompetente Lehrende als Multiplikatoren bzw. Medienkoordinator*innen an den eigenen Schulen Prozesse steuern und Medienkonzepte entwickeln sollen (vgl. Strategie 03 und 05). Schleswig-Holstein geht dabei noch einen Schritt weiter und spricht von „digitalen Knotenpunkten“, welche physische Orte sein sollen, die die Digitalisierung/ neue Technologien für die Bevölkerung erfahrbar machen. Berufsschulen mit einem Schwerpunkt in Informatik und Technik könnten als Knotenpunkte fungieren und zur Beantwortung von Anwendungsfragen digitaler Medien und der Vermittlung von Medienkompetenzen bereitstehen (vgl. Strategie 08). In den Strategien werden auch Gestaltungsansätze für die Lehrer*innenbildung postuliert. Für die erste Phase der Lehrer*innenbildung an Hochschulen und Universitäten wird in der baden-württembergischen Strategie angeregt, dass Wettbewerbe ausgeschrieben werden, welch die besten Ideen der Hochschulen zur Medienbildung und Digitalisierung prämiert. Dadurch sollen Anreize geschaffen werden, neue innovative curriculare Strukturen, Formate, Lerninhalte und -angebote zu entwickeln (vgl. Strategie 01). Die zweite Phase der Lehrer*innenbildung soll verbessert werden, indem Studienseminare mit neuen Technologien ausgestattet werden, damit eine praxisnahe Wissensvermittlung stattfinden kann. In der schleswig-holsteinischen Strategie ist in diesem Kontext von Medienwerkstätten als Lernumgebung zur Erprobung digitaler Medien die Rede (vgl. Strategie 08). In Sachsen-Anhalt werden „mediendidaktische Tage“ zu didaktischen Einsatzmöglichkeiten digitaler Technologien in der Schule verbindlich (vgl. Strategie 07). Die Fortbildung der Lehrkräfte (3. Phase) erfährt am meisten Aufmerksamkeit in den Strategien. In Niedersachsen sollen sechs Medienpädagog*innen der Niedersächsischen Landesmedienanstalt (NLM) von sechs Standorten aus Schulen und Bildungseinrichtungen mit medienpraktischen Fortbildungen versorgen. Ziel ist, dass die Medienpädagog*innen direkt an die Schulen und Einrichtungen kommen, mobile Technik mitbringen und vor Ort die Lehrkräfte und pädagogischen Fachkräfte qualifizieren und sie bei ersten Medienprojekten begleiten (vgl. Strategie 04). In Sachsen-Anhalt mussten schulspezifische Fortbildungspläne entwickelt werden, welche Lehrkräfte verpflichten an Fortbildungen (Umfang 24 Stunden) teilzunehmen (vgl. Strategie 07). Fortbildungsmodule zum Ein-

satz digitaler Technologien in der Schule sollen zu folgenden Themen angeboten werden: grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten zu schulrelevanten IT-Anwendungen; fachübergreifende Medienkompetenzen und fachdidaktischen Anwendungen und Szenarien. Als Fortbildungsformat wird das *Blended-Learning* in mehreren Strategien hervorgehoben (vgl. Strategie 01, 02, 08).

5 Diskussion der Ergebnisse in ihrer Konsequenz für (angehende) Lehrkräfte

Bildungswissenschaftliche Standards der Lehramts Studiengänge sollen sich an gesellschaftlichen und schulischen Entwicklungen orientieren (KMK 2014, 2). Im Folgenden wird daher diskutiert, welche Konsequenzen sich aus den bisherigen Erkenntnissen der Berufsschulpraxis und der politisch-gesellschaftlichen Perspektive für die von der KMK formulierten Kompetenzbereiche für angehende Lehrkräfte erkennen lassen (KMK 2014).

Der erste Kompetenzbereich bezieht sich auf das *Unterrichten* und umfasst u.a. das fach- und sachgerechte Planen und Durchführen von Unterricht unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lernvoraussetzungen und Entwicklungsprozesse (Kompetenz 1). Der Einsatz digitaler Technologien als Lern- und Lehrinstrument beeinflusst diesen Kompetenzbereich im KI-Kontext in besonderem Maße (vgl. Kapitel 2.2). Jedoch muss der pädagogische Mehrwert dieses Einsatzes, besonders wenn KI eingesetzt wird, viel intensiver und empirisch fundierter diskutiert werden. Derzeit existiert nur wenig Evidenz, ob der Einsatz von KI tatsächlich den Lernerfolg positiv beeinflusst (vgl. Zawacki-Richter et al. 2019). Außerdem sind ethische Fragen im KI-Kontext zu klären. Welche Daten werden genutzt, um KI-Systeme zu trainieren, wie wird mit Verzerrungen in Daten umgegangen und wer ist an der Entwicklung beteiligt? Diese Dimensionen sollten auch in Lehramtsstudiengängen thematisiert werden, damit angehende Lehrkräfte als pädagogische Expert*innen frühzeitig in der Diskussion beteiligt sind. Neben zahlreichen offenen Diskussionspunkten (vgl. Jahn et al. 2019), offenbart der Einsatz von KI im Bildungskontext das Potenzial, Bildung inklusiver gestalten zu können. In der Schweiz nimmt beispielsweise der Roboter Nao als Avatar stellvertretend für kranke Schüler*innen die Schulbank ein und ermöglicht so die Teilhabe am Unterrichtsgeschehen (vgl. Seufert 2018, 44). Die Auseinandersetzung und Erprobung mit solchen und weiteren Technologien und der pädagogische Einsatz dieser könnten bereits in Lehramtsstudiengängen aufgegriffen werden.
Ein weiteres Potenzial von KI-basierten Technologien für den Bereich *Unterrichten* ergibt sich für die Identifizierung individuellerer Entwicklungsmöglichkeiten. Durch den Einsatz von Learning-Analytics (als descriptive analytics) könnten Lehrkräfte effektiver Informationen über individuelle kognitive Lernvoraussetzungen, wie Vorwissen und den aktuellen Kenntnisstand, ermitteln. Die eingesparten Ressourcen können stattdessen für die Identifikation von emotionalen und motivationalen Lernvoraussetzungen, wie Leistungsängste oder Neugier und Interessen eingesetzt werden. Dieses Wissen ermöglicht wiederum eine zielgerichtetere Gestaltung von Lernsituationen, um Schüler*innen zum Lernen zu motivieren (Kompetenz 2). Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die Lehrenden grundsätzlich aufgeschlossen sind was den Einsatz von KI-basierten Anwendungen anbelangt und auch LA-Anwendungen eine wachsende Bedeutung zuschreiben. Die Nutzung von KI-basierten Anwendungen erfordert vor allem die

Fähigkeit generierte und präsentierte Daten zu interpretieren (vgl. Reffay/Chanier 2003). Damit die Bewertung von Daten nicht zu falschen Schlüssen führt, ist die *Kritische Evaluation* eine Schlüsselkompetenz im Zusammenhang mit Learning-Analytics-Anwendungen, die frühzeitig erlernt werden muss (vgl. Greller/Drachsler 2012, 52). Wenn KI-basierte Anwendungen in der Schule zum Einsatz kommen sollten, bedarf es also Lehrender, die die gesammelten Daten interpretieren und reflektieren können, um das Digitale mit dem Analogen zu verknüpfen. Denn erst durch Kommunikation werden aus Daten Informationen. Studium General Kurse für grundlegende Datenkenntnisse, wie es sie beispielsweise an der Universität Mannheim gibt (vgl. de Witt et al. 2020, 35) können eine universitätsübergreifende Möglichkeit sein, um *Data Literacy* zu fördern. Für Studierende der Berufs- und Wirtschaftspädagogik ist dieses Wissen relevant, da Daten die Grundlage für den Einsatz digitaler Technologien als Arbeits- und als Lerninstrument sind und dadurch ihre spätere berufliche Praxis beeinflussen. Zum anderen sind die angehenden Lehrkräfte selbst von der zunehmenden Datifizierung betroffen und benötigen *Data Literacy*, um als mündige Bürger*innen an gesellschaftlichen Diskussionen partizipieren zu können.

Veränderte Lernumgebungen, wie die Bereitstellung von Lernfabriken an Berufsschulen, bieten die Möglichkeit des praxisnahen Trainings auf Basis realer Industriestandards. Neben fachlichen Kenntnissen kann durch diese Lernsituationen das ganzheitliche, problemorientierte und selbstgesteuerte Lernen von Schüler*innen (Kompetenz 3) unterstützt werden. Der Einsatz solcher Lernumgebungen, setzt allerdings voraus, dass die Lehrkräfte sowohl auf den technischen als auch pädagogischen Umgang bereits in der Ausbildungsphase vorbereitet werden (Roll/Ifenthaler 2020). Die methodisch-konzeptionelle Vermittlung von Ausbildungsinhalten orientiert sich bei den Lernfabriken an einem deduktiven Ansatz (vom Allgemeinem zum Besonderen). Das heißt, dass anhand eines digitalen Gesamtsystems u.a. Systemzusammenhänge und Funktionsweisen exemplarisch gelehrt und gelernt werden können. Einzelne Teilsysteme und Arbeitsaufgaben können dann innerhalb von dem Gesamtsystem nachvollzogen werden und nicht anders rum (induktiver Ansatz) (vgl. Zinke 2019, 39). Für die angehenden Lehrkräfte bedeutet das zum einen, dass auch sie im Studium vermehrt Prozess- und Systemkompetenzen erlangen müssen, um digitale Gesamtsysteme auch über die eigene fachliche Domäne hinaus und damit im Wertschöpfungsprozess zu verstehen. Neben innovativen Lernfabriken, können auch Projekte, wie das in der Umfrage identifizierte Deep Learning Projekt, als Möglichkeiten gesehen werden, das selbstbestimmte Arbeiten und Lernen von Schüler*innen zu fördern und gleichzeitig neuste Technologien wie KI zu thematisieren. Die Umfrageergebnisse zeigen, dass die zukünftige Initiierung solcher Projekte von den Berufsschullehrenden mehrheitlich als sinnvoll angesehen wird. Lehrende werden dann eher zu Lernbegleitern und stehen für Rückfragen bereit. Das bedeutet für angehende Lehrkräfte auch, dass Projektmanagementkompetenzen an Bedeutung gewinnen werden.

Der Kompetenzbereich *Erziehen (Kompetenzen 4, 5 und 6)* gewinnt vor dem Hintergrund des Beitrags insgesamt an Bedeutung, da neben Fachkompetenzen vor allem soziale, personale und fachübergreifende Kompetenzen, wie Reflexionsfähigkeit, Kreativität und kritisches sowie selbstbestimmtes Handeln und Denken, zukünftig gefragt sein werden und in der Berufsschule vermittelt werden sollen. Gerade das Vermitteln von Werten und Normen (Kompetenz 5), aber auch das Diskutieren darüber gewinnt im Kontext von digitalen Technologien, wie Künstlicher

Intelligenz an Relevanz. Auch die Berufsschullehrenden betonen bei ihren Ideen für die Lehrplanmodernisierung, dass soziale und ethische Fragen verstärkt in den Schulen thematisiert werden müssen.

Lehrenden kommt auch eine *Beurteilungs- und Beratungsaufgabe* zu. Neben der Diagnose von Lernvoraussetzung und -prozessen für Beratungszwecke (Kompetenz 7), sollen die Lernprozesse und -leistungen auch beurteilt werden (Kompetenz 8). Beides kann durch den Einsatz von digitalen Lernplattformen und der Auswertung mittels Learning-Analytics unterstützt werden. Während einfache Aufgaben mit eindeutigen Antworten von automatisierten Programmen überprüft werden, hätten Lehrende die Möglichkeit komplexere Aufgaben zu korrigieren und detaillierteres Feedback zu geben. Das Zitat eines Lehrers macht ebenfalls deutlich, dass es lediglich um eine Unterstützung durch digitale Technologien gehen darf, nicht um das Ersetzen von Lehrer*innenaufgaben. Gerade bei der Assistenz scheint ein großes Potenzial zu liegen indem einfachere Aufgaben automatisiert werden und der Fokus mehr auf die nicht-technologischen Handlungsbereiche von Lehrenden gesetzt wird. Damit könnte auch dem immer breiteren Anforderungsprofil von Berufsschullehrer*innen begegnet werden und sie in Teilen entlasten.

Der Kompetenzbereich *Innovieren* umfasst u.a., dass Lehrende ihren Beruf als ein öffentliches Amt mit besonderer Verantwortung und Verpflichtung verstehen (Kompetenz 9). In der Analyse der Landesstrategien war auffällig, dass die Rolle der Berufsschulen im gesellschaftlichen System an Bedeutung zu gewinnen scheint, wenn sie z.B. wie in Schleswig-Holstein als digitale Knotenpunkte dienen sollen. Außerdem wird von den Lehrkräften verlangt, dass sie ihren Beruf als ständige Lernaufgabe verstehen und ihre Kompetenzen weiterentwickeln (Kompetenz 10). Die Umfrageergebnisse zeigen, dass die Bereitschaft der Lehrenden bezogen auf das Themenfeld KI durchaus besteht und sie auch bereit sind durch die Kooperation mit externen Partnern sich insgesamt an der Schul- und Unterrichtsentwicklung (Kompetenz 11) durch innovative Ansätze/ Projekte zu beteiligen. Für angehende Lehrkräfte scheint es daher auch sinnvoll, während der Ausbildungsphase Kontakt zur betrieblichen Praxis und externen Partnern zu bekommen, um Netzwerke aufzubauen, die im späteren Berufsleben die Initiierung von innovativen Kooperationsprojekten befördern können.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde die aktuelle und zukünftige Rolle von Künstlicher Intelligenz für die Berufsausbildung aus einer berufsschulpraktischen und einer politisch-strategischen Perspektive untersucht. Trotz ihrer geringen Reichweite weisen die Befragungsergebnisse darauf hin, dass die Lehrkräfte an den berufsbildenden Schulen sich insgesamt aufgeschlossen gegenüber KI und den damit verbundenen Anforderungen zeigen. Besonders als Arbeitsinstrument hat KI einen Einfluss auf Lerninhalte an den Berufsschulen. Vereinzelt wurden bereits konkrete KI-Projekte an Berufsschulen identifiziert. Dabei handelt es sich aber bisher vor allem um Pilotprojekte. Neben Fachkompetenzen (z.B. IT-Kenntnissen) sind es jedoch vor allem soziale, personale und fachübergreifende Kompetenzen, wie Reflexionsfähigkeit, Kreativität und kritisches sowie selbstbestimmtes Handeln und Denken, die zukünftig von Fachkräften gefragt sind.

Die Aufgabe der Berufsschulen reduziert sich aber nicht nur auf die Anpassung der Auszubilden auf die Arbeitswelt, vielmehr ist es auch die Aufgabe der Berufsschule über ein funktionales Bildungsverständnis hinausgehend, Digitalisierung als Gestaltungsaufgabe zu verstehen, die einhergeht mit einem kritisch-konstruktives Verständnis von Entwicklung und Einsatz digitaler Technik sowie der Reflexion sozialer, individueller und ökologischer Folgen (Büchter 2018, 36). Seufert, Guggemos und Moser (2019, Seufert 2018) plädieren in diesem Zusammenhang für ein digitales Ökosystem im Sinne eines offenen Lernsettings. Anspruch dieses virtuellen Arbeits- und Lernraums ist es, die differenten Einbettungs- und Handlungslogiken (Schule, Betrieb) in Relation zu setzen und dabei die Möglichkeiten KI-basierter Anwendungen (als Lehr- und Lerninstrument) zu nutzen. Dabei sollte zukünftig der Folgenbezug, also die Frage nach dem didaktischen Mehrwert (vgl. Euler 2018) von KI-basierten Anwendungen aber auch allen anderen digitalen Lehr- und Lerninstrumenten stärker im Fokus der Diskussion stehen und diese unter Bezugnahme auf lehr-lerntheoretische Ansätze geführt werden.

In einer explorativ angelegten Interviewstudie von Berufsschullehrenden kam heraus, dass diese die Anforderungen an die Lehrkräfte der Zukunft ähnlich denen der Mitarbeitenden der Zukunft einschätzen (vgl. Gössling et al. 2020, 555). Die Ergebnisse dieses Beitrags gehen damit einher. Ähnlich wie für zukünftige Fachkräfte, sollte daher eine pädagogische Konsequenz der digitalen Transformation sein, die nicht-technologischen Handlungsbereiche und Stärken der Lehrenden zu fördern (vgl. Euler 2018, 189). Die für die Qualifikation des pädagogischen Personals verantwortlichen Bildungsinstitutionen stehen aber ebenfalls in einem doppelten Spannungsverhältnis. Neben der Vorbereitung auf die berufsschulische Praxis, wirkt die Dimension KI als Lehr- und Lerninstrument (Kapitel 2.2) auch auf Universitäten und Hochschulen, welche Berufs- und Wirtschaftspädagogische Studiengänge anbieten (de Witt et al. 2020). Wie in der hochschulischen Bildung auf die Herausforderungen der digitalen Transformationen reagiert, beeinflusst den Professionalisierungsprozess der Lehrer*innenbildung maßgeblich. Ob die Schule oder die Universität bzw. der Hochschule, Bildungsinstitutionen verlieren den Wettlauf, wenn sie als Trainingslager auf sich immer schneller wandelnde Umwelten vorbereiten sollen. Stattdessen ist es daher wesentlich „die Methodik des komplexen Problemlösens in digitalen Lern- und Arbeitswelten einzuüben“ (vgl. Euler 2018, 187).

Literatur

Bauer W./Grollmann, P. (2018): Berufsbildungsforschung zur Professionalisierung von Berufsschullehrern. In: F. Rauner, F./Grollmann, P. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld. 353-362.

Büchter, K. (2018): Berufsschulen in der dualen Ausbildung und regionalen Wirtschaft: Gleichberechtigte Partnerschaft durch Reformen? Hans-Böckler-Stiftung. (Working paper Forschungsförderung; 59) Online: https://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_059_2018.pdf (22.05.2021).

Brynjolfsson, E./McAfee, A. (2014): The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. WW Norton & Company.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (o.D.): KI-Strategie Deutschland. Online: https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html (22.05.2021).

Dengler K./Matthes, B. (2019): Digitalisierung in Deutschland: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und die möglichen Folgen für die Beschäftigung. In: Dobischat, R./Käpplinger, B./ Molzberger, G./Münk, D. (Hrsg.): Bildung 2.1 für Arbeit 4.0? Wiesbaden, 49-62.

De Witt, C./Rampelt, F./Pinkwart, N (2020): Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper. Berlin.

Die Bundesregierung (2018): Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Online: https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf (20.05.2021)

Dilger, B./Sloan, P. (2012): Kompetenzorientierung in der Berufsschule. Handlungskompetenz in den Versionen der Handreichungen der KMK zur Entwicklung lernfeldorientierter Lehrpläne. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, (4). Online: https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/6911 (10.03.2021).

Eberl, U. (2018): Was ist Künstliche Intelligenz – was kann sie leisten? In: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ), 8-14.

Euler, D. (2018): Bildung in Zeiten der Digitalisierung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (2), 179-190.

Euler, D./Seufert, S./Wilbers, K. (2006). eLearning in der Berufsbildung. In: Arnold, R./Lipsmeier, A. (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. Wiesbaden. 432-450.

Euler, D./Wilbers, K. (2020): Berufsbildung in digitalen Lernumgebungen. In: Arnold, R. et al. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung, Wiesbaden, 427-438.

Frommberger, D./Lange, S. (2020). Professionalisierung des berufsschulischen bildungspersonals – Status Quo und Reformansätze. In: Arnold, R./Lipsmeier, A./Rohs M. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung. Wiesbaden. 519-532.

Gössling, B. et al. (2019): Berufsbildung 4.0 als didaktische Herausforderung. Zum Umgang von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen mit digitalisierten Arbeitswelten. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, (4), 546-566.

Howe, F. (2018): Historische Berufsfeldforschung. In: Rauner, F./Grollmann, P. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld. 156-160.

Kelle, U. (2014): Mixed Methods. In: Baur, N./Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden, 153-166.

Kromrey, H. (2009): Empirische Sozialforschung. Stuttgart.

Jahn, S./Kaste, S./März, A./Stühmeier, R. (2019): Denkimpuls digitale Bildung: Einsatz Künstlicher Intelligenz im Schulunterricht. Online: initiatived21.de/publikationen/denkimpulse-zur-digitalen-bildung (17.04.2021)

KMK (2014): Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019.

KMK (2016): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017.

KMK (2017): Berufliche Schulen 4.0. Weiterentwicklung von Innovationskraft und Integrationsleistung der beruflichen Schulen in Deutschland in der kommenden Dekade. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.12.2017

KMK (2018): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Berlin, 14. Dezember 2018

Lernende Systeme –Die Plattform für Künstliche Intelligenz (2020): Von Daten zu Wertschöpfung. Potenziale von daten- und KI-basierten Wertschöpfungsnetzwerken. Berlin.

Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim u. a.

Mayring, P./Fenzl, T. (2014): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N./Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Wiesbaden. 543-558.

mmb Institut (2020): KI@Ed noch nicht in der Fläche angekommen. Ergebnisse der 14. Trendstudie „mmb Learning Delphi“. Essen.

Pätzold, G. (2018): Berufsschulforschung. In: Rauner, F./Grollmann, P. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld. 323-331.

Riazy, S./Simbeck, K./Schreck, V. (2020): Fairness in Learning Analytics: Student At-risk Prediction in Virtual Learning Environments. In: Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education. 15-25.

Rauner, F. (2006): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld.

Reffay, C./Chanier T. (2003): How social network analysis can help to measure cohesion in collaborative distance-learning. In: Wasson, B./Ludvigsen, S./Hoppe, U. (Hrsg.): Designing for change in networked learning environments. Dordrecht. 343-352.

Redecker, C./Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.

Roll, M. J./Ifenthaler, D. (2020): The Impact of Learning Factories on Multidisciplinary Digital Competencies. In: Wuttke, E./Seifried, J. (Hrsg.): Research in Vocational Education and Training in the Age of Digitization. Verlag Barbara Budrich, Opladen, Berlin, Toronto. 23-38.

Seufert, S. (2018): Flexibilisierung der Berufsbildung im Kontext fortschreitender Digitalisierung. Bericht im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation SBFI im Rahmen des Projekts „Berufsbildung 2030 – Vision und Strategische Leitlinien“. Bern.

Seufert, S. et al. (2019): Digitale Transformation in Hochschulen: Auf dem Weg zu offenen Ökosystemen. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, (2), 85-107.

Southgate, E. et al. (2019): Artificial Intelligence and Emerging Technologies in Schools. Newcastle.

Spath, D./Esser, H. (2019): Digitalisierung und Künstliche Intelligenz – die Zukunft von Arbeit und Bildung. In: Zeitschrift des Bundesinstituts für Berufsbildung, (48), 6-9.

Wagner, P./Hering, L. (2014): Online-Befragung. In: Baur, N./Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung.Wiesbaden, 661-674.

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? In: International Journal of Educational Technology in Higher Education (16). 1–27.

Zinke, G. (2019): Veränderte berufsübergreifende Kompetenzen infolge des digitalen Wandels. Perspektiven für die Ordnungs- und Umsetzungsebene. In: Zeitschrift des Bundesinstituts für Berufsbildung (48), 39-44.

Anhang

Nr.	Bundesland	Quelle/Link
01	Baden-Württemberg	Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg. https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Digitalisierungsstrategie-BW.pdf
02	Brandenburg	Zukunftsstrategie. Digitales Brandenburg. Beschluss der Landesregierung vom 11.12.2018. https://digitalesbb.de/wp-content/uploads/2018/12/181211-Strategiepapier.pdf
03	Hessen	Strategie Digitales Hessen. Intelligent. Vernetzt. Für Alle https://www.digitalstrategie-hessen.de/img/Digitalstrategie_Hessen_2016_ver1.pdf
04	Niedersachen	Die Strategie Niedersachsens zur digitalen Transformation. Masterplan Digitalisierung. https://www.mw.niedersachsen.de/download/135324/Masterplan_Digitalisierung_Niedersachsen.pdf
05	Nordrhein-Westfalen	Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen | 2019 Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/digitalstrategie_nrw_endfassung_final.pdf
06	Sachsen	Sachsen Digital. Digitalisierungsstrategie des Freistaates Sachsen3., vollständig aktualisierte Auflage 2019. https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/33501
07	Sachsen-Anhalt	Digitale Agenda für das Land Sachsen-Anhalt. https://digital.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/StK/Digital/DigitaleAgenda_Sachsen-Anhalt_Lesefassung.pdf
08	Schleswig-Holstein	DIGITALISIERUNGSPROGRAMM. Schleswig-Holstein. https://digitalisierung.schleswig-holstein.de/assets/pdf/Digitalisierungsprogramm_Schleswig-Holstein.pdf

Zitieren dieses Beitrages

Roppertz, S. (2021): Die Rolle und Bedeutung von Künstlicher Intelligenz in der Berufsausbildung – Implikationen für angehende Berufs- und Wirtschaftspädagog*innen. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 40, 1-23. Online: https://www.bwpat.de/ausgabe40/roppertz_bwpat40.pdf (09.07.2021).

Die Autorin

SOPHIA ROPPERTZ

Universität Bremen, Institut Technik und Bildung

Am Fallturm 1, 28359 Bremen

sophia.roppertz@uni-bremen.de

www.itb.uni-bremen.de