



Educational
Sciences

Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert (Hrsg.)

Nachhaltige berufliche Lehrkräftebildung in der digitalen Transformation

Ein Lehrbuch

Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert (Hrsg.)

Nachhaltige berufliche Lehrkräftebildung in der digitalen Transformation

Ein Lehrbuch

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Impressum

1. Auflage
Copyright © 2024 TUM.University Press
Verlag der Technischen Universität München
Alle Rechte vorbehalten.

Herausgeber: Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert
Verlagsredaktion: Marion Zehnder
Umschlaggestaltung: Gisela Roetzer
Umschlagabbildung: Lehrstuhl für Berufspädagogik
Satz: dietrabanten, München

TUM.University Press
Technische Universität München
Arcisstrasse 21
80333 Munich

DOI: 10.14459/2024md1752391
ISBN der gedruckte Ausgabe: 978-3-95884-087-4

www.tum.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
0. Vorwort	IX
1. Berufliche Lehrkräftebildung unter den ‚Wildwasserbedingungen‘ der digitalen Transformation <i>Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert, Lena Heinze, Laureen Gadinger, Matthias Grimm</i>	1
1.1 Die digitale Transformation	1
1.2 ‚Berufliche Bildung‘ als Leitidee in der digitalen Transformation	4
1.2.1 Berufliche Bildung als Bildung für die ‚Welt der Daten‘	4
1.2.2 Nachholbedarfe in personenbezogenen Dienstleistungsberufen	5
1.2.3 Die staatsbürgerliche Dimension beruflicher Bildung adressieren	6
1.3 Inwiefern gewinnt das Konzept ‚digitale Transformation‘ für die berufliche Lehrkräftebildung an Relevanz?	9
2. Zentrale Kategorien für die Beschreibung der digitalen Transformation und ihrer Zusammenhänge	11
2.1 Vorgehen <i>Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert</i>	11
2.2 Daten und ihre Verarbeitung <i>Joachim Siegert, Eveline Wittmann</i>	14
2.2.1 Daten	14
2.2.2 Datenerfassung	17
2.2.3 Datenintegration	20
2.2.4 Datenanalyse	22
2.2.5 Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?	25

2.3 Personalisierung <i>Laureen Gadinger, Eveline Wittmann</i>	29
2.4 Kopplung von Technologie <i>Joachim Siegert, Eveline Wittmann</i>	34
2.5 Geschäftsprozessorganisation <i>Amelie Hiemer, Friederike Rechl, Henry Schirmer, Eveline Wittmann</i>	40
2.6 Freiheit, Sicherheit, Vertrauen <i>Eveline Wittmann, Lena Heinze, Matthias Grimm, Aldin Striković</i>	46
3. Lehrkräftebildung für berufliche Schulen im Kontext der digitalen Transformation <i>Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Susanne Miesera, Henry Schirmer, Aldin Striković, Matthias Grimm, Monja Pohley, Lena Heinze, Laureen Gadinger, Carmen Torggler</i>	65
3.1 Sich wandelnde Bedarfe im Lichte des empirischen Forschungsstands	65
3.2 Resultierende curriculare Überlegungen orientiert am DigCompEDU	68
3.3 Relevante berufliche Handlungssituationen: eine ideengenerierende Studie	71
3.3.1 Methodisches Vorgehen	71
3.3.2 Ergebnisse	73
3.3.3 Berufsfeldübergreifende Zugänge: Unterschiedliche Sichtweisen außerschulischer und schulischer Stakeholder	79
3.3.4 Diskussion	80
3.3.5 Ansätze zur Umsetzung in Lehrkräftebildung und Unterricht	83
3.3.6 Fazit	92
4. Zusammenfassung und Ausblick	93
Literaturverzeichnis	95

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ordnungskategorien und Zusammenhänge der digitalen Transformation	13
Abbildung 2: Dingliche Welt, geistige Welt und Welt der Daten	25
Abbildung 3: Individualisierung	32
Abbildung 4: Personalisierung	32
Abbildung 5: Kopplung von Technologie: Datengestützte Kopplung physischer Systeme	36
Abbildung 6: Kopplung von Technologie: Eingebettete Lerntechnologie	37
Abbildung 7: Kopplung von Technologie – Kollaborative Robotik	38
Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der primären und sekundären Geschäftsprozesse in einem geschäftsprozess-organisierten Industriebetrieb und im Pflegebereich anhand eines externen Abnehmerbedarfs	44/45
Abbildung 9: Konzepte der digitalen Transformation und ihre wertebезogenen Zusammenhänge	50
Abbildung 10: Lehr-Lern-Ziele für Lehrkräfte im Kontext der digitalen Transformation	70
Abbildung 11: Situationsmodell für die Konstruktion beruflicher Handlungssituationen	86
Abbildung 12: Smart Home, eingerichtet im TUM-DigiLLab	91
Abbildung 13: Mediale Darstellung zur Datenerfassung und -integration in der beruflichen Handlungssituation	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mögliche datengestützte Verletzungen von Sicherheit	56
Tabelle 2: Beispiele zu wertebezogenen Konzepten und Zusammenhänge	63/64
Tabelle 3: Verteilung der externen Teilnehmenden auf die Szenarien	73
Tabelle 4: Teilnehmende, Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum nach schulischer vs. außerschulischer Herkunft der Expert*innen	79
Tabelle 5: Berufsfeldübergreifende Handlungssituationen nach Szenarien	81
Tabelle 6: Geschäftsprozesse und Art der Prozesse nach Szenarien	82
Tabelle 7: Anknüpfungspunkte für Kategorien der digitalen Transformation im Rahmenlehrplan der Ausbildung zur Pflegefachfrau/zum Pflegefachmann	84
Tabelle 8: Mit anderen Fachrichtungen für die Implementierung des Smart Homes kooperieren	86/87/88

Vorwort

Die digitale Transformation kann als **revolutionäre Umwälzung der Berufs- und Arbeitswelt in allen Sektoren, aber auch von Gesellschaften** betrachtet werden; nicht zuletzt unterstreichen die gegenwärtigen Diskussionen um die Regulierung und Regulierbarkeit Künstlicher Intelligenz, wie fundamental der Wandel langfristig sein dürfte.

Solche gesellschaftlichen Umwälzungen betreffen uns nicht nur technologisch. Vielmehr **fordern sie auch unsere Alltagsvorstellungen und Begriffssysteme** heraus: Bewährte Verständnisse begrifflicher Ordnungskategorien, wie die der ‚Daten‘, halten in den vernetzten Dateninfrastrukturen der digitalen Transformation nur begrenzt; sie verstellen vielmehr den Blick auf die Natur der Veränderung sowie die Größe der pädagogischen und erziehungswissenschaftlichen Herausforderung.

Denn damit verbunden sind pädagogisch relevante **Probleme des Vermittlungsgegenstandes** (abstrakt) und **der Vermittlung** (mangelnde Erfahrung, Greifbarkeit, Anschauung) sowie **neu geforderte Kompetenzen**, die – wie das berufsübergreifende Problemlösen oder kreatives Handeln – jenseits der technologischen Beherrschung liegen.

Im vorliegenden Band wird die digitale Transformation zunächst mit der **Denkvorstellung der ‚Welt der Daten‘** adressiert, die es anhand grundlegender begrifflicher Ordnungskategorien auszudifferenzieren gilt. Damit erweitern wir eine in der Pädagogik vielen bekannte Differenzierung von Wolfgang Klafki, der in seiner Vorstellung, das Individuum sei für die Welt und die Welt für das Individuum zu erschließen (‚kategoriale Bildung‘), zwischen dinglicher und geistiger Wirklichkeit unterscheidet, um eine dritte Wirklichkeit.

Auf **‚nachhaltige‘ Lehrkräftebildung** ist der Band insofern ausgelegt, als mit ihm – gerade auch mit Blick auf den öffentlichen Auftrag schulischer Lehrkräfte – darauf abgezielt wird, „Potenziale der neuartigen Informations- und Kommunikationstechnologien[...] zu erschließen (‚alte Probleme‘) und andererseits möglichen, ja wahrscheinlichen **Auswüchsen des Innovationsschubs vorzubeugen** (‚neue Probleme‘)“ (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (wbgü) 2017, 6).

Unsere Sichtweise steht einer mediendidaktischen Position gegenüber, die Kerres (2020) mit Blick auf die ‚Bildung in der digitalen Welt‘ formuliert und die zwar eine kognitive Auseinandersetzung mit Digitalisierung fordert, eine katego-

riale Separierung des Digitalen im Lehren und Lernen – in eine digitale und eine analoge Welt – jedoch skeptisch sieht und eine Integration mit vorhandenen Erfahrungskontexten befürwortet: „Das Denken entlang einer Grenze des Analoges vs. Digitalen konnotiert das Analoge dabei üblicherweise als etwas Echtes und das Digitale als dazu Defizitäres [...] dennoch regulieren sich menschliche Beziehungen längst mit Mitteln des Digitalen, etwa wenn Personen über Social Media und Statusmeldungen ihr Leben teilen. [...] Es wird zunehmend schwierig, das Digitale in Bildungsangeboten von dem Analoges zu separieren.“ (Kerres 2020, 18f.) Die ‚Welt der Daten‘ und ihre Konsequenzen, so demgegenüber unsere Position, bedürfen der separaten und gezielten Behandlung, um sichtbar zu werden.

Auch aus der **Berufs- und Wirtschaftspädagogik** als erziehungswissenschaftliche Referenzdisziplin der beruflichen Lehrerbildung ist Widerspruch zu unserem Herangehen zu erwarten. So wurden die **lernfeldorientierten Lehrpläne** mit der Forderung nach ‚Handlungskompetenz‘ in beruflichen, privaten und gesellschaftlichen Bereichen **gerade mit der Zielsetzung implementiert, schnellen Veränderungen zu begegnen** durch die Förderung von Lernen in größeren Handlungszusammenhängen und die Verbesserung von Lernkompetenz.

Mit diesem curricularen Ansatz stehen unsere Überlegungen insofern im Einklang, als mit der digitalen Transformation neue datenbezogene „Zusammenhänge entstehen, die über direkte Versuche kognitiver Umstrukturierungen alleine möglicherweise kaum erschlossen werden können, sondern die Aneignung neuen, möglichst handlungsbezogenen Wissens erfordern“ (Wittmann & Neuweg 2021,173). Hierbei schlägt der Piaget-Schüler Hans Aebli (1983, 39) „[konkretpraktisches] Handeln mit [...] Ausrichtung auf den greifbaren Effekt“ zur Verinnerlichung in Handlungsschemata sowie zur Abstraktion und Objektivierung in transferierbaren, hierarchisch aufgebauten Begriffen vor. Einen gegenläufigen Vorgang stelle die **Integration von Begriffen und Handlungsschemata in ein „Bild der wahrnehmbaren Welt, zu Handlungssystemen, [...] zu Begriffssystemen“** (im Original ohne Hervorhebung) dar; beide Prozesse könne ein guter Unterricht unterstützen.

Wir gehen allerdings auch davon aus, dass Passungsprobleme zwischen den Herausforderungen durch die digitale Transformation und unserem mentalen Hintergrund bestehen, die sich im beruflichen Handeln besonders deutlich zeigen. Zwar lässt sich an konkreten beruflichen Handlungssituationen „sichtbar und erfahrbar machen, welche Daten in ihnen entstehen, wohin sie potenziell gestreut werden, wer aus ihnen welche Schlussfolgerungen ziehen kann und was dies für die einzelnen Mitarbeitenden und für andere Menschen, für die sie Verantwortung tragen, bedeutet“ (Wittmann & Neuweg 2021,174); **für die Vermittlung zur ‚Welt der Daten‘ bestehen also im beruflichen Lernen besonders große Chancen, gerade auch deshalb, weil das Private und Gesellschaftliche curricular bereits mitgedacht sind.**

Auch liegen in den neuen Technologien selbst Hinweise auf Möglichkeiten, die Anpassung unserer Wahrnehmung und unseres Handelns anzuregen. Insofern ein wesentliches Merkmal der neuen ‚Welt der Daten‘ Intransparenz und mangelnde Sichtbarkeit sind, können digitale Technologien besonders lernförderlich sein, die es ermöglichen, den neuen Hintergrund sichtbar und erfahrbar zu machen. Beispiele finden sich in Augmented-, Virtual- oder Mixed-Reality-Technologien, die es erlauben, Datenströme und deren Verwendungskontexte nachzuvollziehen sowie Mustererkennung und Situationswahrnehmung zu verbessern (Wittmann & Neuweg 2021,174; Williams et al. 2011,438). **Dies alles setzt jedoch voraus, dass Lehrkräfte über eine gute mentale Landkarte zentraler Ordnungskategorien im Hinblick auf die ‚Welt der Daten‘ und deren Schnittstellen zur dinglichen und geistigen Wirklichkeit verfügen.**

Schließlich ist der gewählte Zugriff für Erziehungswissenschaftler*innen begründungsbedürftig, die an einer empirisch ausgerichteten Einrichtung tätig sind. Wir argumentieren hier insbesondere mit dem reflexiven Auftrag, den universitäre Berufsbildungsforschung hat (DFG-Senatskommission 1990) und der in einer fundamentalen technologischen und sozialen Umwälzung einschließen muss, Begriffswerkzeuge und damit verbundene curriculare Zielvorstellungen zu reflektieren – nicht zuletzt, um sicherzustellen, dass gut gemeinte Interventionen nicht Fehlvorstellungen fortsetzen oder gar befördern. **Wenn die Welt sich fundamental wandelt und bewährte Modelle der Welt den Kern der Veränderung zu übersehen drohen, ist vor der empirischen Erforschung zunächst wieder Hermeneutik gefragt** (Gigerenzer 1981, 24ff.).

Eine Grundlage für übergreifende beschreibende Ordnungskategorien zu schaffen und mögliche Fehlvorstellungen zu identifizieren, um ihnen vorzubeugen, ist die zentrale Zielstellung dieses Lehrbuchs. Es ist im Kontext des BMBF-geförderten Projekts *Teach@TUM4.0* im Rahmen der durch Bund und Länder geförderten Qualitätsinitiative Lehrerbildung entstanden: aus der bei der Entwicklung unseres digitalen Lehr-Lern-Labors (TUM-DigiLLab) gemachten **Erfahrung** heraus, **dass**, was wesentliche begriffliche Ordnungskategorien wie die der ‚Daten‘ oder der ‚Personalisierung‘ betrifft, **für (berufs-)pädagogische Zusammenhänge funktionale Begriffsverständnisse** und Konzipierungen für Zusammenhänge **in der wissenschaftlichen Literatur weitgehend fehlen.**

Um das **Lehrbuch** auch für den Unterricht nutzbar zu machen, enthält es eine Reihe von didaktischen Unterstützungen (Kapitel 2):

- Zusammenfassungen zentraler Gedanken und möglicher Fehlvorstellungen am Seitenrand,
- Zusammenfassungen wesentlicher Begriffsverständnisse und Ordnungskategorien in gerahmten Kästen,
- grau hinterlegte Beispiele und Analogien, die für didaktische Zwecke Anschauung ermöglichen,
- nutzbare Abbildungen und Tabellen sowie
- markante Zitate und Auflistungen.

Darüber hinaus werden auf Basis der Befragung einer Expert*innengruppe Hinweise zu vermittlungsgerechten beruflichen Handlungssituationen und Geschäftsprozessen identifiziert (Kapitel 3).

Zwar sind **Lehrerbildner*innen und Lehrkräfte beruflicher Schulen**, die sich mit der digitalen Transformation im Rahmen von universitären und außeruniversitären Kontexten der Lehrkräftebildung oder autodidaktisch beschäftigen, die **Kernzielgruppe**. Der mögliche Adressat*innenkreis geht jedoch deutlich darüber hinaus in die allgemeine Sekundar- bis hin zur Primarstufe: **Je früher das Neue in der digitalen Welt umfassend erfahren und verstanden wird, desto wahrscheinlicher ist, dass in ihr kompetent gehandelt werden kann.**

1. Berufliche Lehrkräftebildung unter den ‚Wildwasserbedingungen‘ der digitalen Transformation

*Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert, Lena Heinze,
Laureen Gadinger, Matthias Grimm*

1.1 Die digitale Transformation

Aufgrund der zunehmenden digitalen Vernetzung und wachsender Datenverarbeitungskapazitäten können Unternehmen vermehrt **Daten erfassen**, speichern und weiterverarbeiten sowie auf Basis von **Datenanalysen** Rückschlüsse über Verhaltensweisen und Interessen von Individuen ziehen, um Bedarfe der Abnehmer*innen passgenauer zu identifizieren, **personalisierte Angebote** zu unterbreiten und so ihre Marktmacht aufrechtzuerhalten oder zu stärken (Wittmann & Weyland 2020, 276ff.), oder aber auch gewonnene Daten, Analyseprodukte und Rückschlüsse an Dritte weiterzuverkaufen (Zuboff 2018, 117f.).

Zunehmende digitale Vernetzung und wachsende Datenverarbeitungskapazitäten

In vergleichbarer Weise können Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung Daten erfassen, analysieren und weitergeben sowie Verhaltensweisen von Bürger*innen beeinflussen (Zuboff 2018, 239), z. B. zur Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit oder für das Management von ‚Smart Cities‘. Zu den öffentlichen Einrichtungen gehören auch Bildungseinrichtungen, die im Zuge von ‚Learning Analytics‘ Lernverhalten mittels personalisierter Rückmeldung beeinflussen (Williamson 2016, 123). Vergleichbare Vorgehensweisen werden im Gesundheitswesen unter dem Stichwort ‚Personalisierte Medizin‘ thematisiert (Hoeyer 2019, 531).

In allen Sektoren werden Daten erfasst, analysiert, für personalisierte Beeinflussung verwendet

Ähnlich unterstützt die digitale Vernetzung von Organisationen des Arbeitslebens auch die Erfassung und Analyse von Daten, die Rückschlüsse über **das Verhalten von Mitarbeitenden** zulassen, etwa über Produktivität oder Pausen in Fertigungsprozessen, oder deren Beeinflussung ermöglichen. Grundsätzlich ist daher z. B. zu überlegen, wie solchen Veränderungen, die die Autonomie der Mitarbeitenden betreffen, in der Organisation von Arbeit begegnet werden kann (z. B. Haid et al. 2021, 908); dies setzt indes zunächst ein Verständnis von organisationalen Veränderungsprozessen und Gelegenheiten aktiver Teilnahme voraus (Rothe et al. 2019, 249f.). In all diesen Bereich generieren also Individuen – und im ‚Internet der Dinge‘ **zunehmend auch Objekte, in direkter oder ohne direkte Interaktion mit Menschen** – Daten, die als Element einer verteilten Dateninfrastruktur für weitere Analysen gespeichert und verarbeitet werden können und werden.

Das Verhalten von Mitarbeitenden ist betroffen

Die Veränderung tangiert Machtstrukturen und Werte

Mit dieser technologischen Veränderung vollziehen sich aber auch Veränderungen, die **Macht und Werte** tangieren. So erzeugt die organisationsübergreifende digitale Vernetzung in Kombination mit automatisiert generierten Analysen und Prognosen, auch mithilfe KI-basierter Systeme, **veränderte Machtstrukturen**¹: Hier geht es zum einen um die Möglichkeit, Datenerfassung zu Zwecken der Erkenntnisgewinnung sowie **Beeinflussung** nicht nur von Prozessen, sondern auch von Menschen bis hin zu Gesellschaften zu nutzen. Durch die Erfassung personenbezogener Daten und die damit einhergehenden substanziellen Eingriffsmöglichkeiten in die **Autonomie und die Privatsphäre von Menschen** stellt sich die Frage nach wirksamem Datenschutz. Zum anderen entstehen durch die digitale Vernetzung neue Vulnerabilitäten, die unter dem Begriff der **Datensicherheit** diskutiert werden. Neben Individuen ist auch hier die gesellschaftliche Ebene berührt, z. B. wenn Infrastrukturen der Energieversorgung oder des Gesundheitswesens von Vulnerabilitäten betroffen sind. Datensicherheit, die gleichzeitig Voraussetzung für Datenschutz ist, ist aber auf **technologisch kompetentes und verantwortungsbewusstes Mitarbeiter*innenverhalten** angewiesen; mit der digitalen Transformation ändert sich folglich in Wirtschaftsorganisationen, aber auch in anderen Sektoren des Beschäftigungswesens und der Gesellschaft das Zusammenspiel von **Individuum und Technologie** (Windelband 2019, 9).

Das Zusammenspiel von Individuum und Technologie verändert sich

Die Erfassung von Daten und damit einhergehende Nutzungsmöglichkeiten durch datenerfassende Instanzen sind für Individuen allerdings kaum erkennbar: Wer Daten in ein Endgerät eingibt, hat oftmals einen geringen Einblick in deren Nutzung durch andere Instanzen, wie die eigenen Arbeitgeber*innen, die ggf. ‚in Echtzeit‘ erfolgen kann. Hier Gelegenheiten des Einblicks und eine verbesserte Wahrnehmung zu schaffen, würde **Aushandlungsprozesse** in digitalen organisationalen Umwelten besser ermöglichen; dies könnte dazu beitragen, **Vertrauen** in solche Umwelten langfristig zu stärken (Rothe et al., 249).

Vertrauen in datengestützte Umwelten stärken

Für beruflich Tätige ist ein gutes Verständnis der Veränderung erforderlich

Voraussetzung ist allerdings ein gutes Zusammenhangsverständnis der digitalen Veränderung. Dieses ist auch deshalb von besonderer Bedeutung für berufstätige Personen, weil die Infrastrukturen für die sich entwickelnde „Erhebung, Strukturierung, Distribution und Aufbewahrung von Daten sowie für deren Anwendung in Kontroll- und Steuerungszusammenhängen“ (Eggert & Kerpen 2017, 81) durch ihre Mitwirkung derzeit geschaffen werden und invasive Dateninfrastrukturen zu einem später möglicherweise nur unter hohen Kosten veränderbar sind. Erwartbar sind also sogenannte **„Lock-in-Effekte“** (Arthur 1989, 117), etwa mit Blick auf die Auswahl dateninvasiver oder weniger invasiver Technologie.

1 Wir folgen der klassischen Definition von Max Weber und verstehen „Macht“ als „jede Chance, innerhalb einer sozialen Beziehung den eigenen Willen auch gegen Widerstreben durchzusetzen, gleichviel worauf diese Chance beruht.“ (Weber 1972/1922, 28).

Die beschriebenen Veränderungen zu verstehen, ist zudem zentral, weil die digitale Transformation **neben dem Berufsleben auch das Privatleben und die Gesellschaft als Ganzes** in vergleichbarer Weise umfasst, u.a. insofern, als Privatpersonen Adressat*innen beruflichen Handelns sind. Diese sind als daten-abgebende Individuen durch das Vordringen der digitalen Transformation in soziale Handlungsfelder in hohem Maße betroffen – als Bürger*innen, Kund*innen, Patient*innen, Klient*innen oder Schüler*innen. Gleichermaßen tangiert sind die gesellschaftliche und politische Ebene: etwa durch Datenerfassung und Beeinflussungen von Bevölkerungsgruppen in den sozialen Medien (Madden 2014) oder dadurch, dass öffentliches Verhandeln durch die digitale Transformation betroffen ist (s. z. B. die Diskussion um ‚Smart Cities‘). So beinhalten die nun zutage tretenden Möglichkeiten staatlich veranlasster Überwachung und datengestützter Beeinflussung von Bürger*innen Eingriffe in deren Freiheitsgrundrechte und verändern damit unmittelbar ebenfalls die Verfasstheit des politischen Systems.

Die Veränderungen betreffen Berufsleben, Privatleben und die Gesellschaft als Ganzes

Zusammenfassung

Die digitale Transformation kann als Re- und Neukonfiguration fundamentaler Werte (z. B. Sicherheit), Begriffe (z. B. ‚Daten‘) und Macht verstanden werden. Zentral für diese Vorstellung ist die Existenz von Infrastrukturen zur „Erhebung, Strukturierung, Distribution und Aufbewahrung von Daten sowie für deren Anwendung in Kontroll- und Steuerungszusammenhängen“ (Eggert & Kerpen 2017, 81), wie sie z. B. in Form von Cloud-Infrastrukturen vorliegen. Die digitale Transformation betrifft alle Berufsfelder und neben beruflichen auch private sowie gesellschaftliche Situationen.

1.2 ‚Berufliche Bildung‘ als Leitidee in der digitalen Transformation

1.2.1 Berufliche Bildung als Bildung für die ‚Welt der Daten‘

Bildung erfordert Ordnungskategorien über die Welt

Ist von Bildung die Rede, meint dies gesellschaftliche Idealvorstellungen über die Persönlichkeitsentwicklung und **Autonomie des Menschen sowie dessen Beziehung zur ‚Welt‘**. Für mehrere Generationen von Pädagog*innen war dabei das Bildungsverständnis Klafkis prägend: ‚Bildung‘ ist ihm zufolge das „Erschlossensein einer dinglichen und geistigen Welt für einen Menschen [...], aber das heißt zugleich: Erschlossensein dieses Menschen für diese seine Wirklichkeit“ (Klafki 1959, 294). Die Entwicklung einer **kategorialen Ordnung über die dingliche und geistige Welt** – der sogenannte materiale Aspekt von Bildung –, die über Einsicht und Erfahrung entsteht, dient dabei als Grundlage dafür, in dieser Welt handeln zu können – den sogenannten formalen Aspekt von Bildung.

Industrielle Revolutionen waren jeweils von Veränderungen der Leitvorstellungen über berufliche Bildung begleitet

Jener formale Aspekt ist für normative Vorstellungen über ‚berufliche Bildung‘ unerlässlich. So stellt auch das gegenwärtig gültige Berufsbildungsgesetz die berufliche Handlungsfähigkeit als Ziel der Berufsausbildung heraus und die Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz (KMK) sind an der Vorstellung von Handlungskompetenz orientiert, der zufolge Absolvent*innen einer Berufsausbildung befähigt und bereit sein sollen, sich „in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK 2021, 15). Kutscha (2017, 18) argumentiert allerdings, dass die bisherigen **industriellen Revolutionen jeweils von Veränderungen der normativen Leitvorstellungen über Bildung und berufliche Bildung begleitet** waren. So verfolgte Kerschensteiner sein Staatsbürgerlichkeitsideal im Kontext der beginnenden Massenfertigung, während Blankertz‘ Vorstellung von Mündigkeit ebenso wie die Formulierung von Handlungskompetenz als Leitidee lernfeldorientierter Curricula durch die mikroelektronische Revolution ab den 1970er-Jahren beeinflusst sind.

‚Welt der Daten‘, die berufliche, private und gesellschaftliche Situationen durchzieht

Auch im Zusammenhang mit den umwälzenden Veränderungen der digitalen Transformation, die für den industriellen Sektor mit dem Begriff ‚Industrie 4.0‘ versehen werden, erscheint ein erneutes Nachdenken über eine solche Leitvorstellung erforderlich (Kutscha 2017, 25). Mit der digitalen Transformation entsteht eine **vernetzte ‚Welt der Daten‘, die nun berufliche, gesellschaftliche und private Situationen durchzieht** (siehe Abschnitt 2.2.5 *Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?* ab Seite 25). Diese weist andere Eigenschaften auf als die von Klafki angesprochene dingliche oder die geistige Welt. Wer, so wird im Folgenden argumentiert, in dieser neuen Welt im Sinne der KMK-Definition handlungskompetent sein soll (KMK 2021, 15), muss diese neue Welt zunächst verstehen, d. h. sie sich kategorial erschließen können.

Dies gilt umso mehr, als die Veränderung sich rasant vollzieht: **In den Bedingungen „permanenten Wildwassers“** (Vaill 1998) der digitalen Transformation reicht reaktives Lernen allein nicht aus; vielmehr ist gerade angesichts der Schnelligkeit der Veränderung **entscheidend, dass zentrale von weniger zentralen Sachverhalten differenziert werden können**, was jedoch eine gute kategoriale Ordnung voraussetzt (Wittmann & Neuweg 2021, 272). Da die digitalisierungsbezogene Veränderung sich mit vergleichsweise hoher Schnelligkeit vollzieht (z.B. Dengler & Matthes 2018) sowie durch eine hohe Komplexität und Abstraktheit gekennzeichnet ist, greift die einfache Forderung, die kritische Reflexionsfähigkeit von beruflich Tätigen zu stärken, indes ebenfalls zu kurz. Soll die Gestaltung technologischer Veränderungsprozesse unter Beteiligung der beruflich Tätigen gelingen, erscheint es vielmehr notwendig, deren Handlungs-routinen zu adressieren. Laut Bauer et al. (2015, 190) setzt dies aber voraus, das Situationsbewusstsein durch entsprechende theoretische Konzepte zu schärfen.

Gefordert ist die Fähigkeit, zentrale von weniger zentralen Sachverhalten zu differenzieren

Schnelligkeit, Komplexität und Abstraktheit der Veränderung

Zentral ist also im Sinne eines materiellen Aspekts von Bildung, so unsere Überlegung, zum einen die Verfügbarkeit solcher begrifflichen **Konzepte sowie eines Verständnisses über Zusammenhänge** zwischen ihnen (siehe Abbildung 2 auf Seite 25; Kapitel 2). Zum anderen müssten diese Konzepte **sichtbar, greifbar und** – im besten Falle – **haptisch erfassbar** gemacht werden, um sie einer Reflexion über möglichst konkrete Handlungsanforderungen und -alternativen zugänglich zu machen (Wittmann & Neuweg 2021, 273f.).

Ordnungskategorien sichtbar und greifbar machen

1.2.2 Nachholbedarfe in personenbezogenen Dienstleistungsberufen

Die digitale Transformation betrifft zunehmend auch die sogenannten **personenbezogenen Dienstleistungsberufe**, die bisher weniger umfassend von digitaler Technologie durchdrungen sind (z. B. Dengler & Matthes 2015; Wittmann & Weyland 2020).

Zum Beispiel lassen in Smart Homes gewonnene Daten auch Rückschlüsse über das Verhalten ambulant tätiger Pflege- oder Hauswirtschaftskräfte zu, wie Anwesenheiten oder Bewegungsprofile (Zuboff 1985).



Vorstellungen von Bildung im Sinne von Mündigkeit sind in personenbezogenen Dienstleistungsberufen historisch unterentwickelt

In den personenbezogenen Dienstleistungsberufen steht ein Leitbild beruflicher Bildung jedoch vor besonderen Herausforderungen: Aufgrund der starken Konnotation dieser Berufe als ‚Frauenberufe‘, für die Kerschensteiner prototypisch die „Erziehung zum Weibe“ (Mayer 1992, 771) als Leitbild prägte, ist davon auszugehen, dass **Vorstellungen von Bildung im Sinne von Autonomie oder**

Mündigkeit hier historisch vergleichsweise **unterentwickelt** sind (Friese 2018, 19f.; Wittmann & Rechl, 2024, 27ff).

Zwar hat sich im dualen System – ausgehend von den industriellen Metall- und Elektroberufen – die berufliche Handlungskompetenz einschließlich der Selbst- und Sozialverantwortung als Ziel der Berufsausbildung etabliert, wobei die personenbezogenen Dienstleistungsberufe des dualen Systems einbezogen wurden (z. B. KMK 1999, 2005, 2019a, 2019b). Gleichwohl ist zum einen ein großer Teil der personenbezogenen Dienstleistungsberufe nach wie vor wenig oder gar nicht in die duale Berufsausbildung eingebunden und wird daher hier nicht subsumiert (BMBF 2021a, 55). Zum anderen ist Beckmann zufolge (2016, 8f.) die **Eliminierung der Care-Arbeit aus dem männlichen Berufsideal** historisch geradezu konstitutiv für die Vorstellung von der Entwicklung der Idee des Subjekts, das durch die Berufsausbildung Autonomie, Selbstbestimmung sowie demokratische Teilhabe gewinnt, da aufgrund ihrer wechselseitigen Abhängigkeit

*Eliminierung von
Care-Arbeit aus
dem männlichen
Berufsideal*

„Sorgearbeit Leistende oder Fürsorge Empfangende nicht dem hegemonialen Citizen entsprechen. [...] Unabhängigkeit ist somit auch das Kriterium, das wesentlich für die Konstruktion des gesellschaftlich Gewünschten erscheint. [...] So, wie also Autonomie hierarchisch über Abhängigkeit gestellt wird, werden auch nicht fürsorgliche Tätigkeiten über Sorgearbeit gestellt.“

1.2.3 Die staatsbürgerliche Dimension beruflicher Bildung adressieren

*Beruflicher
Umgang mit den
Daten anderer*

Darüber hinaus sind Bildungskonzepte, die Mündigkeit besonders herausstellen, historisch meist auf die Perspektive der Freiheit und der Emanzipation des Individuums ausgerichtet (Klafki 1986). Angesichts der digitalen Vernetzung sowie der wachsenden Bedeutung, die der **Umgang mit den Daten anderer** in der beruflichen Tätigkeit – Kund*innen, Klient*innen, Patient*innen, Bürger*innen – gewinnt, erscheint diese Perspektive unzureichend. Wird ‚Bildung‘ als Leitidee im Sinne des Strebens nach Autonomie von vorgegebenem Denken und allzu fester Einbindung in etablierte Strukturen verstanden, so macht die zuvor geführte Diskussion um die digitale Transformation Folgendes deutlich: Wird Letztere als eine grundlegende Re- und Neukonfiguration von Begriffen, Werten und Macht verstanden, ergeben sich **Konsequenzen mit Blick auf den** die Freiheit adressierenden, **staatsbürgerlichen Aspekt von Bildung und beruflicher Bildung.**

*Konsequenzen
mit Blick auf den
staatsbürgerlichen
Aspekt beruflicher
Bildung*

Wie zuvor beschrieben, ist die Etablierung neuer vernetzter Strukturen damit verbunden, dass Instanzen, die zu Analysezwecken auf Daten zugreifen können, neue und weitreichende Möglichkeiten der Einflussnahme erlangen. Hieraus ergeben sich wahrnehmbare oder weniger wahrnehmbare Freiheitsbeschränkungen; das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) verdeutlicht dies bereits in seiner

Urteilsbegründung zum Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung im Jahr 1983, das die beschriebene Problematik differenziert vorwegnimmt und daher nachfolgend ausführlich zitiert wird:

Das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung ist tangiert

„[Die] Befugnis des Einzelnen, grundsätzlich selbst zu entscheiden, wann und innerhalb welcher Grenzen persönliche Lebenssachverhalte offenbart werden [...] ist vor allem deshalb gefährdet, weil bei Entscheidungsprozessen [...] heute mit Hilfe der automatischen Datenverarbeitung Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbaren Person [...] – vor allem beim Aufbau integrierter Informationssysteme – mit anderen Datensammlungen zu einem teilweise oder weitgehend vollständigen Persönlichkeitsbild zusammengefügt werden, ohne dass der Betroffene dessen Richtigkeit und Verwendung zureichend kontrollieren kann. [...] Wer nicht mit hinreichender Sicherheit überschauen kann, welche ihn betreffende Informationen in bestimmten Bereichen seiner sozialen Umwelt bekannt sind, und wer das Wissen möglicher Kommunikationspartner nicht einigermaßen abzuschätzen vermag, kann in seiner Freiheit wesentlich gehemmt werden, aus eigener Selbstbestimmung zu planen oder zu entscheiden. Mit dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung wären eine Gesellschaftsordnung und eine diese ermöglichende Rechtsordnung nicht vereinbar, in der Bürger nicht mehr wissen können, wer was wann und bei welcher Gelegenheit über sie weiß. Wer unsicher ist, ob abweichende Verhaltensweisen jederzeit notiert und als Information dauerhaft gespeichert, verwendet oder weitergegeben werden, wird versuchen, nicht durch solche Verhaltensweisen aufzufallen [...], etwa die Teilnahme an einer Versammlung oder einer Bürgerinitiative [...]. Dies würde nicht nur die individuellen Entfaltungschancen des Einzelnen beeinträchtigen, sondern auch das Gemeinwohl, weil Selbstbestimmung eine elementare Funktionsbedingung eines auf Handlungs- und Mitwirkungsfähigkeit seiner Bürger begründeten freiheitlichen demokratischen Gemeinwesens ist.“

BVerfG, Leitsätze zum Urteil des Ersten Senats vom 15. Dezember 1983, 209/83

Relevanz gewinnt diese Problematik mit der digitalen Transformation nicht nur durch die wachsende Häufigkeit, mit der Daten verarbeitet werden, die im Sinne der Entscheidung des BVerfGs direkt oder aufgrund kontextueller Rückschlüsse Aussagen über einzelne Personen zulassen, sondern auch wegen der Möglichkeiten der durch Datenanalysen gestützten Beeinflussung individuellen Verhaltens (Zuboff 2018, 383).

Erschwerend wirkt gleichsam, dass in wachsendem Maße **Entscheidungen über die Erfassung und ‚Weitergabe‘ personenbezogener Daten** durch andere als die betroffenen Personen selbst getroffen werden – gerade auch **durch Berufstätige unterschiedlicher technischer und nichttechnischer Berufsgruppen**. Insbesondere sind informatische Berufsgruppen mit der Einrichtung von mehr oder aber weniger invasiven Dateninfrastrukturen befasst, während

Beruflich Tätige treffen weitreichende Entscheidungen über den Umgang mit Daten anderer

Angehörige der personenbezogenen Dienstleistungsberufe stellvertretend für ihnen anvertraute Personen über den Umgang mit deren Daten Entscheidungen treffen. Mit anderen Worten reicht die formale Einhaltung von Datenschutzbestimmungen für die Sicherung des Anspruchs auf informationelle Selbstbestimmung der den beruflich Tätigen Anvertrauten nicht aus.



*Solche beruflichen Entscheidungen werden z. B. getroffen durch die Implementierung digitaler Infrastrukturen im Rahmen von Smart Homes, deren Funktionsweise betroffene Bürger*innen unzureichend verstehen können, durch Unterlassungen im Bereich der Sicherung personenbezogener Daten oder den Einbezug datenschutzbezogen unsachgemäß handelnder Dritter.*

Zusammenfassung

Mit der digitalen Vernetzung und der beschriebenen Bedeutung, die der Umgang mit den Daten anderer im beruflichen Handeln im Zusammenhang mit der digitalen Vernetzung gewinnt, und zwar sowohl in technischen, kaufmännisch-verwaltenden als auch personenbezogenen Berufsfeldern, rückt die soziale Verantwortlichkeit für die Sicherung der Freiheitsrechte und informationellen Selbstbestimmungsansprüche anderer unter der Perspektive der Aufrechterhaltung der freiheitlich-demokratischen Grundordnung verstärkt in den Blick. Um diesbezüglich kompetent zu handeln, sind zunächst der ‚Welt der Daten‘ angemessene kategoriale Wahrnehmungsstrukturen erforderlich. An dieser Leitvorstellung beruflicher Bildung orientieren wir unser Buch.

1.3 Inwiefern gewinnt das Konzept ‚digitale Transformation‘ für die berufliche Lehrkräftebildung an Relevanz?

Die beschriebenen rasanten Veränderungen in Wirtschaft, Arbeit und Gesellschaft stellen individuelle Wahrnehmungs- und Handlungsmuster vor neue Herausforderungen. Von dieser Veränderung sind sämtliche Kontexte des Alltagslebens betroffen – berufliche, private sowie gesellschaftliche. Daraus ergeben sich fundamental geänderte Anforderungen an fach-, selbst- und sozialkompetentes Handeln. Diese können nicht allein durch informatische Kenntnisse in einschlägigen Fachrichtungen, Datenkompetenzen, anwendungsbezogenes Wissen in den nichttechnischen Fachrichtungen oder abstrakte 21st-Century-Skills (z. B. Problemlösung) bewältigt werden. Sie erfordern vielmehr multiperspektivische Wahrnehmungen datenbezogener Prozesse auf der einen und organisationaler, gesellschaftlicher und sozialer Wirkungen auf der anderen Seite. Von Lehrkräften der unterschiedlichen beruflichen Fachrichtungen wäre demzufolge gefordert, diese **berufsfeldübergreifenden Perspektiven in den jeweiligen Berufsfeldern zu vermitteln**. Bislang ist dies indes nur in Ansätzen Gegenstand von Lehrerbildungscurricula; mithin ist davon auszugehen, dass auch angehenden Lehrkräften die erforderlichen Kompetenzen weitgehend fehlen.

Berufsfeldübergreifende Perspektiven vermitteln

Darüber hinaus stellt die digitale Transformation auch **als pädagogischer Vermittlungsgegenstand besondere neue Herausforderungen**. Auch wenn wir abstrakt um die Möglichkeiten moderner Informationstechnologien wissen, ist die kulturell tradierte Erfahrungsbasis mit dieser neuen Umwelt, aus der sich implizites Wissen zu erheblichen Teilen speist, zeitlich begrenzt (Billett 2006, 23). Auf der individuellen Ebene entziehen sich die Veränderungen oft nicht nur – wegen ihrer Abstraktheit – der haptischen und visuellen Wahrnehmung, sondern auch der Erfahrung aus den multiplen Perspektiven der Daten abgebenden, Daten erfassenden, Daten analysierenden und Analyseergebnisse verwendenden Instanzen. Mehr noch: Vorhandene Bilder und Analogien, die auf konkrete Sachverhalte verweisen (z. B. ‚Datenflut‘), verstellen eher den Blick auf Spezifik und Zusammenhänge des neuen Phänomens (Wittmann & Neuweg 2021, 269f; Wittmann & Rechl, im Erscheinen).

Probleme erfahrungsbasierter Lernens

Wahrnehmungs- und Handlungsmuster sind den Herausforderungen durch die gestiegene Bedeutung **von Daten ebenso wenig gewachsen wie deren besonderen Merkmalen in vernetzten Infrastrukturen** – etwa den Möglichkeiten ihrer allgegenwärtigen Erfassung sowie ihres Transfers, ihrer Kopierbarkeit und ihrer Analyse ‚in Echtzeit‘. In der Folge kann eine nicht ausreichende kontextuelle und situationale Passung individueller Wahrnehmungs- und Handlungsmuster beobachtet werden, z. B. bereits im sicheren Umgang mit eigenen Daten (Wittmann & Neuweg 2021, 270).

Mangelnde Passung von Wahrnehmungs- und Handlungsmustern

Lehrkräfte stehen vor derselben Herausforderung

Aufgrund der umfassenden Veränderungen der digitalen Transformation – neben beruflichen auch in privaten und gesellschaftlichen Kontexten – besteht also eine zentrale **berufsdidaktische Frage darin, wie solche Wahrnehmungsmuster in der Berufsausbildung gefördert** werden können. Daraus, dass jedoch auch Lehrkräften multiperspektivische Erfahrungen fehlen, der Gegenstand abstrakt ist und es auch im kulturellen Hintergrund an Wissensbeständen mangelt, die als implizites Wissen tradiert werden, ergibt sich eine große Herausforderung für die berufliche Lehrkräftebildung.

Berufliche Lehrkräftebildung zur Welt der Daten erfordert ordnende Beschreibungskategorien

Gleichwohl befindet sich die ‚Welt der Daten‘ **erst in der Entwicklung**; sie ist für die Gesellschaft neu und wenig sichtbar. Daher **mangelt es** für diese Welt **an ordnenden Beschreibungskategorien, die es erlauben, deren zentralen Merkmale und Kernzusammenhänge zu erschließen** – anders als für die dingliche und geistige Welt, wo solche Kategorien im gesellschaftlich-kulturellen Kontext vorrätig und häufig fest in implizite Wissensbestände eingebettet sind oder im allgemeinen Bildungswesen vermittelt werden und wo deren Erschließung durch langjährige, oft haptisch oder visuell unterstützte Erfahrung gefördert wird (Billett, 2006, 23; Wittmann & Neuweg 2021, 269). Nicht nur kann die Welt der Daten nicht durch alltägliche Erfahrung oder durch Einsicht ‚beiläufig‘ erschlossen werden: Vielmehr müssten zunächst relevante Beschreibungskategorien identifiziert und elaboriert werden. Hiermit befassen wir uns im nachfolgenden Kapitel.

Zusammenfassung und Ausblick

*Zunächst müssten relevante Beschreibungskategorien und Zusammenhänge identifiziert, ausgearbeitet und definiert werden (Kapitel 2 ab Seite 11). Sodann sollten gezielt Bedarfe und Möglichkeiten für die Aus- und Fortbildung beruflicher Lehrkräfte aufgezeigt werden (siehe Kapitel 3 ab Seite 64). Hierzu werden Daten aus einem Expert*innenworkshop mit schulischen und außerschulischen Expert*innen analysiert. Zusätzlich wurden in einer quantitativen Untersuchung Unterschiede in den Perspektiven schulischer und außerschulischer Stakeholder*innen zu Aspekten der Positionierung der universitären Lehrer*innenfortbildung erfragt. Die herausgearbeiteten Konzepte und Zusammenhänge sowie Bedarfe für die Fortbildung beruflicher Lehrkräfte sind Ergebnisse des Projekts Teach@TUM4.0 in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung.*

2. Zentrale Kategorien für die Beschreibung der digitalen Transformation und ihrer Zusammenhänge

2.1 Vorgehen

Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Joachim Siegert

Die digitale Transformation begrifflich zu fassen, ist nicht trivial. Zwar liegt eine Vielzahl von Begriffen zu ihrer Beschreibung vor: von ‚Daten‘ über Technologien wie ‚cyber-physischen Systemen‘, ‚Künstlicher Intelligenz‘, ‚Augmented Reality‘ und ‚Additiver Fertigung‘ bis hin zu Marketingkonzepten wie dem der ‚Personalisierung‘. Unter Bildungsgesichtspunkten stellt sich demgegenüber die Frage, **wie solche Konzepte kategorial vereinfacht und dazu hierarchisch zugeordnet werden können.**²

Darüber hinaus liegen zwar sowohl Alltagsvorverständnisse als auch wissenschaftliche Definitionen dieser Begriffe vor; unklar ist demgegenüber deren Passgenauigkeit bezogen auf die ‚digitale Transformation‘ sowie für den Kontext der beruflichen Lehrkräftebildung. Macht es z. B. einen Unterschied für ein funktionales Verständnis von Daten, ob diese in unvernetzten Strukturen oder in global vernetzten Strukturen verarbeitet werden? Und welche für Lehrkräfte pädagogisch relevanten Merkmale weisen ‚Daten‘ auf? **Um die Zusammenhänge der digitalen Transformation begreifbar zu machen, reichen vertraute Vorverständnisse oder auch vorliegende wissenschaftliche Definitionen möglicherweise nicht aus.**

*Vertraute
Verständnisse von
Begriffen reichen
nicht aus*

Angesichts der skizzierten Ausgangslage sind dementsprechend ein reines Anknüpfen an und eine vertiefte Auslegung von vorhandenen Vorverständnissen im Sinne der hermeneutischen Methode nach unserer Auffassung nicht hinreichend. Gleichzeitig erscheint es weder zielführend, vorliegende Vorverständnisse, die auch bei Lehrkräften und Schüler*innen vorhanden sind, einfach auszuklammern, noch vertretbar, vorliegende wissenschaftliche Vorverständnisse zu

² Wir folgen hier der Vorstellung, dass Wissen hierarchisch organisiert und vernetzt ist (z. B. Hasselhorn & Gold 2022,265).

*Ordnungs-
kategorien
in Distanz zum
Vorgefundenen*

übergehen. Im Weiteren folgen wir daher dem Ansatz „**Konstruktives Denken und Hermeneutik**“ von Seiffert (1983, 146ff.): Wir **gehen von auffindbaren Vorverständnissen aus**, die in der wissenschaftlichen Literatur oder im Alltag vorzufinden sind. Gleichzeitig streben wir aber **Distanz zum Vorgefundenen und – wo erforderlich – Neudefinitionen von Kategorien** an, die nicht einfach eine Fortführung oder Vertiefung des Vorgefundenen repräsentieren. In die Erarbeitung der Kategorien fließen ein:

- vorliegende wissenschaftliche Vorverständnisse,
- unsere eigenen Erfahrungen mit Entwicklungen an unterschiedlichen Fakultäten der Technischen Universität München (TUM),
- Diskussionen mit Kooperationspartner*innen aus der Wirtschaft im Kompetenzzentrum *digIT4.0@TUM*, das im Rahmen des Projekts *Teach@TUM4.0* der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der TUM gegründet wurde, um zur Thematik ‚Digitale Transformation‘ mit Stakeholder*innen der beruflichen Lehrkräftebildung verstärkt zu kooperieren,
- Erfahrungen mit der Ausstattung und Entwicklung beruflicher Spaces (Industrie 4.0, Smart Home, Gesundheit 4.0, Baker Space/Bäckereiverkauf und -café) im Digitallabor *TUM-DigiLLab*
- sowie wiederholte Diskussionen der entwickelten Verständnisse im interdisziplinären Zusammenhang des Projekts *Teach@TUM4.0*.

*Begriffsklärungen
sind Voraus-
setzung empiri-
scher Wirkungs-
forschung*

Daraus ergibt sich, dass die wissenschaftlichen Arbeiten im Projekt nicht strikt empirisch angelegt sind; vielmehr muss der empirischen Prüfung des Gelingens von Maßnahmen in der Lehrkräftebildung zunächst das ‚Abklopfen‘ vertrauter Begrifflichkeiten vorausgehen, wobei die Begriffsverständnisse auf ihre Funktionalität im gewandelten Kontext der digitalen Transformation hin überprüft werden (Gigerenzer 1981, 24ff.).

Die Auseinandersetzung mit den Kategorien ist dabei an **drei leitenden Überlegungen** orientiert:

*Berufsfeld-
übergreifende
Bedeutung für
die berufliche
Lehrkräftebildung*

1. Es sollen Kategorien identifiziert werden, die erforderlich sind, um **berufsfeldübergreifend zentrale Zusammenhänge der digitalen Transformation** zu beschreiben (siehe Abschnitt 1.1 Die digitale Transformation ab Seite 1).
2. Die Kategorien sollen jeweils für die **berufliche Lehrkräftebildung bedeutsam sein**; dies kann sich ergeben aus (a) ihrer besonderen berufsfeldübergreifenden Relevanz zum Verständnis der digitalen Transformation oder (b) Problemen, die in der Vermittlung der Kategorien liegen.
3. Die Begriffe sollten denjenigen, die über sie verfügen, eine flexible Betrachtung konkreter Thematiken der digitalen Veränderung ermöglichen: Dazu sollten Kategorien auf einer vergleichsweise **hohen Abstraktionsebene** angesiedelt sein, d. h., hierarchische Zuordnungen sollen möglich sein und frag-

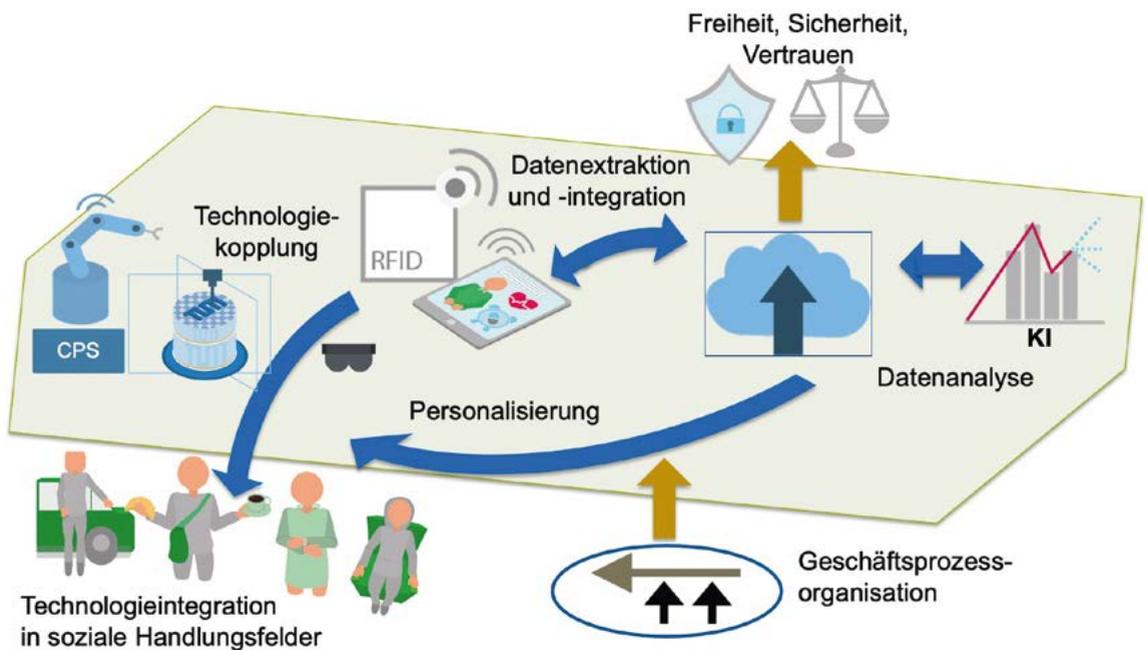
mentierte Einzelkonzepte (z.B. von Technologien) vermieden werden; außerdem sollten sie klare **Abgrenzungen** zu vertrauten Kategorien ermöglichen.

Wir streben also an, diese Kategorien begrifflich zu fassen, wobei deren berufspädagogisch relevanter Bedeutungsgehalt im Kontext der digitalen Transformation deutlich werden soll. Neben wissenschaftlichen Definitionen ist dabei vor allem auch die Kennzeichnung der Kategorien über deren Eigenschaften – auch in Abgrenzung zu bekannten Kategorien – ein Anliegen. In Abbildung 1 sind die im Folgenden behandelten zentralen Ordnungskategorien und deren Zusammenhang im Kontext der digitalen Transformation verdeutlicht.

Abbildung 1:

Ordnungskategorien und Zusammenhänge der digitalen Transformation

leicht verändert nach Wittmann & Weyland 2020



2.2 Daten und ihre Verarbeitung

Joachim Siegert, Eveline Wittmann

2.2.1 Daten

Warum gewinnt die Kategorie ‚Daten‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Potenzial der Zusammenführung und Analyse von Daten

Die Erfassung, Integration und Analyse von Daten bilden die Grundlage für die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Umwälzungen, die wir als ‚digitale Transformation‘ zusammenfassen. Das **Potenzial der computergestützten (digitalen) Zusammenführung und Analyse von Daten** wurde in Deutschland schon vor Jahrzehnten – damals lediglich mit Blick auf staatliche und nicht auf privatwirtschaftliche Akteur*innen – öffentlich diskutiert, und zwar vor allem anhand der in den 1970er Jahren erstmals eingesetzten Ermittlungsmethode der Rasterfahndung (1980 zum „Wort des Jahres“ gekürt) sowie der Kontroverse um die Volkszählung in den 1980er Jahren, die in die Schaffung des Grundrechts auf informationelle Selbstbestimmung mündete (siehe auch Abschnitt 1.2.3 *Die staatsbürgerliche Dimension beruflicher Bildung adressieren* ab Seite 6). Es mussten allerdings noch mehrere technologische Meilensteine passiert werden, um dieses Potenzial Realität werden zu lassen – von sinkenden Kosten und Abmessungen von Computern und Sensoren über die Entwicklung des Internets bis zum Durchbruch Künstlicher Intelligenz in Form von tiefen künstlichen neuronalen Netzen. Zudem wuchs die Menge an **möglichen Quellen digitaler Daten** (s. auch Abschnitt 2.2.2 *Datenerfassung* ab Seite 17).

Menge möglicher Datenquellen

Ökonomischer Wert von Daten und Datenprodukten

Im Jahr 2017 schließlich betitelte die Zeitschrift „The Economist“ Daten als „the world’s most valuable resource“ in Anbetracht der Börsenwerte der großen Digitalkonzerne, die diejenigen der Ölkonzerne erstmals in den Schatten stellten (The Economist, 2017). Die häufig verwendete Analogie von Daten als ‚Rohstoff‘ oder ‚Ressource‘ verweist dabei nicht nur auf den Reichtum derjenigen, die als Eigentümer*innen von Digitalkonzernen über große Datenmengen verfügen können, sondern gleichsam auf deren Wertsteigerung durch Weiterverarbeitung. Letzterer werden wir uns in Abschnitt 2.2.3 *Datenintegration* ab Seite 20 sowie in Abschnitt 2.2.4 *Datenanalyse* ab Seite 22 widmen.

Warum ist die Kategorie ‚Daten‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Wir plädieren aus drei Gründen dafür, dem Begriff ‚Daten‘ in der **Lehrkräftebildung beruflicher Schulen besondere Aufmerksamkeit** zuteilwerden zu lassen:

- Erstens ermöglichen Datenerfassung, -integration und -analyse in unterschiedlichen beruflichen Handlungsfeldern neue **Geschäftsmodelle** und führen u. a. wegen der Schnelligkeit datengestützter Veränderungen zu organisationswirtschaftlichen Herausforderungen; Lehrkräfte beruflicher Schulen sollten daraus **resultierende Kompetenzanforderungen** verstehen.
- Zweitens können die tradierten **wissenschaftlichen Definitionen** von ‚Daten‘ aus Statistik oder Informatik nicht einfach unverändert übernommen werden, wenn daraus ein Begriffsverständnis erwachsen soll, das der weitreichenden Rolle digitaler Daten in der digitalen Transformation gerecht wird.
- Drittens tragen auch im Alltag verbreitete Begriffsverwendungen, wie sie etwa in Form von **Analogien zu physischen Phänomenen** (z. B. Rohstoffe) enthalten sind, wahrscheinlich eher zu Fehlvorstellungen über das Phänomen von Daten in vernetzten Infrastrukturen bei; für ein angemessenes Begriffsverständnis und um kompetentes datenbezogenes Handeln zu ermöglichen, müssten diese **Fehlvorstellungen** also pädagogisch bearbeitet werden.

Neue Kompetenzanforderungen

Für kompetentes datenbezogenes Handeln sind Fehlvorstellungen zu bearbeiten

Wie lässt sich die Kategorie ‚Daten‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

In der Lehrkräftebildung werden **bislang vor allem aus zwei Disziplinen** – Statistik und Informatik – **Definitionen** des Begriffs der Daten herangezogen. Eine typische Definition im Sinne der Statistik lautet:

Statistische oder informatische Begriffe dominieren

„Daten sind Messwerte, die im Rahmen von Befragungen, Beobachtungen oder Experimenten erhoben werden.“

Statista GmbH 2022

In dieser klassischen **statistischen Sichtweise** werden **Daten zielgerichtet erhoben**, nämlich **als Grundlage für die Annahme oder Widerlegung von Hypothesen** über das, worauf sich die Daten beziehen.

Repräsentativ für den Datenbegriff in der Informatik ist demgegenüber die in der Norm ISO/IEC 2382 „Information technology – vocabulary“ vereinbarte folgende Definition:

„Data: reinterpretable representation of information in a formalized manner suitable for communication, interpretation, or processing.“

International Organization for Standardization 2015

Die Gegenüberstellung des statistischen und des informatischen Datenbegriffs zeugt von den jeweiligen Anliegen der betroffenen Disziplinen: Die Statistik ist der Werkzeugkasten des Erkenntnisstrebens in der empirischen Forschung und sieht Daten als Mittel zum Erkenntnisgewinn; die Informatik hingegen geht der Frage nach, wie Informationen repräsentiert werden können, um sie **maschineller Verarbeitung, Verbreitung und Aufbewahrung zugänglich** zu machen.

*Digital
gespeicherte
Informationen,
aus denen
(teil)automatisiert
Erkenntnisse
gewonnen werden*

Zum Verständnis der digitalen Transformation sollten **beide Perspektiven miteinander kombiniert** werden: Daten sind digital gespeicherte Informationen, aus denen (teil)automatisiert Erkenntnisse gewonnen werden können. Dieses Verständnis ist zunächst anschlussfähig an die informatische Definition, indem sie die automatische Verarbeitungsmöglichkeit von Daten zu einem Kriterium macht. Bezüglich des **Zwecks der Verarbeitung** ist die Definition **gegenüber der informatischen** allerdings **spezifischer**, denn die gesellschaftliche und berufspädagogische Relevanz von ‚Daten‘ kommt nicht aus jedweder Verarbeitung (processing), etwa der Kompression zur Reduktion von Speicherverbrauch, sondern genau aus derjenigen Verarbeitung, die Erkenntnisse und Entscheidungen erzeugen soll und damit insbesondere menschliches Verhalten prognostizieren sowie beeinflussen kann. Die Definition ist insofern anschlussfähig an die statistische Definition, als sie Daten als Grundlage für Erkenntnisgewinn betrachtet; **die Forderung der theorie- oder hypothesengeleiteten Erhebung** aber wird **fallengelassen**, da ein Großteil der heutigen Datenextraktion keiner spezifischen Fragestellung mehr folgt, sondern ‚auf gut Glück‘ Rohmaterial für Datenanalysen bereitstellt.

*Forderung
der hypothesen-
geleiteten
Erhebung wird
fallengelassen*

*Fehlvorstellungen
über Daten*

Zum Verständnis der besonderen Eigenschaften von Daten soll nun die häufige Analogie Letzterer zu Rohstoffen untersucht werden, besonders in Hinblick auf **mögliche Fehlvorstellungen**. „Daten sind der Rohstoff der Zukunft – Daten sind ein Teil der realen Welt wie Kohle und Stahl“ – so formulierte es die ehemalige Bundeskanzlerin Angela Merkel (Brauckmann 2019, 105). Beschränken wir uns auf den Vergleich mit Kohle, drängen sich diverse Unterschiede auf (Wittmann & Rechl, 2024, 19ff):

*Nicht körperlich
erfahrbar, nicht
verbrauchbar,
kopierbar und
übertragbar, nicht-
invasiv extrahier-
bar; werden durch
Zusammenfüh-
rung wertvoller*

1. Daten sind **nicht körperlich erfahrbar** und **nicht verbrauchbar** im Gegensatz zu Kohle, mit der man sich die Hände dreckig machen und den Stahlofen genau einmal befeuern kann.
2. Daten sind **müheles und in Echtzeit kopier- und übertragbar**.
3. Daten sind **nichtinvasiv extrahierbar**: Kein Braunkohlebagger durchpflügt die Landschaft nach ihnen, sondern sie werden in aller Regel so gewonnen, dass das betroffene Objekt bzw. der betroffene Mensch dadurch nicht unmittelbar beeinträchtigt wird und infolgedessen die Datenerfassung oftmals gar nicht bemerkt (siehe Abschnitt 2.2.2 *Datenerfassung* ab Seite 17).
4. Der Besitz von noch mehr Kohle verändert kaum den Wert derjenigen Kohle, die ein Mensch schon sein Eigen nennt. Anders bei Daten: Im Lichte neuer Daten können aus vorhandenen Daten oftmals neue Schlüsse gezogen werden, d.h., **Daten können durch Zusammenführung mit noch mehr Daten wertvoller** werden (siehe Abschnitt 2.2.3 *Datenintegration* ab Seite 20).³
5. Noch ein Unterschied wird besonders gut sichtbar, wenn der Vergleich zu Öl

³ Der schon früh diskutierte Aspekt, dass Daten nicht fungibel sind (Levitin 1998, 93), d.h., eine Einheit nicht durch jede andere ersetzbar ist, ist nur eine notwendige Voraussetzung, aber keine wesentliche Beschreibung dieses Phänomens.

oder Gas gezogen wird: **Datenbewegungen sind für Außenstehende nicht nachvollziehbar** – im Gegensatz zum Verlauf von Pipelines und zu den Bewegungen von Tankern.

Mit dem vorläufigen Verständnis, dass Daten digitale Darstellungen von Informationen sind, aus denen sich automatisiert Erkenntnisse ziehen lassen, werden wir sie entlang ihrer Wertschöpfungskette genauer untersuchen, nämlich von der Datenextraktion (Datenerfassung) über die Datenintegration (Zusammenführung von Daten) bis hin zur Datenanalyse. Die Unterschiede zwischen physischen Ressourcen und Daten sowie zwischen digitaler Datenverarbeitung und menschlichem Denken werden wir systematisieren, indem wir eine eigene Kategorie der ‚Welt der Daten‘ neben die physische Welt und die geistige Welt stellen. Im Lichte dieser Diskussionen können wir dann einen Datenbegriff formulieren, der für die berufliche Bildung in der digitalen Transformation geeignet ist.

2.2.2 Datenerfassung

Warum gewinnt die Kategorie ‚Datenerfassung‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Wenn Daten die Grundlage der digitalen Transformation bilden, stellt sich die Frage, woher sie eigentlich stammen. Ein umfassendes Verständnis von Daten beginnt dort, wo menschliches Verhalten, maschinelle Abläufe oder natürliche Vorgänge digital erfasst werden.

*Ein gutes
Verständnis von
Daten beginnt bei
deren Erfassung*

Warum ist die Kategorie ‚Datenerfassung‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Schüler*innen an beruflichen Schulen brauchen ein Bewusstsein für die Möglichkeiten von Datenerfassung nicht nur zur Erfüllung des allgemeinbildenden Ziels, mündig in der Nutzung digitaler Technologien und der damit einhergehenden Preisgabe von Informationen über sich selbst zu sein, sondern sie benötigen es auch für berufliches Handeln, das die Erfassung von Daten anderer Personen ermöglicht, z. B. die Installation von Sensoren, besonders als Teil ‚smarter‘ Geräte, oder die elektronische Dokumentation von Pflege- und Betreuungstätigkeiten.

Wie lässt sich die Kategorie ‚Datenerfassung‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

‚Datenerfassung‘ bezeichnet den Moment der Entstehung digitaler Daten aus nicht-digitalen Phänomenen: der Entscheidung eines Menschen, eine Internetadresse aufzurufen; der Bewegung seiner Hand zum Scrollen der Inhalte; dem Öffnen einer App, die bei Verwendung Standortdaten sendet; dem Gebrauch eines Geräts, das die erhaltenen Befehle digital verarbeitet; jeder Messung, die ein Sensor mit Anschluss an digitale Signalverarbeitung vornimmt.

*Datenerfassung
ist nicht
wahrnehmbar*

Der in Abschnitt 2.2.1 genannte Unterschied zur Extraktion physischer Rohstoffe ist dabei von kaum zu unterschätzender Tragweite: Man spürt es nicht, wenn Daten erfasst werden. Unsere Sinnesorgane liefern uns keine direkten Hinweise darauf, denn die Erfassung von Daten bedeutet eben keine Bewegung von Materie, wie die Extraktion physischer Rohstoffe es tut.



Eine ‚Wahrnehmung‘ von Datenerfassung ist lediglich indirekt möglich, und zwar auf der Basis von Vertrauen und Konventionen oder von Wissen: Wenn ich darauf vertraue, dass mein Smartphone bei jedem Fall von Standortdatenübermittlung oder Mikrofonaufzeichnung ein entsprechendes Symbol anzeigt oder meine Webcam beim Filmen stets die Kontrollleuchte aktiviert, dann dient mir dies zur Wahrnehmung der Datenerfassung; wenn ich weiß, wie ich beim Browsen Netzwerkaktivitäten anzeigen lassen kann, dient mir dies zur Wahrnehmung der Datenflüsse, die mein Verhalten beim Besuch einer Webseite beschreiben. Umgekehrt: Wer fälschlicherweise annimmt, dass im Flugmodus keine GPS-Daten empfangen werden, kann von der Nachverfolgbarkeit seines Aufenthaltsorts überrascht werden (Harris 2022).

Die Unauffälligkeit von Datenerfassung aus der Nutzung digitaler Technologien ist die Konsequenz einer Tatsache, die Zuboff (1985) schon zu Beginn des Informationszeitalters formulierte:

*„Even when a given application is designed to automate, it simultaneously generates information about the underlying processes through which an organization accomplishes its work. The word that I have coined to describe this process is *informate*.“*

Zuboff 1985, 8



*Um nur ein Beispiel zur Illustration dieses Zitats zu nennen: In Logistikzentren von Amazon werden fertige Pakete mit Handscannern erfasst (automate), während nebenbei die Zeitpunkte ebendieser Scans Auskunft darüber geben, welche*r Mitarbeitende wie schnell Pakete packt (*informate*).*

*Informations-
entnahme aus
digitalisierten
Prozessen*

Dieses ‚Informatisieren‘ von Arbeitsprozessen – und, im Laufe der seit Zuboffs (1985) Analyse verstrichenen Jahrzehnte, auch weiten Teilen des Freizeithandels – bewirkt, dass eine Handlung unter Gebrauch digitaler Technologie stets die Überwachbarkeit durch diejenigen nach sich zieht, die auf diese Technologie Zugriff haben.

Amazon beispielsweise kann und darf auf Grundlage der Handscanner-Daten Personalentscheidungen fällen (Verwaltungsgericht Hannover 2023).



Die Tatsache, dass Nutzungsdaten historisch betrachtet zunächst vor allem als Nebenprodukt von Handlungen mit Gebrauch digitaler Technologie entstanden, hat zu Begriffsbildungen wie ‚Data-Exhaust‘ geführt, die suggerieren, solche Daten seien ein Abfallprodukt des Nutzer*innenverhaltens, weshalb an ihrer Weiterverwertung nichts zu beklagen sein sollte (wenn nicht gar Dankbarkeit dafür empfunden sollte, dass der Daten-,Abfall‘ nicht einfach verpufft). Tatsächlich liegt es häufig im geschäftlichen Interesse derjenigen Unternehmen, die Dienstleistungen mithilfe digitaler Technologie erbringen, nicht bloß die bei der Erbringung dieser Dienstleistung notwendigerweise entstehenden Daten zu erfassen, sondern die Technologie dahingehend zu verändern, dass sie so umfangreiche Daten wie möglich sammelt.

Ein alltägliches Beispiel dafür ist das ‚Cross-Site-Tracking‘ im Internet, also das Bemühen, Besucher*innen von Webseiten zu identifizieren, um sie auf anderen Webseiten wiederzuerkennen und dadurch Werbung anzeigen zu können, die auf die Interessen dieser Personen zugeschnitten ist.

*Datenerfassung
ist vom
Nebeneffekt der
Digitalisierung
zum Ziel
geworden*

Der didaktische Wert der Begriffswahl ‚Datenerfassung‘ anstelle von ‚Datengenerierung‘, ‚Datenentstehung‘, ‚Digitalisierung‘ oder Ähnlichem liegt darin, dass eben diese Vorsätzlichkeit zum Ausdruck kommt. Blickt man mit der Kategorie ‚Datenerfassung‘ auf Geräte und Technologien, die man z. B. als beruflich handelnde Person anderen Menschen zur Verwendung einrichtet oder denen man infolge von Nutzung durch andere Personen oder Institutionen ausgesetzt ist, kann man sich der Frage nicht entziehen, wer schließlich Macht über die Daten besitzt und zu welchem Zweck diese verarbeitet werden könnten. Diese Frage hilft dabei, Datenschutz und Datensicherheit im beruflichen Handeln mitzudenken und nicht bloß als nachträgliche Bedingung hintenanzustellen.

Was verstehen wir unter ‚Datenerfassung‘?

Datenerfassung bezeichnet die Überführung eines nicht-digitalen Phänomens in digitale Form. Physische Phänomene werden durch Messung mit Sensoren in Daten überführt; geistige Phänomene wie Interessen, Gewohnheiten oder Arbeitsprozesse werden durch Nutzung digitaler Hilfsmittel in Daten überführt. Datenerfassung entzieht sich der direkten Wahrnehmung.

2.2.3 Datenintegration

Warum gewinnt die Kategorie ‚Datenintegration‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Datenintegration ermöglicht Wertschöpfung aus Daten Damit Daten, die neu erfasst wurden, analysiert werden können, müssen sie mit anderen, bereits bekannten Daten zusammengeführt werden: Die Identifikation von Webseiten-Besucher*innen wird dann wertvoll, wenn Daten über deren Interessen aus früherem Surfverhalten herangezogen werden können; die Messdaten einer einzelnen Maschine können dann für prädiktive Wartung genutzt werden, wenn sie mit Daten anderer Maschinen gleichen Typs verglichen werden können.

Warum ist die Kategorie ‚Datenintegration‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Verständnis der Chancen und Risiken der Datenerfassung Schüler*innen können Chancen und Risiken der Erfassung eigener Daten in ihrem persönlichen Handeln und der Erfassung der Daten anderer Menschen im Rahmen ihres beruflichen Handelns nicht korrekt einschätzen, wenn sie kein Bewusstsein dafür haben, welche Erkenntnisse aus Daten gewonnen werden können, indem diese nicht isoliert betrachtet, sondern mit Daten aus anderen Quellen und von anderen Zeitpunkten kombiniert werden.

Wie lässt sich die Kategorie ‚Datenintegration‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

Die Datenintegration ist ein Zwischenschritt in der Wertschöpfungskette nach der Datenerfassung und vor der Datenanalyse. Im Gegensatz etwa zum Daten-Cleaning (grob formuliert: der passenden Formatierung für die folgenden Verarbeitungsschritte) ist die Integration ein Arbeitsschritt, von dem auch Außenstehende eine Vorstellung haben sollten, um die Auswirkungen der digitalen Transformation einschätzen zu können. Datenintegration sollte also im Unterricht thematisiert werden, weil sie detailliertere Schlussfolgerungen aus Daten ermöglicht, als die Urheber*innen dieser Daten im Allgemeinen vermuten, und weil ihrem Verständnis einige Fehlvorstellungen entgegenstehen.



Als Beispiel für unerwartete Schlussfolgerungen sei die Rekonstruktion des Standorts eines Smartphones ohne Verwendung seiner Standortdaten genannt: Dank einer Zusammenführung von Daten des Smartphones – namentlich Zeitzone, IP-Adresse, Netzwerkabdeckung, Beschleunigungssensor, Kompass und Luftdrucksensor – mit allgemein verfügbaren Daten, etwa Land- und Wetterkarten sowie Fahrplänen, kann die Position des Smartphones mit vergleichbar höherer Genauigkeit ermittelt werden, als wenn ein direkter Zugriff auf GPS-Daten erfolgt wäre (Mosenia et al., 2018).

Dieses Beispiel illustriert ein bekanntes statistisches Vorgehen – nämlich die Ermittlung einer latenten Variablen dank ihrer Korrelationen mit beobachtbaren Variablen –, womit es als Warnung vor der Fehlvorstellung dient, Nutzer*innen könnten die Ermittlung eines Datentyps (im obigen Beispiel: Standortdaten) sicher unterbinden, indem sie den direkten Zugriff darauf verhindern.

Die Ermittlung latenter Variablen durch Zusammenführung anderer, beobachtbarer Variablen ist keine Erfindung des digitalen Zeitalters und sollte folglich eigentlich nicht überraschen. Dass sie dennoch von den meisten Menschen unterschätzt wird, liegt möglicherweise nicht nur im rasanten Wachstum von Datenmengen und Datenquellen, sondern ebenfalls in einer irreführenden unbewussten Analogie in die geistige Welt begründet: Die Zusammenführung von Informationen im menschlichen Geist ist aufwendig, besonders wenn sich diese Informationen über mehrere Menschen verteilen – sie müssen unter Umständen länger miteinander reden, um die Informationen zusammenzuführen. In der Welt der Daten ist dies hingegen kaum ein Hindernis (siehe auch Abschnitt 2.2.5 *Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?* ab Seite 25).

Was verstehen wir unter ‚Datenintegration‘?

Datenintegration bezeichnet die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen und/oder von unterschiedlichen Zeitpunkten. Sie ermöglicht Schlussfolgerungen, die weit über den Informationsgehalt der unmittelbar erfassten Daten hinausgehen.

Die Integration verschiedener Datenquellen ermöglicht die Ermittlung auch solcher Daten, die nicht direkt erfasst werden konnten

Die Zusammenführung von Informationen im menschlichen Geist ist aufwendig, in der Welt der Daten allerdings kaum ein Hindernis

2.2.4 Datenanalyse

Warum gewinnt die Kategorie ‚Datenanalyse‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Der Datenanalyse wird in der digitalen Transformation aus mehreren Gründen Bedeutung zuteil. An erster Stelle zu nennen ist das beschriebene **Wachstum der Datenmengen** (siehe auch Abschnitt 2.2.3 *Datenintegration* ab Seite 20).

Der zweite Grund für die zunehmende Relevanz von Datenanalysen sind **neue Technologien der Datenanalyse, insbesondere** die häufig thematisierte **‚Künstliche Intelligenz‘ (KI)**. Während Daten einst theoriegeleitet erhoben und auf für Menschen nachvollziehbare Weise ausgewertet wurden, werden sie heute oftmals ‚auf gut Glück‘ gesammelt und dann maschinell nach Mustern durchsucht – mit derartigem Erfolg, dass Anderson (2008) mit seiner vielbeachteten Auffassung, die Welt der Modelle sei vorbei, überspitzt das Ende theoriegeleiteter Datenerhebung kommen sieht:

„We can analyze the data without hypotheses about what it might show. We can throw the numbers into the biggest computing clusters the world has ever seen and let statistical algorithms find patterns where science cannot.“

Anderson 2008

Warum ist die Kategorie ‚Datenanalyse‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Diese Wirkungen **betreffen alle Lebensbereiche – darunter in der beruflichen Bildung u. a. die berufliche Handlungskompetenz** sowie infolgedessen auch normative Leitvorstellungen (Kutscha 2017), auf die das Handeln von Lehrkräften in der beruflichen Bildung gerichtet ist. Zu fachkompetentem Handeln kann beispielsweise in der Industrie die Analyse von Sachverhalten mithilfe ‚digitaler Zwillinge‘ gehören; für sozialkompetentes Handeln im Betrieb ist der aktive Umgang mit den Möglichkeiten datengestützter Überwachung von Mitarbeiter*innen von Bedeutung. Auf gesellschaftlicher Ebene ist das Verständnis der Macht relevant, die denjenigen Firmen und staatlichen Institutionen verliehen wird, die über große zu analysierende Datenmengen verfügen – nämlich die Macht, Verhalten zu prognostizieren und zu beeinflussen (BVerfG 1983; Zuboff, 2015).

Wie lässt sich die Kategorie ‚Datenanalyse‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

Eine **Suche von Mustern und Zusammenhängen** kann **mittels durch Menschen nachvollziehbarer statistischer Verfahren und Algorithmen** vorgenommen werden. Mittlerweile kommt indes bei der Mustersuche häufig zusätzlich

*Schnelles
Wachstum der
Datenmengen und
neue Technologien
der Datenanalyse*

oder stattdessen eine Analyse anhand von KI zum Einsatz. Der Weg vom Input (Daten) zum Output (z. B. Auswahl der Werbung, die Webseiten-Besucher*innen angezeigt wird) verläuft bei KI in Form neuronaler Netze entlang vieler Schichten von Gewichtungen, die **auf keine menschlichen Begriffe abgebildet** sind und daher keinen menschlich nachvollziehbaren Zusammenhang mehr ergeben.

Für Menschen nachvollziehbare und nicht nachvollziehbare Suche von Mustern und Zusammenhängen

Bei der Datenanalyse handelt es sich dann um einen Vorgang, der keine bloße digitale Ersetzung dessen ist, was Menschen denken, sondern **den es so nur in der Welt der Daten gibt** (siehe Abschnitt 2.2.5 *Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?* ab Seite 25). KI kann allerdings umgekehrt indirekt zu einem besseren Verständnis menschlicher Entscheidungen beitragen: Repetitive Aufgaben wie gewisse behördliche Vorgänge (zu denken sei etwa an BAföG-Anträge) können mit weniger menschlichen Arbeitsstunden erledigt werden, wenn eine KI auf Grundlage bisheriger menschlich bearbeiteter Anträge trainiert wird. Dann könnte getestet werden, wie die KI auf Veränderungen einzelner Parameter reagiert, um Rückschlüsse z. B. auf etwaige Voreingenommenheiten in den zugrunde liegenden menschlichen Entscheidungen zu ziehen. Solch eine KI bleibt aber eine ‚Black Box‘, da ihre Parameter nicht versprachlicht werden können, sondern nur eine Imitation menschlicher Entscheidungen liefern. Die KI expliziert mithin nicht, wie Menschen entscheiden, sie liefert aber ein Imitat, mit dem experimentiert werden kann, und setzt ökonomische Anreize dafür, dass menschliche Entscheidungen überhaupt im großen Stil digital erfasst und dadurch – KI-gestützter oder klassischer – statistischer Untersuchung zugänglich gemacht werden.

Keine bloße Ersetzung menschlichen Denkens

Anreize für die Erfassung und Analyse menschlicher Entscheidungen

Während beim Thema ‚Daten‘ oftmals Vergleiche zu physischen Phänomenen (‚Rohstoff‘, ‚Öl‘, ‚Arbeit‘) gezogen werden, sind beim Thema ‚Datenanalyse‘ eher Vergleiche mit menschlichem Denken von Interesse, denn Analysen waren bis zum Computerzeitalter eine reine Denkleistung. Menschen haben **Kontextwissen** und optimieren meist (unbewusst) unter Nebenbedingungen, indem sie etwa rechtliche oder moralische Schranken mitberücksichtigen. Wird hingegen einer KI aufgetragen, ‚User-Engagement‘ in einem sozialen Medium zu maximieren, verfällt diese bald darauf, einer Person stets diejenigen Inhalte zu präsentieren, die sie emotional ansprechen und in ihren Ansichten bestärken. Sowohl die Nachvollziehbarkeit von Nebenbedingungen als auch die Rücksichtnahme auf sie, z. B. in Gestalt des Erhalts eines gemeinsamen öffentlichen Diskurses, sind – selbst wenn gewünscht – nicht leicht zu gewährleisten; insbesondere Erstere ist Ziel eines Forschungsfelds, das sich noch in den Anfängen befindet, namentlich *‚Explainable AI‘*⁴. Datenanalysen eröffnen die Möglichkeit, **Verhalten zu prognostizieren und zu beeinflussen**.

Menschen optimieren in rechtlichen und moralischen Kontexten – für KI ist dies schwer umsetzbar

4 So zeugt etwa die Bestandsaufnahme von Nauta et al. (2022) von der Herausforderung, über anekdotische und subjektive Belege von Nachvollziehbarkeit in KI-Systemen hinauszukommen.



*Der Versuch,
Wählende anhand
von Persönlich-
keitsprofilen zu
beeinflussen, illus-
triert die Relevanz
der Thematik für
die Mündigkeit*

Dieser Aspekt soll anhand eines vielbeachteten Beispiels von Integration und Analyse personenbezogener Daten illustriert werden. Facebook verfügt über einen der derzeit größten Schätze an solchen Daten. Bereits im Jahr 2015 konnten Forschende mithilfe dieser Daten, bei denen es sich um die von einer Person vergebenen ‚Likes‘ handelte, einen Persönlichkeitsfragebogen zu den sogenannten ‚Big Five‘ der Persönlichkeitspsychologie für diese Person mit einer Genauigkeit ausfüllen, die sonst nur der*die Ehepartner*in erzielte (Wu et al. 2015, 1036ff.).

Die bereits in Abschnitt 2.1.2 zitierte Sorge des Bundesverfassungsgerichts von 1983, dass Daten

„zu einem teilweise oder weitgehend vollständigen Persönlichkeitsbild zusammengefügt werden, ohne daß der Betroffene dessen Richtigkeit und Verwendung ausreichend kontrollieren kann“

BVerfG, 1983, Rn. 145

mag sich rückblickend wie eine Prophezeiung dieser Praxis der datengestützten Profilierung lesen.



Ins öffentliche Bewusstsein gedungen ist sie schließlich durch die Cambridge-Analytica-Affäre: Auf Grundlage von vorgeblich für Forschungszwecke angebotenen Persönlichkeitstests auf Facebook versuchte die Beratungsfirma Cambridge Analytica, das Wahlverhalten zu beeinflussen. Das angebliche Alleinstellungsmerkmal von Cambridge Analytica, psychografische Werbung zu schalten, darf sowohl im Umfang als auch in der Wirkung angezweifelt werden (Maschewski & Nosthoff 2021, 322), aber weite Teile der Öffentlichkeit wurden zum ersten Mal gewahr, welche Verwendung ihrer Daten üblich ist: „So nutzte [Cambridge Analytica] weitestgehend kommerziell zu erwerbende Konsument*innen- und Wähler*innendaten. [...] es wurden [...] bis zu 160 Millionen Individuen erfasst, die Menge von maximal 3.000 [Datenpunkten] dabei offenbar nicht übertroffen. Bemerkenswert [...] ist, dass sich hier [...] kaum exzeptionelle Praxen erkennen lassen.“ (Maschewski & Nosthoff 2021, 323)

Wenngleich die Wirkung in diesem prominenten Beispiel schwierig zu quantifizieren bleibt, ist doch das Prinzip, mit genaueren Informationen die Dinge oder Menschen besser beeinflussen zu können, seit alters her bekannt: Wissen ist Macht.

Was verstehen wir unter ‚Datenanalyse‘?

Datenanalyse ist der (teil-)automatisierte Gewinn von Erkenntnissen aus Daten. Die Automatisierung kann zulasten menschlicher Nachvollziehbarkeit gehen. Auf Grundlage der Analyse von Daten lässt sich konkretes Verhalten einzelner Personen vorhersagen und beeinflussen (s. auch Abschnitt 2.3 Personalisierung ab Seite 29).

2.2.5 Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?

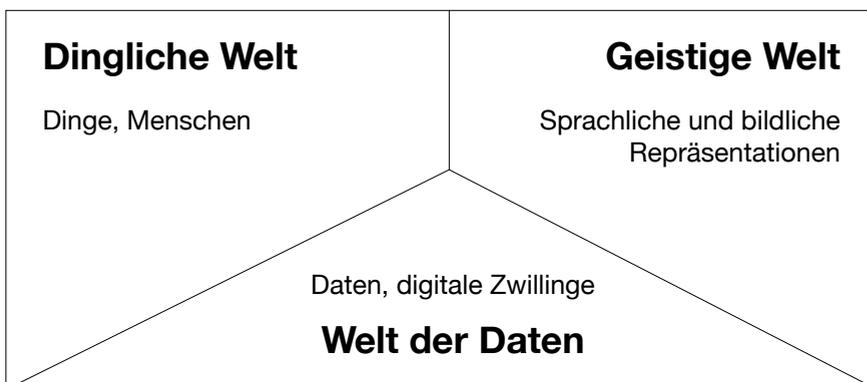
Warum gewinnt die Kategorie ‚Welt der Daten‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Die Relevanz von Daten in der digitalen Transformation – und damit die berufs- und wirtschaftspädagogische bzw. -didaktische Herausforderung durch diese Kategorie – lässt sich nicht durch Analogien mit Rohstoffen oder anderen physischen Phänomenen erfassen; sie erfordert eine Abgrenzung von der Repräsentation von Informationen im menschlichen Gehirn. „The world is reborn as data“ (Zuboff 2015, 77): Es gibt nicht mehr bloß die physische, dingliche Welt und die kognitiven Repräsentationen, die Menschen sich davon machen und meist in Form von Sprache zum Ausdruck bringen, sondern die **reale Welt wird zu immer größeren Teilen und mit zunehmender Genauigkeit in Datenform gefasst**. Wir nennen das ‚Welt der Daten‘ (siehe Abbildung 2)⁵.

Die Welt der Daten unterscheidet sich von der physischen und der geistigen/ kognitiven Welt

Abbildung 2:

Dingliche Welt, geistige Welt und Welt der Daten (eigene Abbildung)



5 Einen verbreiteten Begriff hierfür scheint es nicht zu geben. Zuboff (2015,77) benutzt „the electronic text“; das lädt jedoch zum schwerwiegenden Missverständnis ein, es gehe bloß um die elektronische Darstellung menschlicher Sprache zwecks Übermittlung an andere Menschen; es geht aber vielmehr um die elektronische Darstellung von schlichtweg allem zwecks maschineller Analyse. Wir orientieren uns daher an der Differenzierung von Klafki (1959, 294) in dingliche und geistige Welt und erweitern diese um die Komponente „Welt der Daten“.

Warum ist die Kategorie ‚Welt der Daten‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Daten erlauben
es, Wissen
,ohne Kosten‘
zu zentralisieren

Nicht nur aus der dinglichen, sondern auch aus der geistigen Welt ziehen Menschen – häufig unbewusst – Parallelen zu Daten, die wegen damit verbundener Fehlvorstellungen hinterfragt werden sollten. Eine Grunderfahrung im Hinblick auf **menschliches Wissen** besteht darin, dass es sich über viele Menschen **verteilt** (Kunter & Trautwein 2013, 40) – wer vieles wissen will, muss viele Menschen fragen. In der Welt der Daten gilt dies nicht: Die Suchmaschine Google kann für die Recherche nach allen denkbaren Themen beansprucht werden, wodurch **sich beim Technologieunternehmen Google das Wissen** darüber **bündelt**, was eine Person interessiert. Eine weitere Grunderfahrung lautet, dass ein Gedankenaustausch aufwendig ist, weil Sender*in und Empfänger*in jeweils Zeit in die Mitteilung bzw. die Aufnahme investieren müssen. Nicht so in der Welt der Daten: Hat eine Webseite einmal den nötigen Code von einem Digitalkonzern eingebaut, bereitet es **keinerlei Mehraufwand**, diesen Konzern über jeden Besuch zu informieren.

Wie lässt sich die Kategorie ‚Welt der Daten‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

‚Digitale
Zwillinge‘ sind
Datenabbilder
und nicht
Visualisierungen

Der Blick auf die schiere Datenmenge, auf den insbesondere der Begriff ‚Big Data‘ verweist, ist zu eng, um die zunehmende Bedeutung von Daten zu erfassen. So wie die dingliche Welt nicht allein anhand ihrer Atome verstanden werden kann, **reicht der atomistische Blick auf Daten nicht aus**, um deren Welt zu verstehen. Wer diese durchdringen will, muss auch Strukturen in den Blick nehmen, **die aus Daten bestehen** und deren Eigenschaften mehr als nur die Summe der Einzelteile sind.

Dies lässt sich am Beispiel des Konzepts des ‚digitalen Zwillinges‘ verdeutlichen. **Ein digitaler Zwilling eines realen Objekts ist eine möglichst umfassende, genaue und aktuelle Beschreibung dieses Objekts durch Daten.**



Der digitale Zwilling eines Autos zum Beispiel kann gefahrene Strecken (einschließlich Koordinaten), Entfernungen, Geschwindigkeiten, Bremsvorgänge, Exponiertheit für Witterung (dank Regensensor) und unzählige andere Daten beinhalten, die der Fahrzeughersteller durch entsprechende Sensorik im Auto und Datenflüsse vom Auto zu seinen Servern über die Lebensdauer des Autos hinweg sammeln kann.

Der Nutzen digitaler Zwillinge liegt unter anderem in der prädiktiven Wartung, d. h. etwa einer solchen aufgrund von **Prognosen** über die Pannenwahrscheinlichkeit einzelner Komponenten, sowie in der Berücksichtigung des Nutzungsverhaltens bei zukünftigen Neuentwicklungen. Digitale Zwillinge, also Abbilder von etwas in Datenform, werden in der Industrie nicht bloß für reale Gegenstände angestrebt, sondern auch für Vorgänge wie Produktionsprozesse oder für im Sinne von Abbildung 2 (Seite 25) eher in der geistigen Welt anzusiedelnde (Bau-)Pläne („digital twin prototype“, Grieves & Vickers 2016, 95). So definiert beispielsweise die „Industrial Digital Twin Association e. V.“, ein deutscher Verband für die Etablierung von Open-Source-Standards für **digitale Zwillinge in der Industrie**, einen digitalen Zwilling als

„das Datenabbild eines Assets. Ein Asset ist ein Gegenstand, der in die Informationswelt der Industrie 4.0 integriert werden soll. Die Bandbreite der möglichen Assets ist groß: Sie reicht von Maschinen und ihren Komponenten, Zuliefermaterial und Produkten über Software bis hin zu Unterlagen wie Pläne, Verträge oder Bestellungen und Aufträge. Gemäß dem Ansatz der IDTA ist der Digitale Zwilling – im Unterschied zu häufig gewählten Illustrationen – in erster Linie kein virtuelles, realitätsähnliches Bild des betrachteten Gegenstands.“

Industrial Digital Twin Association 2022

Der Begriff des digitalen Zwillings stammt zwar aus der Industrie, ist aber z. B. **auch auf das digitale Abbild einer Person im Gesundheitswesen anwendbar:**

„One can analyze these health care concepts [health, disease, preventive care, and enhancement] in analogy with engineering concepts of ‘normal functioning,’ ‘malfunctioning,’ ‘predictive maintenance,’ ‘performance optimization,’ and the ‘implementation of new functionality’.“

Bruynseels et al. 2018, 2

Der digitale Zwilling im Gesundheitswesen liefert ein Beispiel für die oben behauptete **Emergenz, d. h. das Auftreten neuer Phänomene bei Zusammenfügen von Einzelteilen, im vorliegenden Fall Daten:** Die Langzeiterfassung gesundheitsbezogener Daten verspricht die Möglichkeit, den ‚Normalzustand‘ nicht – wie heute noch üblich – mithilfe von Durchschnittswerten der Gesamtbevölkerung, sondern relativ zu den für die betrachtete Person typischen Werten zu definieren, sodass Gesundheit **personalisiert** erfasst werden kann, womit wiederum auch potenziell alarmierende Abweichungen personenbezogen frühzeitig bemerkt und behandelt werden können (siehe auch Abschnitt 2.3 *Personalisierung* ab Seite 29).

*Digitale Zwillinge
auch im
Gesundheitswesen*

*Digitale Zwillinge
ermöglichen als
neues Phänomen
‚Personalisierung‘
– auf Basis der
Datenintegration*

Im Lichte dieser Überlegungen zu Erfassung, Integration und Analyse von Daten sowie zur Welt der Daten kann nun eine **Definition von Daten für die Zwecke der beruflichen Bildung in Zeiten der digitalen Transformation** formuliert werden.

Was verstehen wir unter ‚Daten‘?

*Daten sind digitale Darstellungen von Informationen, die den über sie verfügenden Akteur*innen eine (teil-)automatisierte Erkenntnissuche und damit eine Beeinflussung der Dinge oder Menschen ermöglichen, über die sie Auskunft geben. Daten lassen sich durch Eigenschaften näher bestimmen, die sie von Vorstellungen der dinglichen Welt und der geistigen Welt unterscheiden, und unterliegen deshalb häufig Fehlvorstellungen.*

2.3 Personalisierung

Laureen Gadinger, Eveline Wittmann

Warum gewinnt die Kategorie ‚Personalisierung‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Die Möglichkeit, auf Basis von Datenanalysen **Bedarfe** im Unterschied zur historisch tradierten standardisierten Massenproduktion oder -dienstleistung verstärkt **‚personalisiert‘ zu befriedigen**, „stellt eines der zentralen, im Kern neuen berufsfeldübergreifenden Merkmale der digitalen Transformation dar“ (Wittmann & Weyland 2020, 279, Hervorh. hinzugefügt). Dies betrifft die Personalisierung materieller Produkte ebenso wie diejenige immaterieller Dienstleistungen (Bruhn & Hadwich 2020, 13; Kölmel et al. 2019, 246). Digitale Vernetzung und die Möglichkeit datengestützter Analysen auch großer Datenmengen in Echtzeit schaffen hierfür die Voraussetzung.

Massenproduktion und -dienstleistung vs. auf Datenanalysen beruhende Personalisierung

Zentrales Merkmal der digitalen Transformation

Warum ist die Kategorie ‚Personalisierung‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Aus der Möglichkeit der Personalisierung ergeben sich in der digitalen Transformation **ökonomische Chancen einerseits und technologische Herausforderungen** im Hinblick auf die Vernetzung von Prozessen andererseits, für deren Bearbeitung qualifiziertes Personal benötigt wird, das Domänenwissen mit einem adäquaten Verständnis von Möglichkeiten und Bedingungen der Personalisierung verbindet.

Ökonomische Chancen und technologische Herausforderungen

Anforderungen an die Lehrkräfte resultieren hierbei auch daraus, dass sich das Konzept der Personalisierung bislang eher fragmentiert und unter anderen Begrifflichkeiten in den **Curricula der Berufsausbildung** niederschlägt, Gelegenheiten zur Vermittlung des Konzepts also von den Lehrkräften selbst identifiziert werden müssten.

Gelegenheiten in Curricula der Berufsausbildung

*Exemplarisch ist in Lernfeld 5 des Rahmenlehrplans der KMK für den Ausbildungsberuf E-Commerce-Kauffrau/-mann gefordert: „Die Schüler*innen werten die Abwicklung von [...] Stornierungen in Bezug auf Kosten, Effizienz, Leistungsqualität [...] aus. Sie leiten [...] Vorschläge für die Weiterentwicklung [des Online-Angebots ab].“*



Während die Formulierung inhaltlich anschlussfähig ist für das, was im Folgenden als ‚Personalisierung‘ bezeichnet wird, findet der Begriff selbst keine Verwendung, sodass unter anderem unklar bleibt, inwieweit hier

überhaupt auf Online-Angebote abgezielt wird, die von tradierten Formen der Massenproduktion abweichen.

Die datengestützte Beeinflussung kann Handlungsfreiheit erweitern oder begrenzen

Gleichzeitig erfolgt durch personalisierte Angebote eine **datengestützte Beeinflussung** von Kund*innen, Patient*innen etc., die die **Handlungsfreiheit** dieser Individuen erweitern oder aber auch – oft unbewusst – beeinträchtigen kann (Aguirre et al. 2016). Häufig wird der Begriff ‚Personalisierung‘ dabei synonym mit dem der ‚Individualisierung‘ verwendet. Daher ist es – gerade auch in Abgrenzung zur pädagogischen Kategorie ‚**Individualität**‘ – unter der Perspektive beruflicher Mündigkeit zentral, dieses gesellschaftliche Phänomen in der beruflichen Lehrkräftebildung zum Gegenstand zu machen (siehe Abschnitt 1.2 ‚*Berufliche Bildung‘ als Leitidee in der digitalen Transformation* ab Seite 4).

Abgrenzung zur pädagogischen Kategorie der Individualisierung/ Individualität

Wie lässt sich die Kategorie ‚Personalisierung‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

Die historische Grundidee der Personalisierung basierte auf einer Nutzer*innen-zentrierung, die darauf abzielt, Inhalte zur gewünschten Zeit und Qualität an Kund*innen zu liefern oder Werbung passgenauer zuzuschneiden (Aguirre et al. 2015, 35; Tam & Ho 2006, 867). Im Kontext der digitalen Transformation steht der Begriff der Personalisierung dafür, dass das Adressieren von **Bedürfnissen und Bedarfen** abseits der persönlichen Kommunikation **automatisiert erfolgt, basierend auf der Analyse digitaler Daten**, und zwar im Rahmen von **Produktions- und Dienstleistungsprozessen**, die vergleichbar der Massenproduktion und -dienstleistungen **große Mengen an abnehmenden Kund*innen, Patient*innen** etc. bedienen (Kölmel & Würtz 2018, 13).

Personalisierung kann auf unterschiedliche Wettbewerbsfaktoren bezogen sein

Personalisierung kann in diesem Zusammenhang neben **Zeit und Qualität** auch andere **Wettbewerbsfaktoren wie den Preis bzw. die Kosten oder die Flexibilität** in der Auslieferung (z. B. den Zeitpunkt) betreffen (s. Schirmer 2020). In diesem Kontext ist bedeutsam, dass Personalisierung nicht zwingend für Abnehmende von Produkten und Dienstleistungen gewinnbringend sein muss: So können z. B. Preise so flexibilisiert werden, dass Angebote mit hoher Wahrscheinlichkeit gerade noch angenommen werden; entscheidend ist mithin die passgenaue Bereitstellung mit Blick auf die – oftmals ökonomischen – Referenzen der **anbietenden Organisation**.

Personalisierung macht die besonderen Eigenschaften von Daten ökonomisch nutzbar

Wer personalisiert Produkte und Dienstleistungen ausliefert, macht sich dazu vielmehr die Merkmale von Daten zunutze: deren nichtinvasive Extrahierbarkeit, Analysierbarkeit und Übertragbarkeit an beliebige Stellen der Prozesskette in Echtzeit, aber auch deren beliebige Kopierbarkeit und damit Skalierbarkeit. Der Aspekt der **Datenanalysen** scheint dabei von besonderer Relevanz, denn wie Hoeyer (2019) für die Medizin herausstellt, beinhaltet Personalisierung,

durch die Daten **Rückschlüsse von großen Populationen auf das Individuum oder den einzelnen Sachverhalt** zu ziehen:

„Personalized medicine does not imply a shift from population to individual; rather, it generates new ways of inscribing the population in the individual and of letting individuals contribute in new ways to the population. Clinicians have always used patient data as learning opportunities, but initiatives aimed at personalized medicine intensify data collection and pooling – and in consequence confront patients with heightened responsibilities for contributing personal data to shared resources. Data-pooling facilitates stratification of population groups and personalized prevention targeting at-risk individuals in general practice.“

Hoeyer 2019, 532

Diese fachspezifische Definition der personalisierten Medizin impliziert, dass ‚Personalisierung‘ hier ein **Abrücken von einer bislang weitgehend standardisierten Behandlung** von Populationen mit vergleichbaren Krankheitsbildern umfasst, die, im Produktionsbereich auch mit dem Begriff ‚Massenproduktion‘ belegt ist und im Verwaltungsbereich zur Herausbildung bürokratischer Organisationen geführt hat (Weber 1972/1922). Für den industriellen Bereich bedeutet die ‚personalisierte‘ Produktion in ‚Losgröße 1‘ z.B. vergleichbar die datengestützte weitgehende Flexibilisierung von Fertigungsprozessen unter Einschluss der Prozesslogistik.

Definitiv abzugrenzen ist der Begriff aber auch von dem der Individualisierung. Letztere meint nämlich gewöhnlich die Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen für ein Individuum auf Basis von freiwillig und bewusst für diesen Zweck gemachten individuellen Angaben und Aushandlungsprozessen (s. Abbildung 3).

*In Abbildung 3 ist ein Prozess des Maßschneiderns eines Kleidungsstücks dargestellt, der das Konzept der Individualisierung exemplifiziert. Nach Aufnahme des Kund*innenwunsches mit der Angabe präziser Daten zum gewünschten Produkt (Kleidungsstück) fertigt ein*e Dienstleistende*r (Maßschneider*in) wunschgemäß das Produkt (Kleidungsstück) an und übergibt dieses. Zwar können Erfahrungswerte und gespeicherte Daten in die Produkterstellung eingehen (z. B. Erfahrungswerte der Dienstleistenden zu Eigenschaften und Limitationen des Produkts), sowohl Prozess als auch Produkt können aber an individuell kommunizierte Bedarfe angepasst werden.*

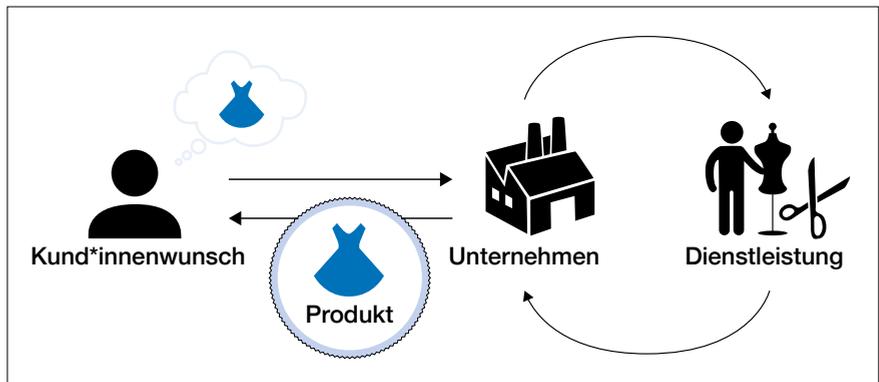
Schlüsse von Populationen auf einzelne Sachverhalte

*Beitrag des*der Einzelnen zur Population möglichst*

Individualisierung meint die Entwicklung von Produkten/ Dienstleistungen auf Basis freiwillig dazu gemachter Angaben und Aushandlungen



Abbildung 3:
Individualisierung (eigene Abbildung)

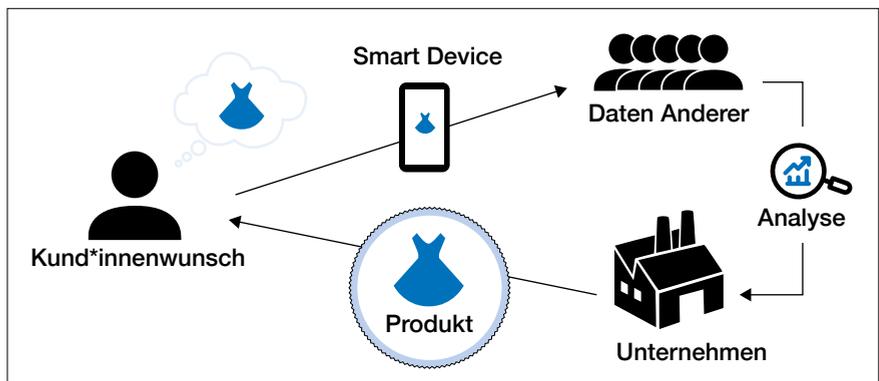


Hiervon abzugrenzen ist das Konzept der Personalisierung: Sie kann beschrieben werden als die personenbezogene **Anpassung** eines Produkts oder einer Dienstleistung auf Basis von

Personalisierung erfordert eine Kopplung mit verfügbaren Daten aus Populationen und Prozessen

- **digitalen Daten, die von anderen Personen oder Prozessen oder aus zeitlich vorgelagerten Situationen** und Prozessen derselben Person verfügbar sind, die analysiert werden
- und mit **digitalen Daten des*der Einzelnen aus der konkreten Situation** zum Zweck einer möglichst passgenauen digitalen Auslieferung von Produkten und Dienstleistungen gekoppelt werden (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4:
Personalisierung (eigene Abbildung)



Dies soll wiederum beispielhaft durch den in Abbildung 4 dargestellten Prozess veranschaulicht werden. Nachdem der*die Kund*in eigene Daten (z.B. Kleidergröße, Passform, Farben etc.) in ein digitales Endgerät eingegeben hat, werden gesammelte, erworbene, öffentlich verfügbare oder firmeninterne Daten aus anderen Prozessen mit den Daten der Kund*innen gekoppelt und zumeist automatisiert analysiert. Welche Daten hierzu verwendet werden, ist dem*der Kund*in im Regelfall nicht bewusst. In Echtzeit kann das Unternehmen damit kostengünstig zielgenauer agieren als in der standardisierten Massenproduktion und idealerweise unmittelbar⁶ oder im von dem*der Kund*in akzeptierten Zeitfenster⁷ produzieren.



Was verstehen wir unter ‚Personalisierung‘?

Personalisierung stellt ein zentrales Merkmal der digitalen Transformation dar: Durch sie erfolgt eine datengestützte Beeinflussung von Prozessen und Menschen in Hinblick auf verschiedene Wettbewerbsfaktoren. Personalisierung ist nicht nur von der Gleichbehandlung im Rahmen standardisierter Massenproduktion und -dienstleistung, sondern auch von Individualisierung abzugrenzen, und definiert sich als Anpassung eines Prozesses, eines Produkts oder einer Dienstleistung durch Kopplung von Daten, die der*die Einzelne in der Situation generiert, und Daten aus Populationen oder anderen Prozessen.

6 Beispielsweise mittels datengestützter Schnitt- und Nähetechnologie.

7 Im Sinne der Flexibilisierung und logistischen Optimierung der Produktion.

2.4 Kopplung von Technologie

Joachim Siegert, Eveline Wittmann

Warum gewinnt das Konzept ‚Kopplung von Technologie‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Kopplung digitaler Technologien mit Elementen der physischen oder geistigen Welt

Die digitale Transformation lässt eine Datenwelt entstehen, bei der es sich um keine bloße Sammlung von Abbildern physischer und geistiger Phänomene in neuer Form handelt, sondern die eine eigene Dynamik entfaltet (siehe auch Abschnitt 2.2.4 *Datenanalyse* ab Seite 22) und in Wechselwirkung mit physischen sowie geistigen Phänomenen steht. Viele prominente Themen wie cyber-physische Systeme, kollaborative Robotik und Mensch-Maschine-Schnittstellen lassen sich in diesem Lichte analysieren, nämlich als **Kopplung digitaler Technologien mit Elementen der physischen oder geistigen Welt**.

Warum ist das Konzept ‚Kopplung von Technologie‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Mehr berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit wird erforderlich, besonders bei IT-Berufen

Kopplungen von Technologie werden neues Handwerkszeug in zahlreichen Berufen hervorbringen: Neben rein physischen und rein digitalen Arbeitsmitteln (herkömmliches Werkzeug, Office-Anwendungen) treten dann solche zutage, die diese Welten miteinander verbinden, z. B. kollaborative Roboter. Nicht nur die Mittel, sondern auch die Effekte beruflichen Handelns sind immer häufiger nicht auf die physische Welt beschränkt, wo die Gewerke z. B. in Abstimmung miteinander ein Haus einrichten, sondern erstrecken sich gleichsam auf die digitale Welt, z. B. infolge der Datenerfassung durch die verbauten ‚smarten‘ Geräte im ‚Smart Home‘.

Dies hat erstens zur Folge, dass mehr **berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit** erforderlich wird, insbesondere auch bei IT-Berufen, und zweitens, dass sich die Frage nach dem **gewünschten Maß der Datengenerierung** und -verarbeitung ergibt, die sich früher überhaupt nicht stellte, denn die physische Installation verbleibt ‚im Haus‘, die von ihr erzeugten Daten aber in der Regel nicht; hier macht sich also die Eigenschaft von Daten bemerkbar, dass ihre Bewegungen durch Außenstehende nicht nachvollziehbar sind und Bewohner*innen zu Außenstehenden im eigenen Zuhause machen (siehe auch Abschnitt 2.2.1 *Daten* ab Seite 14). Über diese Bedeutungen für die Berufsroutinen hinaus ist die Kopplung von Technologien eine mögliche Konkretisierung der z. B. als ‚21st-Century-Skill‘ (z. B. Van Laar et al. 2017, 577) geforderten **Kreativität**: Vormals getrennte Technologien gewinnbringend zu verbinden, erfordert kreatives berufliches Handeln.

Kreatives Handeln ist gefordert

Wie lässt sich das Konzept ‚Kopplung von Technologie‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

Das ‚Handwerkszeug‘ der meisten Berufe verzeichnet schon seit Langem einen wachsenden digitalen Anteil. Dabei stand indes zunächst vor allem die Ersetzung papierbasierter Prozesse durch digitale Entsprechungen im Vordergrund: Office-Programme statt Schreibmaschinen, Datenbanken statt Zettelkästen, CAD-Modelle statt Zeichnungen. Neuere Erscheinungen jedoch, etwa kollaborative Robotik, sind nicht als bloße Umsiedlung von Arbeitsprozessen aus der physischen in die digitale Welt, sondern als **Kopplung** zwischen beiden Welten zu verstehen. Während die reine Digitalisierung vor allem dort stattfand, wo viel mit Papier gearbeitet wurde, also bei Schreibtischtätigkeiten, setzen **Kopplungen von Technologie vor allem dort an, wo physische Tätigkeiten verrichtet werden**. Das Konzept ist damit für den zukünftigen Arbeitsalltag in Ausbildungsberufen von besonderer Relevanz.

Kopplungen von Technologie setzen vor allem dort an, wo physische Tätigkeiten verrichtet werden

Die Kopplung von Technologie unter Einbeziehung digitaler Technologien weist das bereits früh von Zuboff (1985, 8) beschriebene Charakteristikum auf, Prozesse nicht bloß zu **automatisieren**, sondern gleichzeitig zu **‚informatisieren‘**, d. h. in Datenform abzubilden (siehe Abschnitt 2.2.2 *Datenerfassung* ab Seite 17).

Prozesse werden ‚informatisiert‘

Zu denken sei beispielsweise an einen Luftgütesensor im Smart Home, der mit einem Fensteröffner verbunden werden soll, um ab einem gewissen CO₂-Schwellwert automatisch für eine bessere Belüftung zu sorgen. Eine Lösung für diese Aufgabe besteht darin, die CO₂-Messungen zu digitalisieren und an einen Computer zu übermitteln, der bei Überschreiten des Schwellwerts den Fensteröffner auslöst.

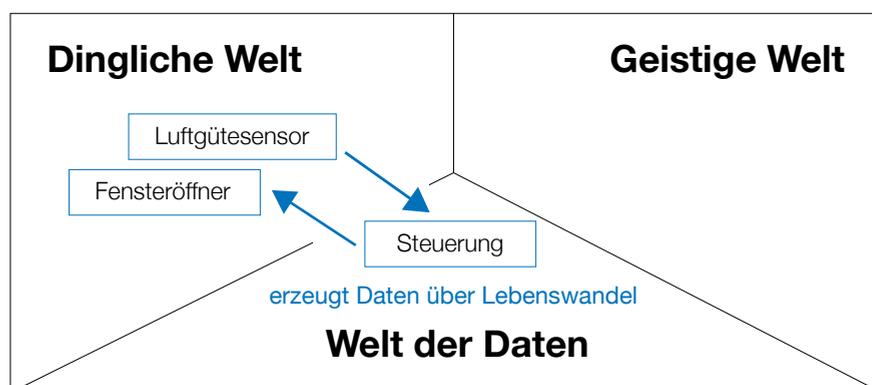


Der Umweg vom Sensor zum Aktor⁸ durch die Welt der Daten bietet klare Vorteile: An die Stelle **physischer Verbindungsstücke** treten digitale Schnittstellen, die flexibel einsetzbar sind – eine Änderung des Schwellwerts etwa ist auf diesem Weg eine einfache Änderung im Computerprogramm; weitere Sensoren, z. B. ein Thermometer, sind leicht einzubinden; die Verbindung kann über ein ohnehin meist vorhandenes WLAN realisiert werden, anstatt die Installation einer dedizierten Verkabelung für Hausautomation vorauszusetzen.

8 Ein Sensor misst eine Gegebenheit (z. B. Thermometer); ein Aktor verändert sie, meistens indem er eine Bewegung auslöst (z. B. Fensteröffner). Diese beiden Funktionen müssen nicht zwangsläufig von verschiedenen Objekten realisiert werden: In einem konventionellen Heizkörperthermostat beispielsweise dient ein thermisches Ausdehnungselement zugleich als Sensor für die Temperatur und als Aktor, der das Ventil betätigt.

Der gewichtige ‚Nebeneffekt‘ einer solchen Automatisierung besteht darin, dass **fortlaufend Daten** über die Luftqualität erhoben werden, deren Verbleib und etwaige Verwendung eigentlich in der Bestimmungsgewalt der Bewohner*innen des Hauses liegen sollten, sich aber oft ihrer Kenntnis entziehen. Grundsätzlich bergen solche Daten Chancen und Risiken: Chancen etwa in Form von Früherkennung gesundheitlicher Beeinträchtigungen, Risiken in Gestalt ungewollter Einblicke in die Lebensgewohnheiten (siehe Abbildung 5). So können CO₂-Messwerte als Indikator für An- und Abwesenheiten von Menschen dienen (Mrissa et al. 2022, 1), und je mehr Datenquellen integriert werden, desto genauer wird das Bild.

Abbildung 5:
Kopplung von Technologie – Datengestützte Kopplung physischer Systeme (eigene Abbildung)



Von datenverarbeitenden Konzernen beabsichtigter Haupteffekt?

Es kann auch argumentiert werden, dass solche Einblicke der von Endanwender*innen bloß in Kauf genommene oder gar nicht wahrgenommene, von datenverarbeitenden Konzernen hingegen ein beabsichtigter Haupteffekt sind. Klaus Schwab, Gründer des „World Economic Forums“, listet unter den „positive impacts“ von Smart Homes

„increased targeted advertising and overall impact on business.“

Schwab 2016, 141

Cyber-physische Systeme in der ‚Smart Factory‘

Ist die Datenextraktion im Smart Home aus Bewohner*innensicht eher ein notwendiges Übel, ist sie andernorts klar erwünscht. Wo von **cyber-physischen Systemen‘ (CPS)** die Rede ist, wird der ‚Cyber‘-Anteil schon dem Namen nach deutlich. Eine für den Standort Deutschland und somit für einige Ausbildungsberufe besonders relevante Klasse von CPS sind vernetzte Produktionsanlagen. Die möglichst umfassende Abbildung von Prozessen, Maschinen und Materialien in die digitale Welt dient zwar vor allem Automatisierungen, aber die dadurch ermöglichten Datenanalysen, z. B. zwecks Vorhersage von Wartungsbedarfen anhand bisheriger Nutzungsdaten der betroffenen Maschine und von bekannten Wartungshäufig-

keiten von Maschinen des gleichen Typs, sind wesentlicher Bestandteil der Vorstellung von einer Produktion, die mit ‚Industrie 4.0‘ betitelt wird. In der ‚Smart Factory‘ werden also Kopplungen von Technologie nicht nur für unmittelbare Effekte in der physischen Welt vorgenommen – etwa den Transport eines Bauteils an die richtige Stelle zur richtigen Zeit –, sondern auch zwecks Informationsgewinn in der Welt der Daten.

Cyber-kognitive Systeme

Die digitale Transformation bringt nicht nur Kopplungen von Technologie zwischen digitaler und physischer, sondern auch zwischen digitaler und geistiger Welt hervor. In Analogie zu ‚cyber-physischen Systemen‘ wäre diese Klasse von Innovationen als ‚**cyber-kognitive Systeme**‘ zu bezeichnen. Beispiele hierfür sind etwa

- eingebettete Lerntechnologien und
- kollaborative Robotik.

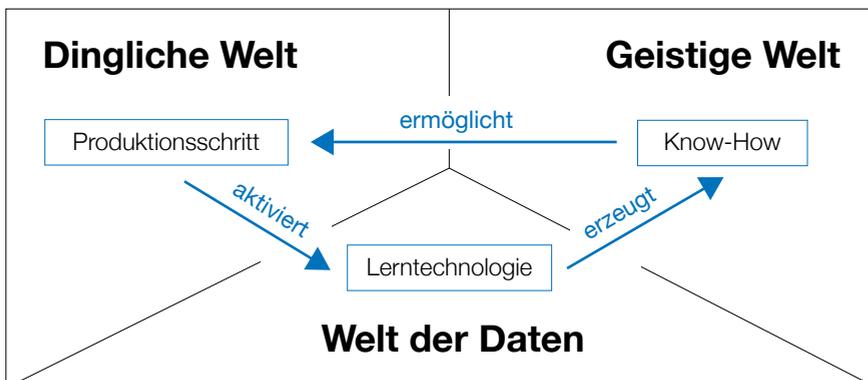
In digitalisierte Arbeitsprozesse eingebettete Lerntechnologien dienen dazu, den Beschäftigten die zur Durchführung des nächsten Produktions- oder Arbeitsschritts nötigen Informationen bereitzustellen. Sie existieren z. B. in Form von Performance-Support-Systemen (Leiß et al., 2022) oder in Form von Erklärvideos, die im Rahmen der Produktion in Losgröße 1 Schritte der Montage konkreter Produkte anleiten (siehe Abbildung 6). Andere Formen eingebetteter Lerntechnologie beinhalten Augmented Reality (AR), beispielsweise

- indem eine AR-Brille Informationen über die anstehenden Handgriffe in das Sichtfeld einblendet, sodass die Hände frei bleiben und der Blick nicht zwischen Anleitung und Werkstück hin und her springen muss;
- indem ein Tablet sich in einem zu wartenden Fahrstuhl orientiert und den Verlauf von Leitungen anhand eingespeicherter Baupläne über das Kamerabild lagert, um ihn direkt sichtbar zu machen.

Abbildung 6:

Kopplung von Technologie – Eingebettete Lerntechnologie

(eigene Abbildung)



Handlungsleitende
Informationen
im Moment der
Handlung

Diese Einbettung von Lerntechnologien ist keine bloße Digitalisierung ehemals papierbasierter Lernprozesse, sondern eine **Transformation von Lernprozessen**: Die handlungsleitenden Informationen werden erstens zunehmend im Moment der Handlung anstatt im Zuge einer Einweisung im Vorfeld bereitgestellt und zweitens zunehmend in Form von (Bewegt-)Bildern sowie Symbolen anstatt in Sprachform präsentiert.



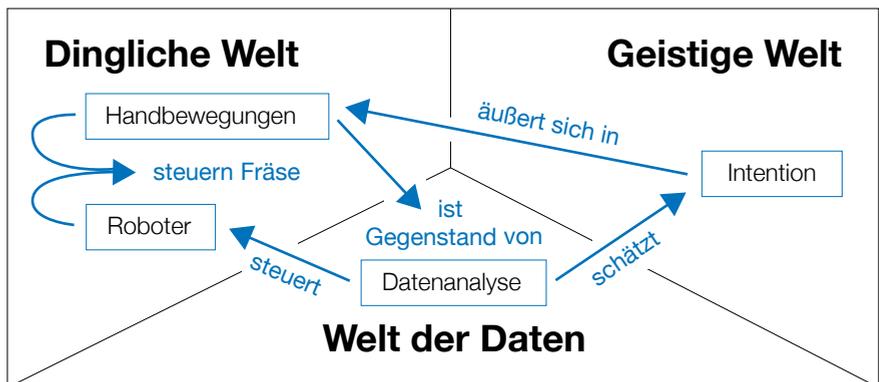
Daraus können Vor- und Nachteile erwachsen: Wuttke et al. (2022) haben empirisch AR-basierte mit papierbasierter Einarbeitung verglichen mit dem Ergebnis, dass AR-Brillen die Einarbeitungszeiten verkürzen, dass aber sowohl die Fähigkeit, die Arbeitsschritte ohne Anleitung zu wiederholen, als auch die Qualität der Verbesserungsvorschläge für den Produktionsprozess bei AR-basierter Einarbeitung geringer ausfallen. Dies deutet auf eher imitierte als gedanklich durchdrungene Handlungen hin. Hier ergeben sich also neue Herausforderungen für das Lernen im Arbeitsprozess.

Ein
kollaborativer
Roboter muss
Intentionen
erkennen

Kollaborative Robotik, das zweite Beispiel für cyber-kognitive Kopplung von Technologie (siehe Abbildung 7), verdeutlicht einen anderen Trend im Zuge der digitalen Transformation. Ein klassischer Roboter muss Befehle annehmen und ausführen können, sei es durch physischen Knopfdruck oder durch Computereingabe. Ein kollaborativer Roboter hingegen soll Menschen zuarbeiten, wofür er deren relevante Intentionen erkennen muss (Wang et al. 2019). Eine Fräse etwa, die aus den Handbewegungen der Benutzer*innen schlussfolgert, welche Form gefräst werden soll, um dann die Handbewegungen entsprechend zu stabilisieren,⁹ ist keine rein befehlsempfangende, sondern eine interpretierende Maschine.

Abbildung 7:

Kopplung von Technologie – Kollaborative Robotik (eigene Abbildung)



9 <https://www.ihm.de/messe/highlights/bundes-und-staatspreise/bundespreise-2019/>

Diese Tendenz der Mensch-Maschine-Interaktion, in der **der Mensch vom Befehlsgeber zum Interpretationsobjekt** und in der Folge Empfänger maschinengenerierter Handlungsempfehlungen wird, lässt sich alltagsnah durch Wortvorschläge bei der Texteingabe am Smartphone veranschaulichen.

Der Mensch wird vom Befehlsgeber zum Interpretationsobjekt



Von der Schiefertafel bis zum Computer des ausgehenden 20. Jahrhunderts hat kein Schreibmittel dem Menschen je Worte eingeflüstert; erst die digitale Transformation mit ihren Vorhersagen auf Grundlage von Analysen großer Datenmengen führt zu diesem Phänomen und markiert in dieser Hinsicht einen stärkeren Bruch mit der bisherigen Kulturgeschichte als die bloße Digitalisierung es vermochte.

Bruch mit der bisherigen Kulturgeschichte

Die wachsende Bedeutung cyber-kognitiver Systeme ist lediglich ein Grund, weshalb wir **‚Kopplung von Technologie‘ als Grundbegriff** für den Umgang mit der digitalen Transformation vorschlagen und **nicht** etwa den im Industrie-4.0-Umfeld häufig verwendeten, aber engeren Begriff der **‚cyber-physischen Systeme‘**. Der andere Grund besteht darin, dass die Rede von ‚System‘ ein fertiges Ganzes suggeriert, während ‚Kopplung‘ einen Vorgang bezeichnet und nicht bloß dessen Ergebnis. Dies ist berufspädagogisch relevant, denn die Kopplung von Technologien ist ein Innovationsweg, der nur unter Einbezug von Domänenwissen beschritten werden kann, also auf die **domänenbezogene Kreativität der Berufe** angewiesen ist. Hier öffnet sich ein Gestaltungspotenzial für Ausbildungsberufe, das der sperrige Begriff des ‚cyber-physischen Systems‘ eher verbirgt.

Die Kopplung von Technologie ist auf Domänenwissen und domänenbezogene Kreativität angewiesen

Was verstehen wir unter ‚Kopplung von Technologie‘?

Kopplung von Technologie bezeichnet das Zusammenwirken digitaler Technologien mit Elementen der physischen oder geistigen Welt sowie den kreativen Prozess der Zusammenführung von Technologien, der ihr Zusammenwirken erst ermöglicht. Die Kopplung mit digitalen Technologien erzeugt Datenströme, die die Reichweite und Bandbreite möglicher Auswirkungen der gekoppelten Technologien oftmals stark verändern.

2.5 Geschäftsprozessorganisation

Amelie Hiemer, Friederike Rechl, Henry Schirmer, Eveline Wittmann

Warum gewinnt die Kategorie ‚Geschäftsprozessorganisation‘ im Kontext der digitalen Transformation an Relevanz?

Die digitale Transformation geht branchenübergreifend mit organisationalen Herausforderungen einher

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, konfrontiert die durch Datenerfassung und -analyse ermöglichte Personalisierung materieller und immaterieller Produkte und Dienstleistungen Unternehmen neben strategischen auch mit gravierenden **organisationalen Herausforderungen** (Bruhn & Hadwich 2020, 13; Kölmel et al. 2019, 246). Um sich gegenüber dem Wettbewerb zu profilieren und sich unter Berücksichtigung der Marktentwicklung günstig zu positionieren, erhöht sich für Unternehmen branchenübergreifend der Druck, Potenziale und Technologien der digitalen Transformation zu verstehen und zu nutzen, sodass sie schnell, qualitativ ansprechend, kostengünstig, flexibel und innovativ auf Bedarfe von Kund*innen reagieren können. Die klassische Aufbau- und Ablauforganisation kann dieser **Schnelligkeit** der Veränderungserfordernisse nicht nur aufgrund ihrer unzureichenden Sichtweise auf stellen- und abteilungsübergreifende Arbeitszusammenhänge nicht mehr hinreichend gerecht werden. Vielmehr sind diese Organisationsformen auch unzureichend auf die Echtzeitverfügbarkeit von Daten ausgerichtet. Deshalb werden organisationale Veränderungen im Sinne einer prozessorientierten Sichtweise gemäß dem Prinzip „Structure follows Process“ verstärkt erforderlich (Schirmer 2020, 119).

Warum ist die Kategorie ‚Geschäftsprozessorganisation‘ für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

Berufsfeldübergreifende Bedeutung und Verankerung in lernfeldorientierten Rahmenlehrplänen

Mit Blick auf das Erfordernis schneller Anpassungen der Produkt- und Dienstleistungserstellung über die Prozesskette sowie die Ermöglichung von Innovationen kommt der Geschäftsprozessorientierung in der digitalen Transformation also **berufsfeldübergreifende** Bedeutung zu. In den Curricula der Berufsausbildung ist das Konzept der Geschäftsprozessorientierung bereits seit Längerem verankert und hat laut den **lernfeldorientierten Rahmenlehrplänen** der KMK (2021, 31)

„die Funktion, das Lernen an fachsystematisch strukturierten Inhalten zu überwinden zugunsten eines Lernens, dessen Inhalte auf Geschäftsprozesse bezogen sind. Hierbei sollen Geschäftsprozesse wissenschaftlich fundiert verstanden werden.“

Schirmer (2020, 18ff) verdeutlicht allerdings, dass auch in der beruflichen Lehrkräftebildung bzw. in der Bezugsdisziplin der Berufs- und Wirtschaftspädagogik

häufig verkürzte Verständnisse von Geschäftsprozessen zum Einsatz kommen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn

„die Definition von Geschäftsprozessen ausschließlich nach Maßgabe der Sichtweisen von Vertretern der Wirtschaftsinformatik erfolgte, für die die Modellierung von Organisationsstrukturen lediglich eine derivative Aufgabe zur Entwicklung und Implementierung von Informations- und Kommunikationssystemen darstellt“

Schirmer 2020, 18

Problematisch ist dabei im Kontext der digitalen Transformation, dass strategische Perspektiven vernachlässigt werden, die demgegenüber Merkmal organisationswirtschaftlicher Sichtweisen sind. Als Folge ähneln entwickelte Geschäftsprozessvorstellungen häufig denen einer ablauforganisierten Aufbauorganisation, sind also organisationswirtschaftlich betrachtet nichts grundsätzlich Neues. Bei der unkritischen Übernahme für die Gestaltung beruflicher Unterrichte könne es daher „mit Blick auf das Wissenschaftsprinzip zum Aufbau eines inhaltlich **nicht validen oder verkürzten Geschäftsprozessverständnisses** kommen“ (Schirmer 2020, 21; Hervorh. hinzugefügt). Demnach müssen sich die Berufs- und Arbeitswelt sowie folglich berufliche Schulen mit dem Verständnis der Geschäftsprozessorganisation tiefer auseinandersetzen und dieses neu denken.

Wie lässt sich die Kategorie ‚Geschäftsprozessorganisation‘ begrifflich fassen und abgrenzen?

Das organisationswirtschaftliche Konzept der Geschäftsprozessorganisation beinhaltet, dass **Geschäftsprozesse zum dominierenden Strukturierungskriterium von Organisationen** avancieren. Charakteristisch für Geschäftsprozesse ist der Fokus auf die Kund*innenorientierung im Sinne eines **End-to-End-Verständnisses**. Hierbei werden die Abläufe entlang kund*innenbezogener Wertschöpfungsprozesse mit dem Ziel der **Minimierung organisationaler Schnittstellen** gestaltet und von der Aufbauorganisation (z. B. von hierarchischen bürokratischen Abläufen) befreit. Dabei sollen die anfänglichen Kund*innenbedarfe entlang der Wertschöpfungskette des Unternehmens befriedigt werden, wobei der Geschäftsprozess jeweils von der Aufnahme externer Kund*innenbedarfe (Endabnehmer*innen der Unternehmensleistung) oder interner Kund*innenbedarfe (Funktionseinheiten innerhalb Unternehmensgrenze) bis zu ihrer Befriedigung reicht und den Geschäftsprozessen Prozessverantwortliche mit übergreifenden Leitungsbefugnissen zugeordnet werden (Schewe 2018b). Im Rahmen der strategischen Ausrichtung wird bei der Geschäftsprozessorganisation nun also nicht mehr nur darauf abgezielt, „die Dinge richtig [zu] tun“ (Effizienz), sondern auch darauf, „die richtigen Dinge zu tun“ (Effektivität) (Schirmer 2020, 116).

*Weg von Aufbau- und Ablauforganisation:
End-to-End-Verständnis als zentrales Merkmal von Geschäftsprozessen*

*Berufsfeld-
übergreifende
Zusammenarbeit
wird zunehmend
bedeutsamer*

Berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit gewinnt dabei an zentraler Bedeutung, weil die Organisationseinheit des Geschäftsprozesses nun bisherige kaufmännische und produzierende oder dienstleistungserbringende Funktionseinheiten überspannt. In der Reduzierung der Schnittstellen und der Bereitstellung einer übergreifenden Informationsbasis, die die Möglichkeit der Datenentnahme aus den Prozessen und deren (teil-)automatisierte Analyse nutzt, liegt dann die Funktion der Unterstützung durch wirtschaftsinformatische Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systeme.

*Unterstützung
durch Daten-
entnahme und
-analyse*

Daten aus vernetzten digitalen Infrastrukturen sollen in der Geschäftsprozessorganisation dabei auch genutzt werden, um **Prozesse neu zu strukturieren** und die damit einhergehenden organisatorischen Änderungen vorzunehmen (Schewe 2018a). Unter anderem ermöglicht die Vernetzung mit integrierten und ggf. lernenden Systemen in Echtzeit digitale Unterstützungsprozesse (z. B. Fernwartung der Infrastruktur [physikalische Ressourcen], Controlling [finanzielle Ressourcen] etc.).



*Wer ERP-
Systeme nutzt,
ist nicht unbedingt
in Geschäfts-
prozessen
organisiert*

Jedoch bedeutet die Nutzung von entsprechenden Technologien für eine weitreichende Wertschöpfung, z. B. die Etablierung von Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systemen als integrierte Unternehmenssoftware, nicht unbedingt, dass Unternehmen auch tatsächlich geschäftsprozessorientiert neu organisiert werden. Die Nutzung dieser digitalen Systeme müsste vielmehr darauf hin geprüft werden, inwieweit sie dies unterstützt. Schirmer 2020, 22f.

Bei der Geschäftsprozessorganisation wird unterschieden zwischen sogenannten

- primären Geschäftsprozessen, die auf externe Kund*innen ausgerichtet sind, und
- sekundären Geschäftsprozessen, die für interne Kund*innen als Unterstützungsprozesse für die Bereitstellung von humanen, finanziellen und physischen (u. a. digitale Technologie) Ressourcen sowie zur Bereitstellung von Kund*innen- und Unternehmensinformationen und zur Rechtsbegleitung erforderlich sind (Schirmer 2020, 198ff.).

*Kund*innen-
bezogene
Routine- und
Innovations-
prozesse*

Im Kontext der digitalen Transformation spricht mit Blick auf die primären Geschäftsprozesse vor allem das Erfordernis, organisationale Lernprozesse zu fördern, dafür, bezogen auf den externen Kundennutzen **primäre Geschäftsprozesse**

- zur routinisierten Schaffung eines kundenspezifischen Zusatznutzens einerseits und
- für Innovationen andererseits

separat zu organisieren (der Argumentation von Schirmer, 2020, 231ff. folgend; siehe auch Abbildung 2). Der primäre Geschäftsprozess „**kundenspezifischen Zusatznutzen erzeugen**“ erfasst alle Tätigkeiten zur routinisierten Erstellung der Unternehmensleistung für externe Kund*innen; im Geschäftsprozess „**Innovationen schaffen**“ werden demgegenüber Bedarfe sowie Probleme externer Kund*innen identifiziert und in Aufgaben der Forschung und Entwicklung bearbeitet, wobei die daraus resultierenden innovativen Ergebnisse und Lösungen die Unternehmensleistungen zukünftig erweitern oder wandeln sollen. Hierbei sind organisationale „Räume“ für **Lernmöglichkeiten und -zeiten erforderlich**, für die in Prozessen der routinisierten Erstellung von Unternehmensleistungen regelmäßig nicht die erforderliche Zeit sowie Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung stehen (siehe Abbildung 8).

Für die digitale Transformation ist herauszustellen: Über Prozesse zum Schaffen von Innovationen nachzudenken und hierfür organisationale Räume zu schaffen (z. B. Zeiträume, personelle Gruppierungen), ist nicht nur für größere Unternehmen bedeutsam. Auch in Kleinbetrieben geschieht die Integration digitaler Technologie und datenbezogener Veränderungen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht unter dem Zeitdruck routinierter Arbeitsprozesse. Ein Pflegedienst könnte in gezielt ausgelagerten Zeiträumen gemeinsam mit Informatikdienstleistenden z. B. das eigene Angebot durch telepflegerische und -medizinische Angebote effektiver ausrichten, oder ein Gastronomiebetrieb könnte angesichts dauerhaft mangelnder Fachkräfte ein digital gestütztes Geschäftsmodell erarbeiten.



Prozesse zum Schaffen von Innovationen sind auch für Kleinbetriebe erforderlich

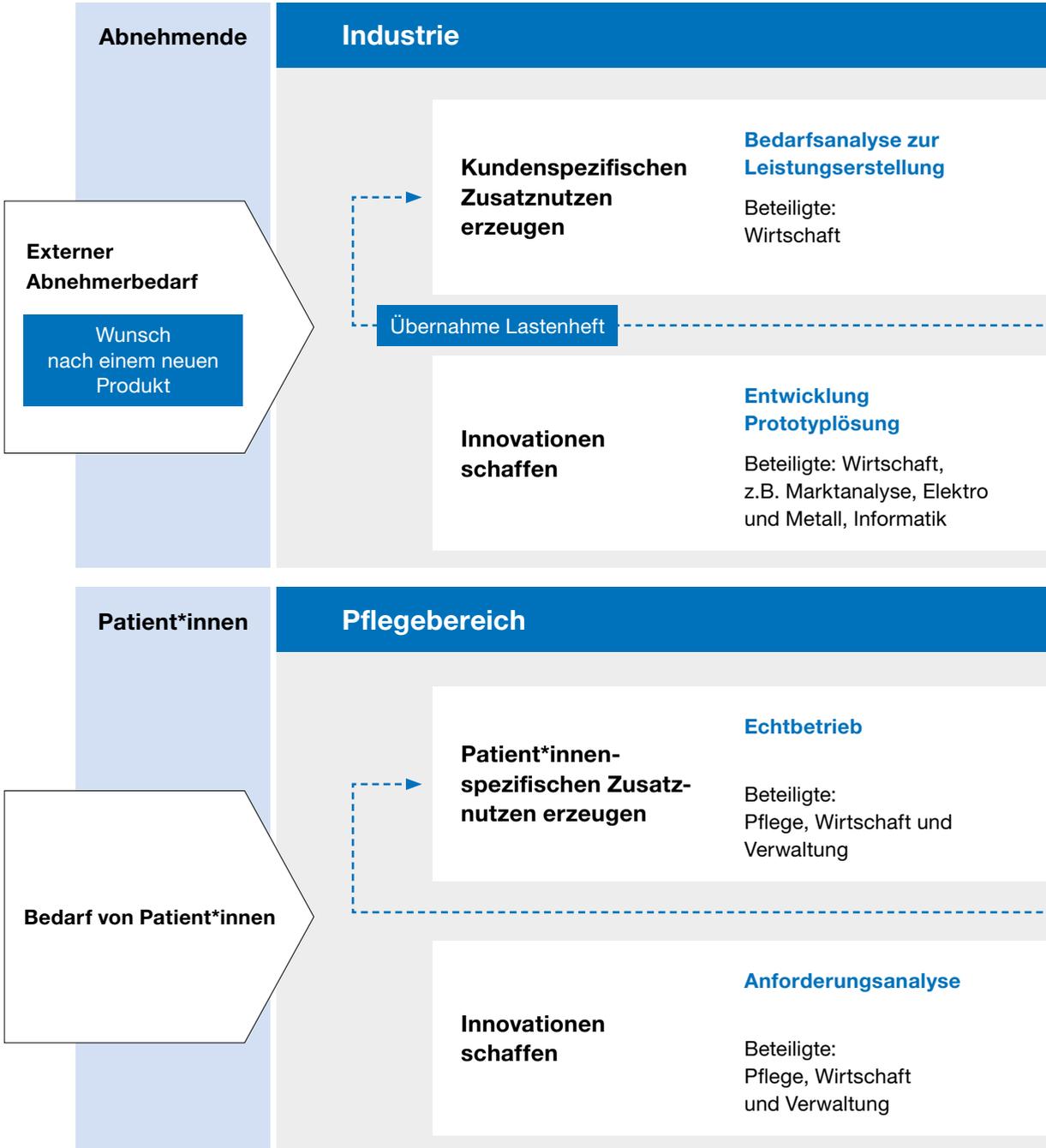
Was verstehen wir unter „Geschäftsprozessorganisation“?

Zusammenfassend beinhaltet die von uns vorgeschlagene Vorstellung über Geschäftsprozessorganisation“, dass

- der Fokus auf die Kundenorientierung im Sinne eines **End-to-End-Verständnisses gelegt wird,**
- **Geschäftsprozesse zum dominierenden Strukturierungskriterium von Organisationen** avancieren,
- **berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit** an Bedeutung gewinnt,
- aus vernetzten Infrastrukturen gewonnene Daten genutzt werden, um **Prozesse neu zu strukturieren** und die damit einhergehenden organisatorischen Änderungen vorzunehmen,
- Geschäftsprozesse zur Schaffung eines **kund*innenspezifischen Zusatznutzens** und solche für **Innovationen** separat konzeptualisiert und organisiert werden, um das in der digitalen Transformation kontinuierlich erforderliche organisationale Lernen zu unterstützen.

Abbildung 8:

Exemplarische Darstellung der primären Geschäftsprozesse in einem geschäftsprozessorganisierten Industriebetrieb und in einer Pflegeeinrichtung anhand eines externen Abnehmerbedarfs *nach Schirmer 2020*



Abnehmende

Routinisierte Erstellung der Marktleistung

Beteiligte:
Wirtschaft, Elektro und Metall,
Informatik

Auftragsabwicklung

Beteiligte:
Wirtschaft

Produktplanung zur routinisierten Leistungsplanung

Beteiligte:
Wirtschaft, Elektro und Metall,
Informatik

Produktentwicklung

Beteiligte:
Wirtschaft,
Elektro und Metall

Patient*innen

Optimierte Prozesse

Beteiligte:
Pflege, Wirtschaft und
Verwaltung

Lastenheft und Pflichtenheft

Beteiligte:
Technologieberater, Pflege,
Wirtschaft und Verwaltung

Umsetzung/ Erprobung

Beteiligte:
Technologieberater,
Pflege, Wirtschaft

2.6 Freiheit, Sicherheit, Vertrauen

Eveline Wittmann, Lena Heinze, Matthias Grimm, Aldin Striković

Handeln unterliegt in der digitalen Transformation im privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Bereich neuen wertebezogenen Widersprüchen

Inwiefern verändern die Werte „Freiheit“ und „Sicherheit“ in der digitalen Transformation ihre Bedeutung und warum gewinnt „Vertrauen“ in diesem Kontext an Relevanz?

Anknüpfend an die vorausgehenden Abschnitte wird die digitale Transformation hier als eine Veränderung grundlegender Begriffe, Machtverhältnisse und Werte verstanden (z.B. Alaimo 2021, 1; Schrape 2021, 87). Handeln in der digitalen Transformation unterliegt sowohl im privaten als auch im beruflichen und gesellschaftlichen Bereich vor diesem Hintergrund neuen wertebezogenen Widersprüchen und **Spannungsfeldern** (Wittmann & Weyland 2020) – insbesondere **zwischen individueller „Freiheit“ und „Sicherheit“**.



So geht mit der digitalen Transformation die allgegenwärtige Vernetzung nicht nur des Arbeits-, sondern auch des Privatlebens einher, denn sie impliziert verstärkt beruflich und gesellschaftlich bedingte Datenentnahmen aus dem privaten Umfeld, z.B. von Bürger*innen im Smart Home, Kund*innen im Onlinehandel oder Patient*innen bei Nutzung der elektronischen Gesundheitskarte in Kopplung mit der elektronischen Patient*innenakte. Erweiterten Möglichkeiten der Persönlichkeitsentfaltung und Autonomieunterstützung durch zielgenaue und skalierbare, personalisierte Befriedigung von Kund*innen- oder Patient*innenbedarfen stehen gleichzeitig neue Überwachungsmöglichkeiten gegenüber. Wenn Daten von Personen bzw. aus sozialen Handlungsfeldern entnommen werden, sind mit der an die Datenintegration anknüpfenden Möglichkeit, Personen zu überwachen und zu beeinflussen, Freiheitsrechte wie das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung betroffen (BVerfG 1983). Aus diesem Grund wird Datenschutz in digital vernetzten Infrastrukturen bedeutsamer. Aufgrund der Datenerfassung und -analyse ist außerdem die Überwachung und Kontrolle von Personen zu individuellen (z.B. digitale Kamera im Wohnraum), aber auch zu gesellschaftlichen (z.B. Kameraüberwachung öffentlicher Plätze) Sicherheitszwecken zunehmend möglich (s. auch Zuboff 2015, 78ff.; Zuboff 2019, 11).

Unausweichliches Spannungsfeld von Freiheit und Sicherheit mit vielen Facetten

Das Spannungsfeld zwischen Freiheit und Sicherheit weist im Kontext der digitalen Transformation also multiple und neue Facetten auf. Folgt man der Annahme von Krcmar (2018, 7f.), der die **Unausweichlichkeit** der digitalen Transformation herausstellt, ist die Frage zentral, wie mit ihr im Sinne einer freiheitlichen Grundordnung umgegangen werden kann.

Helsper (2004, 55) bezeichnet solche Spannungsfelder, die einerseits nicht vollständig auflösbar sind und andererseits lösungsbezogene Handlungsaufforderungen an professionelle Kräfte enthalten, als „Antinomien“. Die Bedeutung der beschriebenen Antinomie von Freiheit und Sicherheit im Kontext der digitalen Transformation lässt sich für berufliches Handeln in unterschiedlichen Berufsfeldern und in den **personenbezogenen Dienstleistungsberufen** nachzeichnen.

Neue Antinomien in den personenbezogenen Dienstleistungsberufen

So weist die Pflegecharta (BMFSFJ 2019) Freiheit und Sicherheit als zentrale Werte des pflegeberuflichen Handelns aus. Sie nennt als Forderung die „**Selbstbestimmung und Hilfe zur Selbsthilfe**“ (Artikel 1) sowie die „**körperliche und seelische Unversehrtheit, Freiheit und Sicherheit**“ (Artikel 2) und mit der „Privatheit“ (Artikel 3) das Recht auf Wahrung und Schutz der Privat- und Intimsphäre, wobei hier explizit **Datenschutz** als Aspekt subsumiert wird [Hervorhebungen hinzugefügt].



In einem anderen personenbezogenen Dienstleistungsberuf, dem/der Hauswirtschafter*in, sollen die Berufsangehörigen „hauswirtschaftliche Versorgungs- und Betreuungsbedarfe zur selbstbestimmten Lebensführung [ermitteln], [...] sich einen Überblick über [...] Hilfsmittel zur selbstbestimmten Lebensführung [verschaffen] [...] Maßnahmen unter Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse und Bedarfe [...] in Absprache mit den Adressaten [auswählen]. Sie treffen Vorkehrungen zur Gewährleistung von Sicherheit [...]“ (KMK 2019a, Lernfeld 6). Dabei können zu den Hilfsmitteln in zunehmendem Maße auch digital vernetzte Haushaltsgeräte gehören. Digitale Haushaltsgeräte werden nicht explizit genannt, sind aber denkbar.

Dies schließt diejenigen Berufstätigen ein, die in **elektro- und informationstechnischen** Berufen für die Entwicklung, Umsetzung und Wartung digitaler Infrastrukturen und die Beratung der Nutzenden verantwortlich sind (z. B. Cupok et al. 2018):

Auch Elektro- und IT-Berufe sind betroffen

Auch in IT-technischen und gewerblich-technischen Berufen werden die Antinomien bedeutsamer, wie z. B. dem KMK-Rahmenlehrplan Elektroniker*in für Gebäudesystemintegration zu entnehmen ist (KMK 2020, Lernfeld 10); in diesem auf die Einrichtung von Smart Homes bezogenen Beruf sollen „in **Kundengesprächen aus Bedürfnissen** Vorgaben zu Datenvisualisierung und **sicherer** Bereitstellung von Diensten“ abgeleitet, über „Möglichkeiten zu sicherer Datenbereitstellung“ informiert und „Komponenten unter Berücksichtigung von Kundenvorgaben und **Datensicherheit**“ ausgewählt werden [Hervorhebungen hinzugefügt]. Hier steht die Sicherheit von Daten



*und digitalen Infrastrukturen den Kund*innenbedürfnissen gegenüber, also deren Selbstbestimmung.*

*Wert des
berechtigten
Vertrauens*

*Adäquates
und Vertrauen
schaffendes
berufliches
Handeln*

Gerade für die Aufrechterhaltung von **wahrgenommener Freiheit** kommt vor dem Hintergrund vermehrt allgegenwärtiger Möglichkeiten der Datenweitergabe in vernetzten digitalen Umwelten auch dem Wert des **berechtigten Vertrauens** in die digitalen Infrastrukturen und die von ihnen zunehmend durchdrungenen sozialen Umgebungen, die durch diese Infrastrukturen verändert werden, eine zentrale Bedeutung zu (Flyverbom 2017, 78; vgl. ausführlich Wittmann & Weyland 2020, 284). Orientiert an der verwaltungsrechtlichen Handhabung ginge es bei „berechtigtem Vertrauen“ darum, **Transparenz über Vorgehensweisen** zu schaffen, um Betroffenen begründete Entscheidungen zu ermöglichen (Kisker 1974, 151) und Legitimität für die neue gesellschaftliche Umgebung zu schaffen (Weber 1972/1922, 19).



*Das Erkennen und die Wahrnehmung der Antinomien sind im Sinne von Helsper (2004, 55f.) also relevant, weil in diesen Spannungsfeldern Handeln von Berufstätigen und Bürger*innen hervorgebracht werden muss – bzw. weil so möglichst adäquates Handeln hervorgebracht werden kann und Vertrauen in die neuen digital gestützten Infrastrukturen entsteht.*

Warum ist ein Verständnis der wertebezogenen Veränderungen für die Lehrkräftebildung an beruflichen Schulen relevant?

*Schüler*innen
auf längerfristige
gesellschaftliche
Aushandlungs-
prozesse
vorbereiten*

Für das jeweilige Individuum entzieht sich die Veränderung der Umwelt zunächst weitgehend seinem Einblick und in der Folge seiner Gestaltungsfähigkeit (Alaimo 2021, 16). Geht man allerdings von einem längerfristigen Veränderungsprozess aus, besteht die Herausforderung darin, ein Verständnis der komplexen Veränderungen der digitalen Transformation zu fördern, das ein wertegeleitetes Engagement und partizipative Gestaltung der digitalen Transformation ermöglicht, z. B. bei Wahlen. Dabei müssen junge Menschen auf einen längerfristigen Aushandlungsprozess über den Umgang mit den neuen wertebezogenen Konfliktlagen vorbereitet werden, der auf unterschiedlichen Ebenen ausgetragen wird (politisch, aber z. B. auch bei Entscheidungen über konkrete Infrastrukturen). Politischem Handeln kommt nicht nur auf der gesellschaftlichen, sondern auch der lokalen Ebene wesentliche Bedeutung zu, z. B. bei der Einrichtung digital vernetzter Infrastrukturen im Smart Home und der Neugestaltung von Arbeitsorganisationen, z. B. im Rahmen der betrieblichen Mitbestimmung.

Inwiefern diese Themen gerade im beruflichen Bildungswesen fundiert vermittelt und erlernt werden und ob die Lehrkräfte entsprechend ausgebildet sind, spielt

also eine wesentliche Rolle für die künftige Ermöglichung von Grundrechten und damit für den Auftrag schulischer Lehrkräfte in der freiheitlich-demokratischen Grundordnung (Wittmann 2009, 228ff). Lehrkräfte an beruflichen Schulen sollten diese Antinomien also wahrnehmen, um Auszubildende und Schüler*innen diesbezüglich fördern zu können.

Zentral für die Aufgaben von Lehrkräften in der freiheitlich demokratischen Grundordnung

Unter einer normativen Perspektive kann sich berufliche Bildung im Kontext der digitalen Transformation demzufolge nicht nur auf das Beherrschen aktueller oder neu aufkommender digitaler Arbeitstechnologien beschränken (Wittmann & Rechl, im Erscheinen); vielmehr gehen wir davon aus, dass es unter einer mündigkeitsbezogenen Perspektive um die Befähigung zur Gestaltung digitaler Umwelten unter der Wahrung grundlegender Freiheitsrechte geht (Wittmann et al. 2022, 2, 17). Aufgrund des stetigen Vordringens vernetzter digitaler Technologien in private und soziale Umfelder ist dabei nicht nur die eigene Freiheit betroffen, sondern zunehmend auch die Freiheit anderer – von Kund*innen, Klient*innen, Patient*innen etc.

Berufliche Mündigkeit als Befähigung zur Gestaltung digitaler Umwelten unter Wahrung grundlegender Freiheitsrechte anderer

Der Psychologe Hans Aebli (1983), einer der „Väter“ des handlungsorientierten Lernens in der beruflichen Bildung, kritisiert allerdings die mangelnde Konkretisierung des Freiheitsbegriffs in bildungstheoretischen Diskussionen, z. B. bei Klafki (1959/1986). Sie stünde einer Aneignung in Bildungsprozessen entgegen. Wertekategorien wie „Freiheit“ und „Sicherheit“ müssen im Lichte der digitalen Veränderung also zunächst konzeptuell geklärt werden, um sie für handlungsorientiertes Lernen im beruflichen Unterricht zugänglich zu machen und die skizzierten Antinomien bearbeiten zu können.

Wie verändern sich wertebezogene Konzepte und Zusammenhänge in der digitalen Transformation?

Wir gehen nun der Frage nach, wie sich wertebezogene Konzepte in der digitalen Transformation verändern und welche wertebezogenen Zusammenhänge zum Verständnis der digitalen Transformation wichtig sind. Abbildung 9 stellt kompakt die komplexen Zusammenhänge dar, die wir im Folgenden entlang der Nummerierung der Abbildung vertieft behandeln.

(1) Vernetzte digitale Infrastrukturen als sozialer Handlungsrahmen von Freiheit

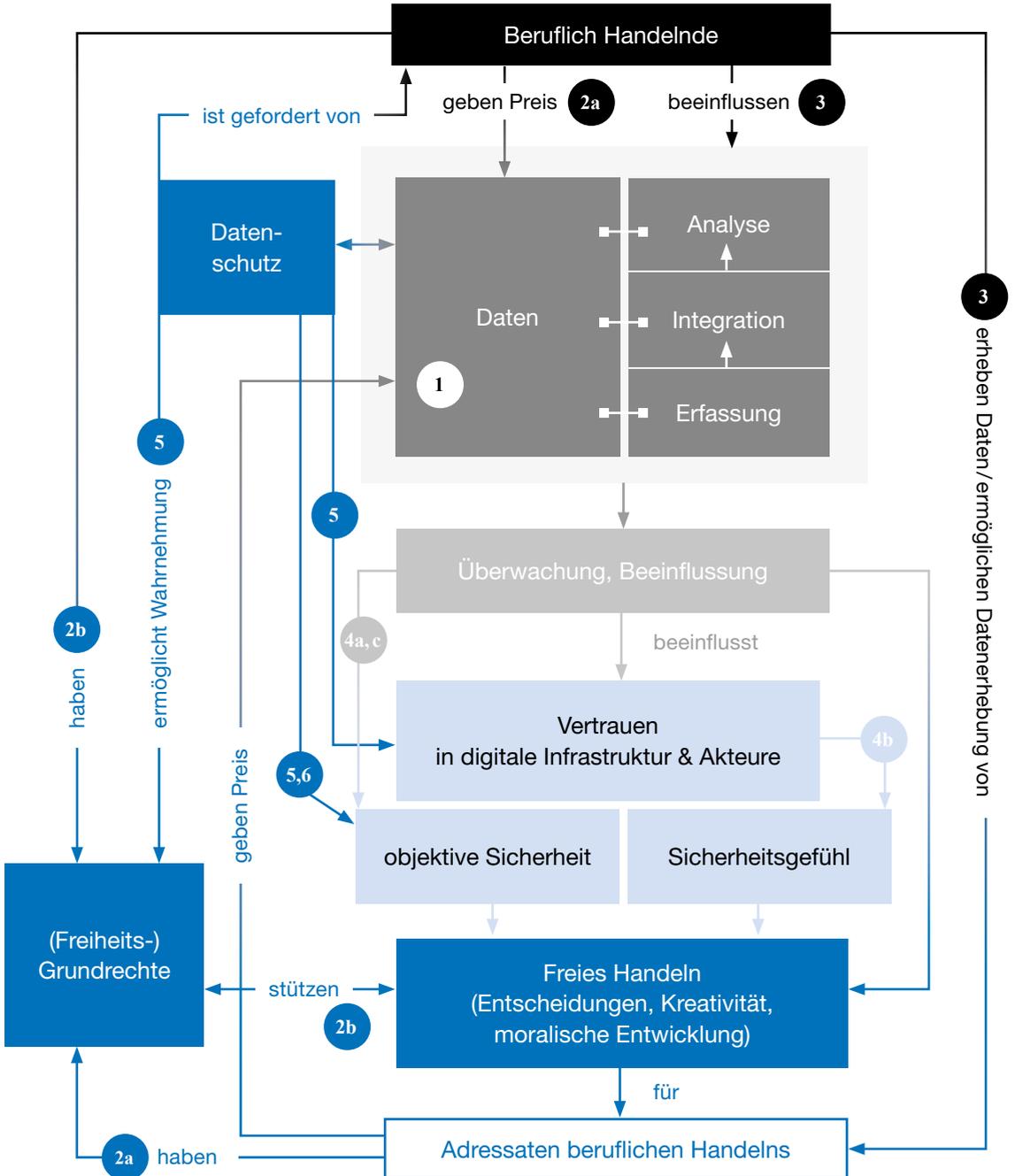
Freiheit ist ein „unscharfer“ Begriff, der grundsätzlich abzugrenzen ist von individueller Handlungsfähigkeit (Stehr 2015, 30f.): „Freedom is defined by things that surround the individual – rights, resources, and options“ (Ringel 2008, 25, zitiert nach Stehr 2015, 75). Freiheitsgrade sind demnach bestimmt durch **soziale Handlungsbedingungen** des Individuums. Zu diesen gehören in zunehmendem Maße digitale Speichermedien und Infrastrukturen für die Zirkulation des auf ihnen gespeicherten Wissens¹⁰ (Stehr 2015, 27).

¹⁰ Die Frage, ob es sich, wie von Stehr (2015) benannt, um „Wissen“ oder eher um „Informationen“ handelt, vernachlässigen wir.

Abbildung 9:

Konzepte der digitalen Transformation und ihre wertebезogenen Zusammenhänge

(eigene Abbildung)



Die Veränderung von Freiheitsgraden in der digitalen Transformation resultiert aus der Existenz von **vernetzten Infrastrukturen** für die „**Erhebung, Strukturierung, Distribution und Aufbewahrung von Daten sowie für deren Anwendung in Kontroll- und Steuerungszusammenhängen** [Hervorhebung eingefügt]“ (Eggert & Kerpen 2017, 81), z. B. in Form von Cloud-Infrastrukturen, ERP-Systemen oder elektronischen Patient*innenakten (Wittmann & Weyland 2020, 277). Verbunden damit sind Machtverschiebungen: Während das Individuum den allgegenwärtigen Infrastrukturen kaum entgehen kann, entzieht sich die Verwendung einmal übergebener Daten seiner Kontrolle (Papier 2018, 182). Diese allgegenwärtigen Infrastrukturen bilden mit Eggert und Kerpen (2017, 81) die Grundlage für eine „Integration der sozialen und technischen Ebenen der digitalen Transformation unter einer Perspektive umfassender Datenprozesse“. Im Entstehen ist eine „neue soziotechnische Form der Nutzung von Ressourcen der Datenverarbeitung“ (Eggert & Kerpen 2017, 82).

Die Veränderung von Freiheitsgraden in der digitalen Transformation resultiert aus der Existenz von vernetzten Infrastrukturen

Dadurch ändern sich nicht nur, wie zuvor beschrieben, Geschäftsprozesse und mögliche Geschäftsmodelle. Veränderungen mit Konsequenzen für das berufliche Handeln bestehen auch im Bereich der Freiheit des Einzelnen, die für demokratische Gesellschaft die zentrale Wertgrundlage darstellt.

(2) **Das Grundrecht auf freie Entfaltung der Persönlichkeit und selbstbestimmtes Handeln in der digitalen Transformation**

Wie Stehr (2015, 74) herausstellt, sind Verständnisse von „Freiheit“ eng verknüpft mit **Sichtweisen dessen, was eine Person** in diesen sozialen Handlungsbedingungen „ausmacht“, d. h. welche Handlungs- und Entwicklungsperspektiven dem*der Einzelnen zugebilligt oder sogar von ihm oder ihr eingefordert werden. Grundsätzlich werden in der Literatur zwei aufeinander verweisende Verständnisse von Freiheit unterschieden:

Die Vorstellung von „Person“ ist verbunden mit dem Verständnis von Freiheit

a) *Freiheit von*: sie ist gekennzeichnet durch den Bereich, in dem eine Person tun darf, was sie will, ohne durch andere daran gehindert zu werden (insb. von rechtlichen **Sanktionen freie Räume** oder Abwesenheit materieller Zwänge; Stehr 2015, 76f.), und

Rechtlich sanktionsfreie Räume

b) *Freiheit für*: Sie wird definiert durch ein geringes Ausmaß an Sachzwängen oder Fremdbestimmung über das konkrete **Handeln** und das Sein **des Einzelnen** (Stehr 2015, 77; ähnlich Fromm 1942, 26ff).

Geringes Ausmaß an Sachzwängen

Mit der digitalen Transformation verändern sich diese Aspekte von Freiheit ebenso wie die Relation zwischen den beiden Aspekten.

*Das Recht auf
informationelle
Selbstbestimmung
schützt Würde und
Persönlichkeits-
entfaltung*

Zu a) Rechtlich sanktionsfreie Räume:

Diese Veränderungen äußern sich in den Diskussionen zur Privatheit und in rechtlichen Grundlagen zu informationeller Selbstbestimmung und Datenschutz (z. B. Hornung 2019, 116). Rechtlich gewinnt die Privatheit als Ausprägung des Grundrechts auf freie Entfaltung der Persönlichkeit gegenüber traditionellen Dimensionen, die z. B. die wirtschaftliche Selbstbestimmung umfassen, an Bedeutung (Schäfer & Ott 2020, 471). Sandfuchs (2015) erörtert unter dem Titel „Privatheit wider Willen?“ die verfassungsrechtliche Frage, inwieweit der Staat die durch das Grundrecht auf freie Entfaltung der Persönlichkeit geschützte Selbstbestimmtheit von Individuen im digitalen Raum zum Schutz der informationellen Privatheit (in Deutschland auch: „informationelle Selbstbestimmung“) begrenzen sollte und darf, denn auch „[das] **Recht auf informationelle Selbstbestimmung** nach deutschem Verständnis schützt persönliche Würde und individuelle Selbstentfaltung“ (Sandfuchs 2015, 252).

*Demokratie
meint Offenhalten
künftiger Wahl-
möglichkeiten*

Die Frage ist von Bedeutung, weil **Demokratie** bedingt ist durch ein Zusammenspiel von politischer Ordnung auf der einen Seite und Handlungsfreiheit und Handlungsfähigkeit der Bürger*innen auf der anderen (Stehr 2015, 87f.).

*Der Soziologe Luhman (1987, 126, zitiert nach Stehr 2015, 27) versteht Demokratie als ein „,ungewöhnliches Offenhalten von **Möglichkeiten zukünftiger Wahl**‘ [Hervorhebung hinzugefügt]“*

*Informationelle
Preisgabe ist die
Aufgabe der
Möglichkeit,
über personen-
bezogene Daten
zu bestimmen*

Der auf Demokratie angelegten freiheitlich-demokratischen Grundordnung steht in allgegenwärtigen vernetzten digitalen Infrastrukturen die „**informationelle Preisgabe**“ des Einzelnen gegenüber: **Als langfristiges Aufgeben der informationellen Privatheit** stellt sie die Aufgabe der Möglichkeit dar, „selbst über die Preisgabe und Verwendung der eigenen personenbezogenen Daten zu bestimmen“ (Sandfuchs 2015, 251). Informationelle Preisgabe wird dabei als weitgehend irrationales Verhalten angesehen, bei dem Folgen nicht berücksichtigt werden (Sandfuchs 2015, 228). Angesichts der Merkmale der „Welt der Daten“ (siehe Abschnitt 2.2.5 *Die ‚Welt der Daten‘ oder: Wo leben eigentlich digitale Zwillinge?* ab Seite 25) erfolgt diese Preisgabe zudem oft technisch im Hintergrund der Nutzung von Internetangeboten und für den Einzelnen unbewusst (Sandfuchs 2015, 252) oder aber auch, weil eine Einwilligung für eine soziale Partizipation unausweichlich erscheint (Papier 2018, 182).

Zu b) *Freies Handeln:*

Vernetzte digitale Technologie kann die Handlungsfreiheit des Individuums einerseits unterstützen (Roßnagel 2021, 166f.), u. a. durch

- Handlungs-, Lern- und Problemlöseassistenten,
- die Ermöglichung von Kommunikation und Meinungsaustausch,
- die Möglichkeit, Identitäten in virtuellen Räumen zu erproben,
- die Unterstützung von Kreativität, u. a. auch im Bereich neuer Geschäftsmodelle (siehe Abschnitt 2.5 *Geschäftsprozessorganisation* ab Seite 40); im Abschnitt 2.4 *Kopplung von Technologie* (ab Seite 34) wurde dies ausführlich erläutert.

Andererseits kann die informationelle Preisgabe zu Selbstzensur und ausbleibenden individuellen und gesellschaftlichen Lernprozessen führen. Betroffen sind auch moralische Handlungsfähigkeit und Kreativität:

„Informationelle Preisgabe kann im Wege der Beeinträchtigung der Quellenauswahl sowie der Selbstzensur hinsichtlich der Quellenauswahl und des Erkenntnisprozesses den gesamtgesellschaftlichen Fortschritt in seinen drei Teilaspekten kultureller, wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Fortschritt hemmen“.

Sandfuchs 2015, 253

Dies kann neben der wirtschaftlichen, kulturellen und wissenschaftlichen Entwicklung (Sandfuchs 2015, 253) auch die Funktionsfähigkeit der Demokratie gefährden – Prozesse, die nicht zuletzt auch in autoritären und zum Autoritarismus neigenden politischen Systemen weltweit beobachtet werden können:

„Die Funktionsfähigkeit der Demokratie kann durch informationelle Preisgabe gefährdet werden, da die Bürger die Fähigkeit zum Erkennen notwendiger Veränderungen verlieren können, es ihnen an der erforderlichen Selbstbestimmung fehlen kann und sie schließlich von politischer Teilnahme abgeschreckt werden können.“

Sandfuchs 2015, 253

Eine weitere Einschränkung für freies Handeln liegt in der Fremdbestimmung durch die Nutzung der Daten, die durch Preisgabe der informationellen Privatheit gewonnen wurden, zu Zwecken personalisierter Beeinflussung. Diese Beeinflussung kann je nach Kontext von Werbung über Meinungs- und Wahlbeeinflussung bis hin zu politischer Zersetzung reichen, was etwa für soziale Medien diskutiert wird (Sandfuchs 2015, 27ff.; Zuboff 2018, 341f.).

Vernetzte digitale Technologien ermöglichen Handlungsfreiheit: Problemlösen, Kommunikation, Erprobung von Identitäten, Kreativität

Gleichzeitig begrenzt digitale Preisgabe durch Selbstzensur Lernen und moralische Entwicklung

Durch personalisierte Beeinflussung entsteht Fremdbestimmung

*Aufgabe der
Privatheit anderer
im beruflichen
Handeln*

*Folge
vernetzter digitaler
Infrastrukturen*



*Kompetenter
Datenschutz durch
beruflich Tätige*

*Bequemlichkeit
erzeugt auch
neue Gefahren für
die Sicherheit*

(3) Preisgabe informationeller Privatheit Dritter

Mit der digitalen Vernetzung geht einher, dass zunehmend nicht nur die eigene Privatheit, sondern auch die Privatheit Dritter aufgegeben wird, wenn preisgegebene Daten Rückschlüsse auf diese zulassen (Sandfuchs 2015, 252). Dieser Aspekt spielt gerade bei wirtschaftlichem und beruflichem Handeln eine Rolle, denn dieses erfordert zunehmend die Verarbeitung von Daten oder hat zum Gegenstand, Infrastrukturen für die Datenverarbeitung bereitzustellen. Das neue Angewiesensein ist wiederum eine Folge der Bedeutung von Daten in vernetzten digitalen Infrastrukturen (siehe auch Abschnitt 2.2.1 Daten ab Seite 14).

*Ebenso wenig, wie in einer Pandemie mit hochansteckendem Virus die körperliche Unversehrtheit des Einzelnen alleine durch das individuelle Recht gesichert werden kann, eine Maske zu tragen,¹¹ kann den unausweichlichen freiheitsbezogenen Herausforderungen und Veränderungen der digitalen Transformation alleine durch eine individuelle Verhaltensänderung begegnet werden. Vielmehr wäre der Einzelne hier auf das kompetente schützende Handeln anderer angewiesen. Im Fall der digitalen Transformation betrifft dies u. a. das möglichst kompetente und wertgeleitete Handeln beruflich Tätiger mit Kundschafts-, Klient*innen-, Patient*innen-, Mitarbeiter*innen-, Bürger*innen- oder Schüler*innendaten; gleichzeitig sind sie als Arbeitnehmer*innen oder Arbeitstätige in Privathaushalten aber auch im Hinblick auf den Schutz ihrer eigenen Daten betroffen.*

Konsequenzen, die aus der datenschutzrechtlichen Einschränkung der Freiheit des Individuums resultieren, werden im Folgenden unter Punkt (5) erläutert. Die beschriebene Fremdbestimmung des Handelns muss durch den Einzelnen nicht als negativ wahrgenommen werden, sondern kann u. a. zu verstärkter Bequemlichkeit führen (Zuboff 2018, 338ff., 363ff.). Allerdings beinhaltet die Verbindung der personenbezogenen Daten zur Privatheit Risiken für den Einzelnen, die sich unter den gesellschaftlichen Wert der Sicherheit subsumieren lassen.

(4) Sicherheit in der digitalen Transformation

Wie der gesellschaftliche Wert „Freiheit“ umfasst der Wert „Sicherheit“ ein Zustandsideal mit multiplen Facetten. Etymologisch ist der Begriff auf die Wortbedeutung „Sorglosigkeit“ zurückzuführen (Münkler 2010, 23); er kennzeichnet grundsätzlich, dass der Einbruch von Gefahr oder

11 S. Cash-Goldwasser et al. (2023).

Bedrohung verhindert wird, d.h. von unbeabsichtigten oder beabsichtigten schweren Schädigungen der Person bis hin zum Tode (Münkler 2010, 11). Vorstellungen von Sicherheit, gerade auch solche, die Freiheit und Sicherheit kontrastierend gegenüberstellen, umfassen demzufolge üblicherweise **drei Komponenten**:

- a) die objektive Sicherheit des Einzelnen,
- b) dessen Sicherheitsgefühl sowie
- c) eine übergreifende ordnende Macht, die z. B. als Staatsmacht auf der gesellschaftlichen Ebene Ordnung herstellt (Münkler 2010, 26).

Fehlende informationelle Privatheit führt zu Risiken für alle drei Aspekte der Sicherheit (Sandfuchs 2015, 252).

Zu a) Objektive Sicherheit des Einzelnen:

Den erweiterten Möglichkeiten freien Handelns vergleichbar ist dabei zu betonen, dass **Daten** sowie Datenanalysen und Personalisierung zur **Überwachung des Einzelnen** und zur Förderung der Sicherheit des Einzelnen oder des gesellschaftlichen Kollektivs genutzt werden können (Zuboff 2018, 448). Neben polizeilicher Überwachung öffentlicher Räume oder geheimdienstlicher Überwachung ist hier auch auf datengestützte Technologie in privaten Räumen wie dem Smart Home zu verweisen.

Im privaten Umfeld können z.B. sturzgefährdete Personen über eine Sturzmatten überwacht werden, die KI-gestützt Sturzwahrscheinlichkeiten ermittelt und Anzeigen wahrscheinlicher Sturzereignisse automatisiert mit Videodaten aus der Wohnung koppelt oder Bewegungsdaten zu medizinischen Zwecken aufnimmt. Vergleichbare Möglichkeiten existieren jedoch auch im Bereich der polizeilichen Überwachung zu Zwecken der gesellschaftlichen inneren Sicherheit.



Vorstellungen von Sicherheit umfassen die objektive Sicherheit des Individuums, sein Sicherheitsgefühl und eine ordnende Macht

Datenanalysen und Personalisierung können Sicherheit unterstützen

Zuboff (2018, 443) arbeitet allerdings die grundsätzliche Gefahr heraus, dass hier „die Freiheit des Einzelnen durch das Wissen anderer und die Gesellschaft durch Gewissheit ersetzt“ werden. Damit gehen aber zugleich neue Möglichkeiten einer **datengestützten Verletzung der Sicherheit** einher. Solove (2006, 484) entwickelt einen Rahmen zur Einordnung rechtlich anerkannter datengestützter Verletzungen der Privatheit (siehe *Tabelle 1*), die im Fall ihres ungewollten Eintretens eine Verletzung der Sicherheit des Individuums darstellen oder darstellen können.

Datengestützte Verletzung der Sicherheit des Individuums

Tabelle 1:

Mögliche datengestützte Verletzungen von Sicherheit

erweitert nach Solove 2006

Sammlung von Informationen	Verarbeitung von Informationen	Weitergabe von Informationen/ Androhung einer Verbreitung	Eindringen in die Privatangelegenheiten
Überwachung (Beobachten, Abhören oder Aufzeichnen der Aktivitäten einer Person)	Kombination verschiedener Daten über eine Person (Aggregation)	Verletzung einer Vertraulichkeitszusage	Störung des Alleinseins oder der Gelassenheit (z. B. Einbrüche, Stalking im Internet oder in der physischen Realität)
Ausforschen nach Informationen	Enthüllung wahrheitsgemäßer nachteiliger Informationen	Bloßstellung (Nacktheit, Kummer, Körperfunktionen)	Einmischung in die Findung von Entscheidungen (z. B. personalisierte Beeinflussung, Manipulation)
	Identifizierung durch Verknüpfung von Information (insb. De-Anonymisierung)	Erhöhung der Öffentlichkeit von Information	
	Nachlässigkeit beim Schutz gespeicherter Informationen vor unberechtigtem Zugriff	Erpressung (inkl. „Sextortion“)	
	Sekundärnutzung von Informationen ohne Zustimmung der betroffenen Person	Identitätsdiebstahl	
	Versäumnis, von Daten über die eigene Person Kenntnis zu nehmen und sich an Handhabung/ Verwendung beteiligen zu können	Fälschung von Informationen, z. B. sogenannte Deep Fakes	

Zu b) Subjektives Sicherheitsgefühl:

Sandfuchs (2015, 252) knüpft an die bei Solove (2006) genannten objektiven Sicherheitsprobleme der Informationssammlung an. Sie fasst das subjektive Sicherheitsgefühl, das durch deren Existenz beeinträchtigt werden kann, als Voraussetzung für informationelle Privatheit auf:

„Im deutschen [...] und im europäischen Recht [...] kommt der Privatheit der Nutzer ein hoher Rang zu. Dabei tangiert schon die bloße Angst davor, die Kontrolle über die eigenen Daten zu verlieren und einer Überwachung ausgesetzt zu sein, die geschützten Interessen am Erhalt der informationellen Privatheit.“

Sandfuchs 2015, 252

Das subjektive Sicherheitsgefühl ist Voraussetzung für Privatheit

Problematisch ist umgekehrt an der Preisgabe informationeller Privatheit, dass aus ihr Selbstzensur folgen kann, die in Angst vor Überwachung oder Kontrollverlust begründet ist. Diese Selbstbeschränkung kann wiederum nicht nur den kulturellen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erkenntnisfortschritt hemmen, sondern auch die Funktionsfähigkeit der Demokratie gefährden (Sandfuchs 2015, 253), weil gesellschaftliche Wissensentwicklung unterbleibt und politische Partizipation reduziert wird.

Selbstzensur aus Angst vor Überwachung oder Kontrollverlust gefährdet Demokratie

Zu c) Sicherheitsfunktion des Staates:

Sandfuchs (2015, 254) stellt vor diesem Hintergrund mit Blick auf die angesprochene Problematik der Preisgabe informationeller Privatheit heraus, dass eine staatliche „Schutzpflicht zur Sicherung der Selbstbestimmung“ bestehe. Dem Staat stehen hierfür **drei Möglichkeiten** zur Verfügung:

Staatliche Schutzpflicht zur Sicherung der Selbstbestimmung

1. Förderung des informationellen Selbstschutzes durch Unterrichtung,
2. Förderung des informationellen Selbstschutzes durch technische Schutzmöglichkeiten,
3. nachrangig ein sogenanntes „Nudging“.

Nudging beinhaltet eine durch den Staat erfolgende, auf Massendaten gestützte personalisierte Verhaltensbeeinflussung (nudge = „Schubser“) im Sinne erwünschter, als rational angenommener Verhaltensweisen (Sandfuchs 2015, 109, 260). Durch die datengestützte Fremdbeeinflussung stellt Nudging aber auch selbst eine mögliche Gefährdung der Privatheit des Individuums dar (siehe den Aufsatz von Kaspner & Sandfuchs 2015 unter dem Titel „Nudging as a Threat to Privacy“). Hier kann also in datengestützten Umwelten ein antinomischer Widerspruch im Sinne Helspers (2004) vorliegen.

Personalisierte Sicherungsmaßnahmen können Freiheit gefährden

*Zwang, wenn
Preisgabe
informationeller
Privatheit nicht
selbstbestimmt
ist oder
Rechte Dritter
tangiert sind*

*Regelungen
jenseits nationaler
Grenzen*

Angesichts der Rechte des Individuums zum selbstbestimmten Umgang mit seinen Daten und seinem Handeln in digitalen Kontexten können nur im Falle nicht selbstbestimmter Preisgabe informationeller Privatheit oder wenn Rechte Dritter tangiert sind, zudem auch **Zwangmaßnahmen** wie Verbote zum Einsatz kommen (Sandfuchs 2015, 254). Eine weitere Antinomie besteht hier darin, dass von Zwangsmaßnahmen angenommen wird, dass diese regelmäßig das einzige wirksame Mittel darstellen.

Merkmal datengestützter Kontexte ist allerdings, dass sich sicherheitsrelevante Sachverhalte zunehmend der Regelung im Geltungsbereich des Grundgesetzes entziehen. Nach Sandfuchs (2015, 254) hat der Staat daher eine modifizierte Schutzpflicht: Er muss sich um einen **schützenden Rechtsrahmen auf europäischer und völkerrechtlicher Ebene** bemühen.

(5) **Datenschutz**

Die Datenschutz-Grundverordnung des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates (EU-DSGVO) verdeutlicht in diesem Sinne zunächst, dass der zentrale **Regulierungsgrund** in dem von personenbezogenen Daten ausgehenden **Sicherheitsrisiko** für den Einzelnen gesehen wird, d. h. ein „Risiko für die persönlichen Rechte und Freiheiten einer natürlichen Person“; dieses bezieht sich neben materiellen und immateriellen Schädigungen auch auf die physische Sicherheit:¹²

„Eine Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten kann [...] einen physischen, materiellen oder immateriellen Schaden für natürliche Personen nach sich ziehen, wie etwa Verlust der Kontrolle über ihre personenbezogenen Daten oder Einschränkung ihrer Rechte, Diskriminierung, Identitätsdiebstahl oder -betrug, finanzielle Verluste, unbefugte Aufhebung der Pseudonymisierung, Rufschädigung, Verlust der Vertraulichkeit von dem Berufsgeheimnis unterliegenden Daten oder andere erhebliche wirtschaftliche oder gesellschaftliche Nachteile für die betroffene natürliche Person.“¹³

*Sicherheitsrisiken betreffen
die private,
berufliche und
gesellschaftliche
Ebene*

Ersichtlich wird, dass die Sicherheitsrisiken sowohl die gesellschaftliche (Einschränkung der Rechte) als auch direkt die berufliche Ebene (Vertraulichkeit des Berufsgeheimnisses) und darüber hinaus den durch Berufstätige zu schützenden privaten Bereich betreffen. Ebenso thematisiert wird in der Begründung der EU-DSGVO das subjektive Sicherheitsgefühl des Individuums, das von den genannten Aspekten betroffen sein könnte, insbesondere vom **Verlust der Vertraulichkeit des Berufsgeheimnisses**.¹⁴

¹² Erwägungsgrund 85, Satz 2.

¹³ Erwägungsgrund 85, Satz 1.

Die EU-DSGVO setzt auf der einfachgesetzlichen Ebene bei der Förderung des informationellen Selbstschutzes an. Sie greift die Problematik der Beeinträchtigung durch informationelle Preisgabe auf, allerdings indem sie Individuen ermächtigt, die Rechte datenverarbeitender Instanzen zu begrenzen.

*EU-DSGVO
setzt auf
informationellen
Selbstschutz*

In der EU-DSGVO wird insbesondere im Sinne eines Offenhaltens zukünftiger Wahlen des einzelnen Bürgers bzw. der einzelnen Bürgerin das Recht auf Löschung personenbezogener Daten als „Recht auf Vergessenwerden“ betont sowie insbesondere das Recht, die Löschung von Daten und die Beendigung ihrer Weiterverarbeitung zu verlangen. Das gilt vor allem dann, wenn das Einverständnis im Kindesalter gegeben wurde (s. auch Demokratie-Begriff in Punkt (2) a).¹⁵



Im Falle nicht selbstbestimmter Informationspreisgabe oder der Betroffenheit Dritter geht Sandfuchs (2015, 255) davon aus, dass eine solche Regelung für wirksamen Privatheitsschutz nicht ausreicht bzw. diesbezüglich nur Zwang wirksam ist.

Kritisch anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass die **Datennutzung zu Zwecken der nationalen Sicherheit** von der Regelung durch die Datenschutz-Grundverordnung explizit **ausgenommen** ist.¹⁶ Demgegenüber wird der Tatsache Rechnung getragen, dass zu Zwecken der Sicherheit im privaten und öffentlichen Bereich datengestützte Überwachung stattfindet. Hier geht die EU-DSGVO über den informationellen Datenschutz hinaus:

„Gleichermaßen erforderlich ist eine Datenschutz-Folgenabschätzung für die weiträumige Überwachung öffentlich zugänglicher Bereiche, insbesondere mittels optoelektronischer Vorrichtungen, oder für alle anderen Vorgänge, bei denen nach Auffassung der zuständigen Aufsichtsbehörde

*Datenschutz-
folgeabschätzung
bei hohem Risiko
für Privatpersonen*

14 Das Bundesverfassungsgericht hat bereits im Jahre 1983 in seiner Urteilsbegründung zum Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung das subjektive Sicherheitsgefühl ins Zentrum gerückt und in einen Zusammenhang mit der **Datenintegration** gestellt; eine Gefährdung des Sicherheitsgefühls resultiert demzufolge vor allem aus der Zusammenführung von „Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbarer Person ... – vor allem beim Aufbau integrierter Informationssysteme – mit anderen Datensammlungen zu einem teilweise oder weitgehend vollständigen Persönlichkeitsbild [...] ohne dass der Betroffene dessen Richtigkeit und Verwendung zureichend kontrollieren kann. ... Wer unsicher ist, ob abweichende Verhaltensweisen jederzeit notiert und als Information dauerhaft gespeichert, verwendet oder weitergegeben werden, wird versuchen, nicht durch solche Verhaltensweisen aufzufallen“ (BVerfG, Leitsätze zum Urteil des Ersten Senats vom 15. Dezember 1983, 209/83).

15 EU-DSGVO Erwägungsgrund 65.

16 EU-DSGVO Erwägungsgrund 16.

die Verarbeitung wahrscheinlich ein hohes Risiko für die Rechte und Freiheiten der betroffenen Personen mit sich bringt, insbesondere weil sie die betroffenen Personen an der Ausübung eines Rechts oder der Nutzung einer Dienstleistung bzw. Durchführung eines Vertrags hindern oder weil sie systematisch in großem Umfang erfolgen.“¹⁷

Datenschutz kann darüber hinaus nicht nur als juristischer Begriff verstanden werden, sondern auch als eine Philosophie der Technikgestaltung, namentlich „Privacy by Design“ (z.B. die „Sealed Cloud“-Technologie, siehe Jäger et al. 2020).

*Datenschutz als
Philosophie der
Technikgestaltung:
Privacy by Design*

(6) Datenschutz als Antagonist des Sicherheitsgefühls

Der Suggestion des Begriffs zuwiderlaufend kann Sicherheit aber nie vollständig erreicht werden. Daher führen Strategien der Sicherung, „die gegen den Einbruch von Gefahren und das Auftauchen von Bedrohungen absichern, diese ‚draußen‘ halten und so Räume schaffen, die sich von ihrer Umgebung durch ein deutlich höheres Sicherheitsniveau unterscheiden“ (Münkler 2010, 12), zu einer **Paradoxie von Sicherheits- und Unsicherheitsgefühl**: Sicherheitszusagen erhöhen subjektive Gefühle von Unsicherheit umso mehr, je größer die geweckten Erwartungen waren. Dieses Phänomen kann unabhängig von der Art der Sicherheit (ökonomisch, sozial, technologisch etc.) beobachtet werden (Münkler 2010, 12).

*Paradoxie von
Sicherheits-
und Unsicher-
heitsgefühl*

Inhärent ist gerade dem Zusammenhang der objektiven Sicherung durch datengestützte Technologien, Überwachung oder Nudging ein neues Spannungsfeld zwischen verstärkter Sicherheit durch Kontrolle und Unsicherheit sowie dem Unsicherheitsgefühl, das durch die Möglichkeiten der Überwachung einerseits und des unbefugten Zugangs zu Daten, d. h. mangelnder Datensicherheit, andererseits entstehen kann.¹⁸

*Sicherheit
durch Kontrolle,
Unsicherheit
(-sgefühl) durch
Überwachung,
Mangel an
Datensicherheit*

Münkler (2010, 11) differenziert hierzu zwischen „Gefahren“ und „Bedrohungen“, wobei diese Begriffe sich durch die **Identifizierbarkeit eines ursächlichen Akteurs** unterscheiden: Gefahr kennzeichnet allgemein ein drohendes Ereignis, das erhebliche Schädigungen zur Folge haben kann, wohingegen im Fall einer Bedrohung ein ursächlicher Akteur identifiziert werden kann, der die Gefahr absichtsvoll herbeiführt.

Wünschenswert wären demzufolge auch in vernetzten digitalen Infrastrukturen, die in der digitalen Transformation entwickelt werden, Zustände, in denen auf der einen Seite diffuse Gefährdungsgefühle in eine möglichst konkrete objektbezogene Furcht verwandelt werden und auf

¹⁷ EU-DSGVO Erwägungsgrund 91, Satz 3.

¹⁸ Vgl. Art 4 Nr. der EU-DSGVO.

der anderen Seite **Vertrauen in die eigene Handlungsfähigkeit** gestärkt wird (Münkler 2010, 29). Gleichzeitig ginge es darum, Vertrauen **in gesellschaftliche und persönliche Umwelten** zu schaffen: Gefahren wären demgegenüber durch Zerlegung kalkulierbar und damit beherrschbar zu machen, z. B. durch Implementierung technologischer Infrastrukturen, in denen Personen mit Datenzugang und die Zwecke der Datennutzung bekannt und konsentiert sind. Im Fall von Bedrohungen ginge es darum, diese durch Barrieren aus dem gesicherten Bereich herauszuhalten.

Vertrauen in die eigene Handlungsfähigkeit stärken

Vertrauen in gesellschaftliche und persönliche Umwelten durch Transparenz stärken

An welchen technologischen Beispielen können die wertebezogenen Konzepte und Zusammenhänge verdeutlicht werden?

Tabelle 2 dient dazu, beispielhaft darzustellen, wie die beschriebenen wertebezogenen Konzepte und Zusammenhänge am Beispiel von Technologien im Bereich Smart Home verdeutlicht werden können.

Tabelle 2:

Beispiele zu wertebезogenen Konzepten und Zusammenhängen

Smart Home-Technologie	Freiheit		Sicherheit	
	Freiheitszugewinn	Freiheitsbeschränkung	Objektive und subjektive Sicherheit	Subjektive Unsicherheit
Allgemein/technologieunabhängig	KURZFRISTIG			
	Fernkontrolle über zentrale Schaltung, komfortablere, bequemere und selbstständigere Alltagsgestaltung	Handlungsfähigkeit bei Technikausfall (z. B. Stromausfall oder Cyberangriff)	Wahrung der körperlichen Unversehrtheit, v. a. für Menschen mit besonderen Bedarfen	Unsicherheit über Verwendung eigener Daten, v. a. durch global nicht einheitliche Datenschutzbestimmungen bzw. -verordnungen
LANGFRISTIG				
personalisierte und individualisierte Angebote zu personenbezogenen Dienstleistungen, Gesundheits- und Therapieangeboten, Waren etc.	Kontrolle, Überwachung und Beeinflussung durch (unwollte bzw. erzwungene) Datenerfassung, -integration und -analyse (z. B. Weitergabe von Gesundheitsdaten an Krankenkassen oder Vorgesorgel leistende wie Banken);	umfassender Schutz persönlicher wie gesellschaftlicher Sicherheit durch digitale Sicherheitsinfrastrukturen (z. B. Bekämpfung von physischer wie Cyberkriminalität);	Langfristig: Unsicherheit bezüglich der eigenen Person und Angehörigen (u. a. leibliches Wohl, Bildungs-, Gesundheitschancen) durch Marktmacht datenverarbeitender Konzerne;	Misstrauen gegenüber digitalen Infrastrukturen und Akteur*innen und negative Beeinflussung der moralischen Entwicklung
	Einschränkung in persönlicher Handlungsfreiheit, Wahrnehmung von Freiheits- und Grundrechten im Treffen von Entscheidungen und im kreativen Handeln	Vertrauen in digitale Infrastrukturen und Akteur*innen		

<p>Smarte Sprachassistenten</p>	<p>Sprachbedienung oder Transkription von bspw. Medien zur sozialen Kommunikation und Interaktion (vornehmlich in digitalen Räumen) von Menschen mit besonderen Bedarfen (z. B. körperlichen); zentrale Steuerung von smarten Geräten macht das Alltagsleben komfortabler</p>	<p>Mitschnitt/Aufzeichnung von persönlichen Gesprächen und Integration der Gesprächsdaten in neue Systeme (z. B. Weitergabe an Dritte zu Marktanalyse zwecken). Versehentliche Freigabe von Aktionen wie kostenpflichtigen Bestellungen oder Öffnen von Türen/Fenstern</p>	<p>Hands-free-Eingaben für Menschen mit besonderen körperlichen Bedarfen, v. a. in Notfällen möglich, oder PIN- bzw. Kennwortvergabe zur Vermeidung versehentlicher Aktionsfreigabe</p>	<p>Unwissenliche Weitergabe personenbezogener, sensibler Daten (Datenschutz), z. B. Zahlungsinformationen (u. a. Bankdaten, Kreditkartendaten) bei Bestellungen über Shoppingportale, Gesundheitsdaten bei Bestellungen über Online-Apotheken oder Nutzung von Online-Gesundheitsberatung</p>
<p>Smarte Küchen- und Kochgerätschaften</p>	<p>Nahrungszubereitung bzw. Unterstützung der (selbstständigen) Ernährung und Versorgung von bspw. Menschen mit besonderen Bedarfen (z. B. körperlich) oder aufgrund von Zeitmangel (z. B. Mehrverdienendenhaushalt)</p>	<p>Herstellen von digitalisierten, datengestützten Beziehungsgefügen auf unternehmensinternen Servern durch Accounterstellung und Nutzung der Software</p>	<p>Überhitzungs- oder Schneideschutz zur Erhaltung körperlicher bzw. gesundheitlicher Unversehrtheit und Brandschutz</p>	<p>Blindes Vertrauen in smarte Technologien und Schutz ausfall bei technischen Fehlern; ggf. gesundheitliche Risiken durch Angabe allergienhaltiger Rezepte</p>
<p>Smarte Reinigungsroboter</p>	<p>Hygienisch einwandfreies Wohn- und Lebensumfeld</p>	<p>Einsicht in häusliche Wohn- und Lebenswelt (GG Art. 13) durch Erfassung von Bilddaten (z. B. Menschen, Produkten) und Bewegungsprofilen</p>	<p>Sicherheit durch Steuerung und Überwachung aus der Ferne (z. B. Ansteuerung der integrierten Kamera im Roboter; Überwachung von Reinigungsverhalten; Schadenabwendung bei wertvollen Haushaltsgegenständen)</p>	<p>Blindes Vertrauen in smarte Technologien und Schutz ausfall bei technischen Fehlern und Cyberangriffen; Datensicherheit und beispielsweise Ton/Bildweitergabe</p>
<p>Smarte Mähroboter (mit integrierter Kamera)</p>	<p>Objektiv ansprechendes Wohn- und Lebensumfeld</p>	<p>Einsicht in häusliche Wohn- und Lebenswelt (GG Art. 13) durch Erfassung von Bilddaten (z. B. Menschen, Produkten) und Grundstückskartierung</p>	<p>Sicherheit durch zentrale Steuerung und Überwachung aus der Ferne (z. B. Abwendung von Schäden an Menschen und Tieren), Grundstücküberwachung zur Sicherung von u. a. Hausfriedensbruch und Abwendung weiterer Schäden</p>	<p>Blindes Vertrauen in smarte Technologien und Schutz ausfall bei technischen Fehlern und Cyberangriffen; Datensicherheit und beispielsweise Bild- und Grundstücksdatenweitergabe</p>

3. Lehrkräftebildung für berufliche Schulen im Kontext der digitalen Transformation

*Eveline Wittmann, Friederike Rechl, Susanne Miesera,
Henry Schirmer, Aldin Striković, Matthias Grimm, Monja Pohley,
Lena Heinze, Laureen Gadinger, Carmen Torggler*

3.1 Sich wandelnde Bedarfe im Lichte des empirischen Forschungsstands

Die beschriebenen Veränderungen deuten darauf hin, dass für die beruflichen Schulen Innovationserfordernisse dahingehend entstehen, ihren Schüler*innen einen mündigen Umgang mit der digitalen Transformation zu ermöglichen. Gleichzeitig stellen sich angesichts ihres reflexiven Auftrags (DFG-Senatskommission 1990) auch neue Fragen mit Blick auf die Ausgestaltung der Lehrkräftebildung an Universitäten, die auch deren Positionierung im Bereich der Fortbildung einschließen. Systematische empirische Analysen zu Fortbildungsbedarfen von Lehrkräften beruflicher Schulen hat die Projektgruppe um Susan Seeber und Susanne Weber (Seeber et al. 2019) im Projekt DigiKaB vorgelegt. Die Ergebnisse der bundesweit angelegten Teilstudie zu existierenden Fort- und Weiterbildungsangeboten für Lehrkräfte beruflicher Schulen zur Digitalisierung (ohne schulinterne Lehrer*innenfortbildungen) zeigen, dass diese sich zu 64 % auf allgemeine pädagogische Themen wie digitale Medien bezogen. 23 % der Angebote betrafen das Fachwissen der Lehrkräfte beruflicher Schulen und fokussierten Themen wie digitale Geschäftsmodelle, Geschäftsprozesse oder Industrie 4.0, und 13 % der Fortbildungsangebote für Lehrkräfte waren fachdidaktisch orientiert und bezogen sich auf Gegenstände wie Lernfelder, Lehr-Lern-Arrangements und Lernsituationen. Dabei beinhalteten fachliche und fachdidaktische Fortbildungen zwar den Gegenstand der digitalen Transformation, wiesen angesichts sich verändernder Anforderungen an Schüler*innen jedoch auch Verengungen hinsichtlich künftig relevanter Kompetenzen von Lehrer*innen auf, an denen wir mit unseren Überlegungen ansetzen.

*Schüler*innen
sollen einen
mündigen Umgang
mit der digitalen
Transformation
lernen*

Wenn mit Seufert (2017, 123, im Anschluss an Vaill 1998) die gegenwärtigen Veränderungen, die u. a. durch digitale Vernetzung und Künstliche Intelligenz gekennzeichnet sind, allerdings als „**Wildwasserbedingungen**“ verstanden wer-

den (siehe auch Abschnitt 1.2 ‚Berufliche Bildung‘ als Leitidee in der digitalen Transformation ab Seite 4), wird eine rein nachgelagerte Reaktion auf Veränderungen den Anforderungen nicht mehr gerecht. Neu gefordert ist eine proaktive Veränderung; Schüler*innenkompetenzen, die im Zusammenhang mit der digitalen Transformation genannt werden, betreffen Prozesswissen, fachliches und überfachliches Problemlösen, Zusammenarbeit und Kreativität (z. B. Faßhauer & Seeber 2019; Windelband 2019).

Um das Wildwasser der digitalen Transformation kompetent zu bewältigen, ist Zusammenhangeswissen erforderlich

Angesichts des fundamentalen Wandels, der mit der Entstehung der „Welt der Daten“ zusammenhängt und den wir mit diesem Buch nachzeichnen, ist jedoch fraglich, ob ohne ein grundlegendes **Konzept- bzw. Zusammenhangsverständnis über die digitale Transformation** eine kompetente Bewältigung der schnellen Veränderungen gelingen kann:

Gestaltungsfähigkeit – und damit Macht – weisen am ehesten diejenigen Akteurinnen und Akteure auf, die das gewandelte Umfeld bereits als neuen Hintergrund übernommen haben, wie dies früh für erfolgreiche Konzerne des Silicon Valley der Fall ist (Zuboff 2019, 11). Es geht also um inhaltliches Umlernen.

Zum anderen trägt die Wildwasser-Metapher nur bedingt. Man braucht im Wildwasser zwar, wie in allen Sportarten, die äußerst schnelles Reagieren erfordern, perzeptuell-kognitive Expertise (Williams et al. 2011), die zudem handlungswirksam werden muss, und auch angesichts der digitalen Transformation geht es um das Erkennen größerer Muster [...].

Aber: Anders als im Wildwasser haben wir Zeit, einen Schritt zurückzutreten, um die Muster klarer oder überhaupt erkennen zu können.“

Wittmann & Neuweg 2021, 272f.

Erfordernisse der Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften unterschiedlicher Fachrichtungen

Mit der auf Bildungsansprüche fokussierten Thematisierung der digitalen Transformation verstärken sich Erfordernisse der Zusammenarbeit, auch zwischen Lehrkräften unterschiedlicher Fachrichtungen. Um die in der Berufs- und Arbeitswelt entstehenden Herausforderungen zu bewältigen, reichen rein fachbezogene oder fachdidaktische Fortbildungen möglicherweise nicht mehr aus (Wittmann & Weyland 2020). Analog greifen auch Modellierungen von Lehrkräftekompetenzen für die digitale Transformation wie das TPACK Modell (z. B. Mishra 2019) zu kurz, die curricular-didaktische Erfordernisse für Lehrkräfte vor allem im fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Bereich sehen.

Ergebnisse einer Studie von Gössling et al. (2019) deuten darauf hin, dass zwischen einer dominant unterrichtsthematischen Rahmung der digitalen Transformation und Vorstellungen über professionelles Handeln beruflicher Lehrkräfte in der Praxis ein Zusammenhang besteht. Gössling et al. (2019, 546) führten empirisch-qualitative Analysen zur Fragestellung nach dem Umgang von Lehrkräften beruflicher Schulen mit digitalisierten Arbeitsumwelten durch. Die Ergebnisse

aus den Einzel- und Gruppeninterviews mit insgesamt 34 Lehrkräften wurden zu zwei Basistypen zusammengeführt. Während der erste Typ Verkürzungen in der Wahrnehmung der digitalen Transformation von Arbeit aufwies, didaktische Arbeit auf methodische Fragen reduzierte und Veränderungen eher ablehnend gegenüberstand, nahm der zweite Typ eher Bezug auf die digitalisierungsbedingte Veränderung von Anforderungen in beruflichen Situationen und sah den Kontext der digitalen Transformation als Chance für die Umsetzung von Bildungsansprüchen in einem gewandelten Umfeld. Kennzeichen der Lehrkräfte des zweiten Typs ist den Befunden zufolge, dass sie in Schulen mit teamförmigen Bewältigungsroutinen auf der Ebene der Schulorganisation, des Unterrichts und der schulinternen curricularen Planung tätig sind. Die Untersuchung legt nahe, dass teamförmige Bewältigungsroutinen zu einer tiefergehenden Befassung mit der digitalen Transformation im Unterricht beitragen und damit auch für die Lehrkräfte eine verstärkt relevante Kompetenz darstellen.

*Teamförmige
schulische
Bewältigungs-
routinen
unterstützen eine
tiefe Befassung
mit der digitalen
Transformation*

In einer Teilstudie ihrer bereits referierten Untersuchung zeigen Seeber et al. (2019) demgegenüber, dass diesbezüglich auch Verkürzungen in den normativ-programmatischen Vorstellungen institutionalisierter Akteur*innen der beruflichen Bildung vorliegen. Analysiert wurden hier Programmatiken zuständiger Bundesministerien, des Bundesinstituts für Berufsbildung, von Arbeitgeber*innenverbänden und Gewerkschaften sowie des Allgemeinen Schulleitungsverbands Deutschlands. Aus den von dieser Projektgruppe zusammengeführten programmatischen Forderungen ergibt sich, dass zwar Ansprüche an die fachdidaktische Professionalisierung des Lehr- und Ausbildungspersonals gestellt wurden, jedoch Wissen über veränderte Arbeits- und Organisationsstrukturen sowie mündigkeitsbezogene Bildungsziele keine Rolle spielten. Enge, qualifikationsbezogene Bedarfsäußerungen scheinen also eher zu dominieren.

3.2 Resultierende curriculare Überlegungen orientiert am DigCompEDU

*Neue curriculare
Rahmung der
Lehrkräftebildung*

Folglich kann im Kontext der digitalen Transformation von neuen, praktisch bedeutsamen Erfordernissen für die Lehrer*innenfortbildung mit Blick auf die beruflichen Schulen ausgegangen werden. Dies bietet Anlass, über eine **neue curriculare Rahmung der Lehrkräftebildung** nachzudenken. Gerade die universitäre Lehrkräftebildung könnte auf innovative Weise die grundlegenden Veränderungen der digitalen Transformation in den Blick nehmen, unter Einschluss mündigkeitsbezogener Zielsetzungen für die Schüler*innen, und dabei den Schwerpunkt auf Veränderungen bei den geforderten Kompetenzen der Lehrkräfte legen. Für diesbezügliche curriculare Überlegungen orientieren wir uns am Kompetenzrahmen der Europäischen Union für Lehrkräfte (DigCompEdu; Redecker 2017), der derzeit verstärkt in die Lehrkräftebildung Eingang hält, fokussieren anstelle des Umgangs mit digitalen Lernmedien jedoch den Umgang mit der digitalen Transformation als Gegenstand.

*Aus den
Ordnungs-
kategorien
resultieren neue
Anforderungen
an die Lehrkräfte-
kompetenzen*

Vor dem Hintergrund der in diesem Buch beschriebenen Ausgangslage gehört zu den wichtigen Lehrkräftekompetenzen in der digitalen Transformation erstens die Fähigkeit, **begriffliche Konzepte und Fehlvorstellungen** von Schüler*innen zur digitalen Transformation zu **diagnostizieren**, wobei dies auch erfordert, dass die Lehrkräfte berufsfeldübergreifend selbst zentrale neue Zusammenhänge der digitalen Transformation verstehen. Zweitens gehört hierzu die Befähigung zur **Identifikation curricularer Gelegenheiten** für die Vermittlung von Ordnungskategorien und Zusammenhangsverständnissen der digitalen Transformation. Drittens müssen Lehrkräfte in der Lage sein, **Inhalte** zur digitalen Transformation der Berufs- und Arbeitswelt **unter Berücksichtigung rechtlicher, datensicherheits- und nachhaltigkeitsbezogener Erwägungen umzusetzen**.

*Berufs-
übergreifend
problemlösendes
und kreatives
Lernen fördern*

Darüber hinaus sind Lehrkräfte gefordert, digitale Arbeits- und Lernmedien für **das Lernen in Geschäftsprozessen** einzusetzen, insbesondere um das geforderte multiperspektivische, **auch berufsübergreifend problemlösende und kreative Lernen zu fördern**, um u. a. innovative Lösungen durch Kopplung von Technologie zu unterstützen und im Zusammenhang mit der Technologieintegration in soziale Handlungsfelder wertegeleitetes Handeln zu fördern. Diesbezüglich liegt eine zentrale Lehrkräftekompetenz in der didaktisch begründeten **Auswahl und Veränderung digitaler Arbeits- und Lernmedien** zu Zwecken beruflicher Bildung und Mündigkeit sowie darin, diese einsetzen zu können, um die geforderte Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Die in Kapitel 2 beschriebenen Begriffsverständnisse und Zusammenhänge dienen dazu, hierfür eine Grundlage herzustellen. Über diese didaktischen Kompetenzen hinaus werden anknüpfend an die Befunde von Gössling et al. (2019) auch

organisationsbezogene Kompetenzen wichtiger (siehe auch Mishra 2019), wie die **Kooperation bei der Auswahl und Anpassung digitaler Technologie** an den konkreten schulischen Kontext sowie die verstärkte **Zusammenarbeit** der Lehrkräfte **mit anderen Akteursgruppen** wie Schüler*innen und anderen Einrichtungen wie Ausbildungsbetrieben, Hochschulen oder Schulen mit anderen Fachrichtungsschwerpunkten, um Lehr-Lern-Arrangements zur digitalen Transformation kooperativ zu entwickeln.

*Zusammenarbeit
der Lehrkräfte
mit anderen
Akteursgruppen*

Verstärkt erforderlich werden dürfte angelehnt an den DigCompEDU diesbezüglich die Bereitschaft, sich kontinuierlich professionell weiterzuentwickeln, wozu angesichts des fundamentalen und schnellen Fortschritts rein innerschulische Fortbildungen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr ausreichen, sondern z. B. Fortbildungen an Hochschulen und bei anderen Einrichtungen wichtiger werden. Das **Überschreiten von Grenzen der eigenen Organisation** und des engeren schulischen Kontextes gewinnt also an Bedeutung. In der Forschung zum Lernen in der Arbeit wird diese Thematik als „**boundary crossing**“ bezeichnet und bearbeitet.

*Kompetenz-
anforderungen
auch auf der
organisationalen/
professionellen
Ebene*

Dementsprechend stellt sich vor dem Hintergrund ihrer reflexiven und innovationsbezogenen Aufgaben die Frage, wie sich die universitäre Lehrkräftebildung hier positionieren sollte, auch im Hinblick auf die Fortbildung von Lehrkräften beruflicher Schulen. Lehr-Lern-Ziele für Lehrkräfte beruflicher Schulen im Kontext der digitalen Transformation sind in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst.

Abbildung 10:

Lehr-Lern-Ziele für Lehrkräfte im Kontext der digitalen Transformation

Lehrkräfte beruflicher Schulen

- **verstehen zentrale neue Zusammenhänge** der digitalen Transformation;
- **identifizieren curriculare Gelegenheiten** für die Vermittlung von Ordnungskategorien und Zusammenhangsverständnissen der digitalen Transformation;
- **diagnostizieren begriffliche Konzepte und Fehlvorstellungen** von Schüler*innen zur digitalen Transformation;
- **setzen Inhalte zur digitalen Transformation der Berufs- und Arbeitswelt um und setzen digitale Arbeits- und Lernmedien für das Lernen in Geschäftsprozessen ein**, um das geforderte multiperspektivische, auch berufsübergreifend problemlösende und kreative Lernen zu fördern, das u.a. innovative Lösungen durch Kopplung von Technologie unterstützt, und im Zusammenhang mit der Technologieintegration in soziale Handlungsfelder wertegeleitetes Handeln zu fördern;
- **wählen digitale Arbeits- und Lernmedien aus und verändern diese**, um berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit sowie berufliche Bildung und Mündigkeit zu ermöglichen;
- **kooperieren bei der Auswahl und Anpassung digitaler Technologie** an den konkreten schulischen Kontext;
- **arbeiten mit anderen Akteursgruppen zusammen**, wie Schüler*innen, und anderen Einrichtungen, wie Ausbildungsbetrieben, Hochschulen oder Schulen mit anderen Fachrichtungsschwerpunkten, um Lehr-Lern-Arrangements zur digitalen Transformation kooperativ zu entwickeln;
- **sind bereit, sich im Rahmen eines grenzüberschreitenden Lernens** kontinuierlich professionell weiterzuentwickeln.

3.3 Relevante berufliche Handlungssituationen: eine ideengenerierende Studie

Um grenzüberschreitendes Lernen in der universitären Fortbildung von Lehrkräften für berufliche Schulen als institutionelle Struktur anzulegen, wurde an der TUM im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung das universitäre Kompetenzzentrum „digIT4.0@TUM“ gegründet. Medium der Kooperation waren u. a. eine Reihe von Expert*innenworkshops, in denen Bedarfe der Neupositionierung der universitären Lehrkräftefortbildung zur digitalen Transformation aus der Perspektive von Stakeholdern aus Wirtschaft, Forschung und von Schulen thematisiert wurden. Die im Folgenden dargestellte Analyse wurde in einem solchen Workshop durchgeführt.

3.3.1 Methodisches Vorgehen

Die Erhebung diente im Sinne einer antizipierenden Analyse inhaltlicher und technologischer Bedarfe dazu, im Kontext der digitalen Transformation **besonders bedeutsame berufliche Handlungssituationen und Geschäftsprozesse** einschließlich relevanter Technologien zu identifizieren, die der Lehrkräftefortbildung in der digitalen Transformation zugrunde gelegt werden könnten.

*Identifikation
beruflicher
Handlungs-
situationen,
Geschäftsprozesse*

Sie fand im Rahmen eines virtuellen Workshops im Jahr 2020 statt. Es nahmen insgesamt 30 externe Personen mit besonderer Expertise in vier prototypischen Digitalisierungsszenarien¹⁹ teil (Industrie 4.0, Smart Home, Gesundheit 4.0, „Baker Space“²⁰). Pragmatischer Hintergrund der Auswahl dieser Szenarien war, dass deren Ausgestaltung im zu Lehrkräftebildungszwecken eingerichteten Digitallabor *TUM-DigiLLab* zu diesem Zeitpunkt bereits in Planung war. Innerhalb der Szenarien wurde wegen der angenommenen steigenden Relevanz berufs(feld)übergreifender Kooperation und der geforderten mehrperspektivischen Betrachtung des Gegenstands auf das Vorhandensein einer fachrichtungsübergreifenden Expertise geachtet, z. B. Elektrotechnik, Ernährungs- und Hauswirtschaftswissenschaft im Szenario Smart Home, Elektro- und Metalltechnik sowie Wirtschaftswissenschaft im Bereich Industrie 4.0, Wirtschaftswissenschaft und Ernährungs- und Hauswirtschaftswissenschaft im Bereich „Baker Space“ sowie Pflegewissenschaft und Medizin im Bereich Gesundheit 4.0.

*Prototypische
Szenarien der
digitalen
Transformation*

*Fachrichtungs-
übergreifende
Expertise*

19 Mit dem Begriff „Szenario“ kennzeichnen wir hier physisch in Ausstattung befindliche Settings. Der Begriff „Szenario“ soll gegenüber dem Begriff „Setting“ verdeutlichen, dass mit den ausstattungsbezogenen Vorfestlegungen, die den Teilnehmenden im Rahmen des Expertenworkshops vorgestellt wurden, bereits gedankliche Festlegungen verbunden sind, die gleichzeitig aber auch noch eine hohe didaktische Entwicklungsoffenheit aufweisen.

20 Kleinflächiger Lebensmitteleinzelhandel inkl. Gastronomie und Lebensmittelhandwerk.

*Außerschulische
Akteur*innen
können
gewinnbringende
Perspektive auf
Fortbildungs-
bedarfe aufzeigen*

Die Expert*innen wurden hierbei aus Schulen und höheren Ebenen der Schulverwaltung, großen und kleinen Wirtschaftsbetrieben, Kammern und Verbänden sowie aus Hochschulen rekrutiert. Dabei kann aufgrund des besonderen Einblicks in technologisch bedingte Veränderungen angenommen werden, dass gerade **außerschulische Akteur*innen**, die im Bereich der digitalen Transformation besonders aktiv sind, wie technologieführende Unternehmen oder digitale Kompetenzzentren des Handwerks, **gewinnbringende Perspektiven auf Fortbildungsbedarfe für Lehrkräfte beruflicher Schulen** aufzeigen könnten, die sich von denen tradierter Akteure der Lehrer*innenbildung unterscheiden. Über dieses Vorgehen sollte im Sinne von Rebmann und Tredop (2008) auch eine wechselseitige Validierung der Ergebnisse ermöglicht werden.

Die Erhebung wurde methodisch mittels Gruppen-Expert*inneninterviews durchgeführt, die der Generierung von Ideen für die Gestaltung der den Teilnehmenden ebenfalls vorgestellten Szenarien dienen sollten. Die in diesem Buch thematisierten Ordnungskategorien und Zusammenhänge wurden dazu den Teilnehmenden im Rahmen einer Einführung präsentiert. Anschließend wurden die Interviews in Expert*innengruppen nach einem jeweils analogen Vorgehen in den vier nach Szenarien aufgeteilten Gruppen durchgeführt, wobei die Expert*innen zum Zweck der qualitativen Befragung den Szenarien im Vorfeld zugeordnet worden waren.

Zentrale **Leitfragen** lauteten szenarienübergreifend:

*Zentrale
Leitfragen*

1. Lassen sich in den ausgebildeten Berufen der Berufsfelder aus Sicht der Teilnehmenden typische berufliche **Handlungssituationen oder Geschäftsprozesse** identifizieren, über die sich Wissen bzw. Verständnis zur digitalen Transformation im Szenario besonders gut vermitteln lässt?
2. Welche Elemente bzw. zukunftsweisenden **Technologien** sollten im Szenario ggf. integriert bzw. abgebildet werden, um den digitalen Wandel in diesem Bereich zu verdeutlichen?

Zum Zwecke der **Inhaltsvalidierung** wurden die Fragen der qualitativen Erhebung ausführlich in einem interdisziplinären Arbeitszusammenhang diskutiert, verfeinert und priorisiert sowie hinsichtlich ihrer Eignung für die qualitative Teilstudie bewertet.

*Beteiligung
außerschulischer
Stakeholder in
allen Szenarien*

Die Verteilung der externen Teilnehmenden auf die Szenarien ist in Tabelle 3 dargestellt. 13 Teilnehmende ordneten sich hierbei im Rahmen der begleitenden quantitativen Onlinebefragung selbst dem Schulbereich zu, 17 dem außerschulischen Bereich.

Tabelle 3:

Verteilung der externen Teilnehmenden auf die Szenarien

Szenario	Teilnehmende aus dem Schulsektor	Teilnehmende aus dem außerschulischen Sektor
Industrie 4.0	4	6
Smart Home	3	3
Gesundheit 4.0	2	5
Baker Space	4	3
Gesamt	13	17

Die Auswertung erfolgte jeweils im Sinne einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse (Mayring & Fenzl 2019). Alle Interviews wurden transkribiert, die Transkripte jeweils durch mindestens zwei Rater kodiert und auf Basis des Kategoriensystems ausgewertet, wobei die Kategorienbildung anhand eines am Leitfaden orientierten Kategoriensystems mit kleineren induktiven Ergänzungen in den Subkategorien erfolgte. Interrater-Übereinstimmungen wurden auf Basis der vier Einzeltranskripte berechnet (Industrie 4.0 $\kappa = .93$; Smart Home $\kappa = .88$; Gesundheit 4.0 $\kappa = .97$; Baker Spake $\kappa = .87$).

3.3.2 Ergebnisse

Die folgende Auswertung wird nach den Szenarien gegliedert, in denen die Interviews erfolgten.

a) Industrie 4.0

Berufliche Handlungssituationen

In diesem Szenario ist die am häufigsten beschriebene, von vier Teilnehmenden angesprochene berufliche Handlungssituation, über die sich das Wissen bzw. das Verständnis der digitalen Transformation im Szenario besonders gut vermitteln lasse, „Anlage in Betrieb nehmen“, z.B. durch Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Dabei wird bezogen auf relevante Technologien insbesondere die Remote-Inbetriebnahme aufgeführt, vor allem mittels Augmented-Reality-Technologie (AR), z.B. durch Virtual Commissioning. In diesem Zusammenhang wird auch „Anlage warten

*Berufsbezogene
und berufsfeld-
übergreifende
Handlungs-
situationen in
Industrie 4.0*

oder instandsetzen“ benannt. Außerdem werden „Produktionsanlage remote überwachen/steuern“ und dazu gehörend „Schnittstellen definieren“ als berufliche Handlungssituationen aufgeführt. Die Bedeutung der letztgenannten Handlungssituation für den Kompetenzerwerb der Lehrkräfte wird in den Möglichkeiten gesehen, Sichtweisen auf Schnittstellenproblematiken aus technischer wie kaufmännischer Sicht zu verdeutlichen. Mit Themen von Remote-Technologien könnte demzufolge in der Lehrer*innenbildung außerdem die Abgrenzung von Arbeits- und Privatleben unter Einschluss der Rechtslage thematisiert werden.

Eine weitere von einzelnen Teilnehmenden angesprochene Situation, die ebenfalls stärker die technische Seite fokussiert, ist „Sensornetzwerke in einer Produktion installieren und bezüglich ihrer Sinnhaftigkeit bewerten“. Über diese Situation kann bei Lehrkräften einer Interviewaussage zufolge jedoch auch übergreifend Verständnis dafür erzeugt werden, wie Daten aus Produktionskontexten ausgelesen werden, wobei Aspekte wie Mitarbeiter*innenüberwachung und Datenschutz eingeschlossen werden können. Darüber hinaus werden weitere fünf Situationen benannt, die neben technischen auch kaufmännische Aspekte berühren, d.h. die Sicherung der Wirtschaftlichkeit und den Umgang mit Kund*innen, und sich damit eignen, Erfordernisse einer berufsübergreifenden Kooperation zu thematisieren. Diese sind die Situationen „Qualität durch integrierte Systeme sichern“, „Auftragszeiten prüfen“, „Vertrauen und Nachvollziehbarkeit schaffen“ sowie „Kunden und Kundinnen Angebote unterbreiten und mit Kunden und Kundinnen Verträge abschließen“ und „Branchenbezogene Lösungen entwickeln“. Die letztgenannte Situation weist aufgrund ihres auf die Bedarfe der Abnehmenden bezogenen End-to-End-Charakters Nähe zu einem eigenen Geschäftsprozess auf, der dem Schaffen von Innovationen gewidmet ist (Schirmer 2020).

Die Situation „Qualität durch integrierte Systeme sichern“ korrespondiert dabei im Interview mit „Sensornetzwerke in einer Produktion installieren und bezüglich ihrer Sinnhaftigkeit bewerten“. Auch mit der Situation „Vertrauen und Nachvollziehbarkeit schaffen“ wird ein Aspekt der digitalen Transformation aufgegriffen, der ebenso wie die Situation „Auftragszeiten prüfen“ den Umgang mit den durch die digitale Vernetzung und die Möglichkeit der Datenentnahme entstehenden Kontrollmöglichkeiten von Prozessen und Mitarbeiter*innen adressiert und damit auch organisations-psychologische oder -wirtschaftliche sowie rechtliche Fragestellungen betrifft.

Geschäftsprozesse

Als relevanter Geschäftsprozess wird im Industrie 4.0-Szenario die kunden- und kundinnenindividuelle Produktion herausgestellt. Unter dem Stichwort „intelligente Fabrik“ werden außerdem Prozesse von der „intelligenten Order-
registrierung“ über die „intelligente“, vernetzte Auftragsverarbeitung im Rahmen

*Routine- und
Innovations-
prozesse
in Industrie 4.0*

der papierlosen Fabrik, die integrierte Qualitätskontrolle, die Lagerlogistik sowie die Rückverfolgbarkeit der Produktion im Nachgang unter Einbezug von ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning) thematisiert, die zu einem innovationsbezogenen Geschäftsprozess zusammengefasst werden könnten.

b) Smart Home

Berufliche Handlungssituationen

Für den Bereich Smart Home wurden unterschiedliche fachrichtungsbezogene Perspektiven einbezogen, d. h. neben der Perspektive der implementierenden Fachrichtungen, insbesondere der Elektrotechnik, auch Perspektiven von Fachrichtungen, für die aus Sicht der Anwender*innen ein Smart Home zu beruflichen Zwecken nutzbar gemacht werden könnte, namentlich die Fachrichtungen Hauswirtschafts-, Gesundheits- und Pflegewissenschaft. Auch die Expert*innengruppe zum Smart Home war dementsprechend multiperspektivisch besetzt, um die Blickwinkel möglichst umfassend zur Geltung zu bringen.

Aus der hauswirtschaftlichen Anwender*innenperspektive dominiert in den Nennungen die Situation „Smarte Technologie für hauswirtschaftliche Zwecke nutzen“, was die Umstellung der Wäscherei ebenso umfassen kann wie automatisiert eingeleitete Kochvorgänge auf Basis digitaler Rezepte. Vorausgesetzt wird, dass diese Situation einen kompetenten technischen Umgang mit smarter Technologie erfordert, der nach einer Interviewaussage über diese Situation auch Lehrkräften vermittelt werden könnte, etwa über das Einbauen von Fehlermeldungen in smarte Geräte. Eine weitere genannte Situation, die sich auf die digitale Vernetzung und die Möglichkeit der Echtzeitdatenübertragung im Kontext hauswirtschaftlicher Tätigkeiten bezieht, ist „Hauswirtschaftliche Technologie remote überwachen“. Daneben wird aber auch auf die Situation „Hauswirtschaftliche Systeme unter Nutzung smarter Technologie neu organisieren“ verwiesen, wobei das Beispiel smarter Bestellung und Lagerhaltung (smarter Kühlschrank) genannt wird.

Berufliche Handlungssituationen im Smart Home: hauswirtschaftliche Sicht

Ebenfalls aus beruflicher Anwender*innensicht, in diesem Fall im Bereich gesundheitlicher bzw. pflegerischer Nutzung, wird die Situation „Smart Home zur Klient*innenüberwachung nutzen“ angeführt. Sowohl für hauswirtschaftliche als auch für gesundheits- und pflegewissenschaftliche Anwendungsfelder relevant sind schließlich die Situationen „Über digitale Systeme kommunizieren“ sowie „Digitalen Systemen Daten anvertrauen“, wobei die zuletzt genannte Situation anhand eines Sprachassistenten ausgeführt wird. Hierbei geht es der Interviewaussage zufolge darum, bei Lehrkräften ein Verständnis dafür zu erzeugen, was mit erhobenen Daten geschieht, einschließlich der Thematik Datensicherheit, um Akzeptanz für technische Systeme zu schaffen.

Berufliche Handlungssituationen im Smart Home: pflegerische und gesundheitsberufliche Sicht

Berufliche Handlungssituationen im Smart Home: elektrotechnische und berufsfeldübergreifende Sicht

Die meisten Situationsnennungen beziehen sich auf die elektrotechnische Sicht. Am häufigsten genannt wird die Situation „Smart Home-Systeme warten“, wobei dies Fernwartung, KI-unterstützte Predictive Maintenance und aufwandsorientierte Wartung ebenso einschließt wie den Aufbau eines virtuellen privaten Netzwerks (VPN). Verwandt ist die Situation „In Smart Home-Systemen Fehler diagnostizieren“. Ebenfalls mehrfach wird die Situation „Smart Home-Technologie implementieren“ angeführt, wozu spezifisch Multi-Room-Systeme und die kompatible Gestaltung von Systemen angesprochen werden. In diesem Zusammenhang tritt auch die Situation „Mit anderen Fachrichtungen für die Implementierung des Smart Homes kooperieren“ auf; hier werden konkret bauliche Aspekte angesprochen. Rein elektrotechnisch ausgerichtet ist die Situation „Raumtemperatur steuern“. Explizit miteinbezogen wird die Anwender*innenperspektive in den Situationen „Mit Datenschutzproblematiken umgehen und Privatsphäre ermöglichen“, „Smart Home-Systeme für den User sicher einrichten“ – konkret wird eine kindersichere Implementierung angedacht – sowie „Kund*innen in der Nutzung smarterer Geräte anleiten“. Schließlich wird mit der Situation „Smart Home zu gesundheitlichen Zwecken /in Pflegesituationen implementieren“, für die exemplarisch der Einbau von Sturzmatten in Altenpflegeheimen oder Einrichtungen des betreuten Wohnens genannt wird, aus elektrotechnischer Perspektive die Nutzung von Smart Home-Systemen durch andere Berufsgruppen adressiert. Die Situation sollte es demzufolge auch ermöglichen, Kompetenzen der Lehrkräfte dieser Fachrichtung für die Vermittlung der Bereiche Datenschutz oder Auswahl von Technologie anzusprechen.

Geschäftsprozesse

Innovationsprozesse mit Smart-Home-Bezug?

Am ehesten weist im Bereich Smart Home die oben erwähnte Situation „Hauswirtschaftliche Systeme unter Nutzung smarterer Technologie neu organisieren“ Nähe zu einem Geschäftsprozess im Sinne eines an Bedarfen von Abnehmenden orientierten Innovationsprozesses auf, ohne dass hier allerdings der systemische Aspekt genauer ausgeführt wird. Geschäftsprozesse im Sinne eines auf die Abnehmenden bezogenen End-to-End-Verständnisses werden darüber hinaus für den Smart Home-Bereich nicht thematisiert.

c) Gesundheit 4.0

Berufliche Handlungssituationen

Für den Bereich „Gesundheit 4.0“ wurden mehrfach die Situationen „Versorgung durch Dokumentation verbessern“, „Visite durchführen“ sowie „Interprofessionell kooperieren“ genannt, auch in Kombination miteinander. Bezüglich der technologischen Umsetzung werden digitale Patient*innenakten und Video-Debriefing genannt. Diesbezüglich ginge es dem Diskussionsverlauf im Interview zufolge darum, Lehrkräften zu verdeutlichen, wie digitale Technologien Prozesse verändern, z. B. durch die Nutzbarkeit der Daten einer

digitalen Patient*innenakte zu Verwaltungszwecken. Darüber hinaus könnten diese Situationen dazu dienen, Verständnis dafür zu erzeugen, wie sich soziale Interaktion durch den Einsatz der digitalen Technologie verändert, etwa hinsichtlich der Verwendung einer vorgegebenen, standardisierten Sprache. Möglich wäre bezogen auf die Situation „Versorgung durch Dokumentation verbessern“ auch eine Thematisierung nicht idealtypischer Situationen, wie Fehler in der Dokumentation. Als Situationen mit inhaltsbezogenem Fokus wurden vor allem „Wunde versorgen“, z. B. mittels tablet-basierter Dokumentation, aber auch „Sturzrisiko vermindern“ angeführt. Hierbei ginge es einer Interviewaussage zufolge nicht nur um die Vermittlung von Anwendungs Kompetenzen der digitalen Endgeräte, sondern auch um das Verständnis datengestützter Folgeprozesse, wie Dokumentation, Verwaltung, Bestellung oder die unmittelbare Nutzungsmöglichkeit der Information durch Ärzte und Ärztinnen. Einige Situationen betrafen administrative Aspekte der Pflege, nämlich „Abrechnung durchführen“, „Dienstplan gestalten“ und „Tourenplan gestalten“. Im Zusammenhang mit Robotik wurden außerdem die Situationen „zu Pflegende heben“, „Material entsorgen“, „Patient*innen Orientierung geben“, „Zu Pflegende beschäftigen“ sowie „Unter Einbezug digitaler Technologie interagieren“ erwähnt, wobei diese Situationen aus der Perspektive möglicher Potenziale von Robotik resultieren. Außerdem wurde hier auf die Situation „Digitale Technologie beurteilen“ verwiesen, die nicht nur an der Schnittstelle technologischer und pflegerischer Berufstätigkeit angesiedelt ist, sondern auch die oben angesprochenen Aspekte von Mündigkeit berührt – explizit genannt wird im Interview „technische Mündigkeit“, z. B. mit Blick auf standardisierende Wirkungen oder ethische Aspekte der digitalen Technologie.

Berufliche Handlungssituationen in Gesundheit 4.0

„Technische Mündigkeit“ gefordert

Geschäftsprozess

Als Geschäftsprozess wird „Die Versorgung unter verstärktem Einbezug der Patient*innen gewährleisten“ beschrieben. Es wird die Vorstellung dargelegt, dass dieser Einbezug mittels der elektronischen Patient*innendokumentation verbessert werden kann.

Prozess unter Einbezug der EPA

d) „Baker Space“: Kleinflächiger Lebensmitteleinzelhandel, Lebensmittelhandwerk, Gastronomie

Berufliche Handlungssituationen

Im Bereich „Baker Space“ wird für die Lebensmittelproduktion vor allem die Situation „Lebensmittel mittels 3D-Druck erzeugen“ genannt sowie darüber hinaus die Situation „Back- und Packlisten erstellen“. Die benannten 3D-Druck-Technologien variieren hier und reichen vom Lebensmittel-3D-Drucker über Milchschaumdruker bis hin zum Kunststoff-3D-Drucker. Gerade im Bereich des Lebensmittelhandwerks deuten angesprochene Technologien, z. B. digitale Rezepturwaagen und Ofentechnologie, auf weitere Situationen hin, die jedoch nicht genauer ausgeführt werden.

Berufliche Handlungssituationen im Lebensmittelhandwerk

Berufliche Handlungssituationen im Lebensmittel-einzelhandel

Im Bereich des Lebensmittelverkaufs wird „Produkte/Waren präsentieren“ als Situation angeführt, wofür z. B. digitale Tafeln bzw. Videotechnologie oder Social Media zum Einsatz kommen können; die Situation könnte im Sinne einer Interviewaussage genutzt werden, um für die unterrichtliche Arbeit von Lehrer*innen entsprechende berufsfeldbezogene digitale Kompetenzen aufzubauen, die ein Verständnis der Bedeutung von digitaler Technologie für das Berufsfeld beinhalten. Außerdem genannt werden „Verkaufen unter Nutzung von Kassensystemen“, „Warenwirtschaftliche Bearbeitung vornehmen/verstehen“ – wobei hier auf ERP-Systeme verwiesen wird, die laut Annahme einer teilnehmenden Person geeignet wären, datengestützte warenwirtschaftliche Prozesse wie z. B. die Beschaffung zu verdeutlichen – sowie „Beschwerden managen“ mittels digitaler Beschwerdesysteme. Außerdem wird die Situation „Verkaufserfolg verbessern mittels Individualisierung/3D-Druck“ thematisiert. Auf systematisch neue Aufgaben im Lebensmittelverkauf und in der Gastronomie, die nicht nur in einer Veränderung bereits bestehender Prozesse resultieren, sondern unter der Perspektive der Personalisierung auch grundsätzlichere konzeptuelle Veränderungen beinhalten, verweisen auch die Situationen „Kund*innen individualisiert beraten“ und „Personalisierte digitale Auswahlprozesse ermöglichen“; bei ersterer geht es um die Beratung von Kund*innen oder Gästen bei der Nutzung von 3D-Druck-Technologie zur individuellen Produkterstellung, bei letzterer um das Ermöglichen von digital gestützten Auswahlprozessen aus standardisierten Bestandteilen, z. B. Bestellungen aus Menüs der Gastronomie an einem Bestelltower. Einer Einschätzung im Interview folgend müssten mit Blick auf die wachsende Bedeutung persönlicher Beratung die Lehrkräfte dabei verstärkt in die Lage versetzt werden, die Kreativität der Schüler*innen zu fördern.

Geschäftsprozesse

Berufsfeldübergreifende Innovationsprozesse

Zwei für den „Baker Space“ benannte Geschäftsprozesse umfassen Arbeitsprozesse in den Bereichen der Lebensmittelherstellung und des Lebensmittelverkaufs: So werden die Geschäftsprozesse „Bestell- und Produktionsprozesse in Kooperation flexibel und ressourcenschonend auf Kundenbedarfe ausrichten“ und „In Kooperation mit anderen Fachgruppen bedarfsorientiert innovative Produkte entwickeln und vermarkten“ angeführt. Beide Geschäftsprozesse liefern hier nach exemplarischen Aussagen in den Interviews auch Anlass für eine berufsübergreifende Kooperation: Während im ersten Geschäftsprozess eine Kooperation mit einem Informatiker oder einer Informatikerin bei der Digitalisierung der Prozesse ausgeführt wird, wird im zweiten Fall im Rahmen einer 3D-Druck-Entwicklung mit Fachkräften aus dem Bereich Metallbau zusammengearbeitet.

3.3.3 Berufsfeldübergreifende Zugänge: Unterschiedliche Sichtweisen außerschulischer und schulischer Stakeholder

Unterstützend wurde im Rahmen der begleitenden quantitativen Erhebung gefragt, inwieweit die Expert*innen jeweils berufsbezogene, berufsübergreifende oder berufsfeldübergreifende didaktische Konzepte für sinnvoll hielten; die Antworten wurden nach Akteursgruppen ausgewertet (Tabelle 4).

Quantitative Erhebung

Tabelle 4:

Teilnehmende, Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum nach schulischer vs. außerschulischer Herkunft der Expert*innen

Wie sollten die Szenarien angelegt sein?	Schulischer Bereich					Außerschulischer Bereich				
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Berufsspezifisch	12	3	5	4,08	0,79	15	1	5	3,47	0,19
Berufsfeldspezifisch	12	2	5	3,67	0,78	15	3	5	4,33	0,62
Berufsfeldübergreifend	12	2	5	3,67	1,07	17	2	5	4,41	1,00

Generell liegen die Zustimmungswerte für alle Aussagen zur berufsbezogenen Anlage der Fortbildung zumindest im mittleren Bereich. Schulische Akteur*innen hielten im Vergleich zu außerschulischen Akteur*innen eher berufsspezifische Konzepte für erforderlich. Demgegenüber hielten die außerschulischen Akteur*innen berufsfeldübergreifende Konzepte am stärksten für erforderlich; der Zustimmungswert ist in dieser Gruppe zu diesem Item auch absolut vergleichsweise hoch.

3.3.4 Diskussion

*Betrachtung
konzeptueller
Vorstellungen,
z. B. Daten-
erfassung*

Im Sinne eines ersten Zwischenfazits ergeben die qualitativen Analysen dementsprechend eine große Bandbreite an relevanten beruflichen Handlungssituationen sowie in gewissem Umfang auch an umfassenden Geschäftsprozessen, die es aus Sicht der Expert*innen ermöglichen sollten, Wissen bzw. ein besseres Verständnis der digitalen Transformation zu vermitteln. Insbesondere liegen neben klassischen Situationen, in denen die digitale Technologie vorrangig bereits vorhandene Arbeitsprozesse besser unterstützt, auch solche vor, in denen Aspekte der digitalen Transformation angesprochen werden, die veränderte konzeptuelle Vorstellungen umfassenderer Art erfordern, z. B. mit den Themen Integration digitaler Technologie in soziale berufliche Handlungsfelder, Datenerfassung und -nutzung durch Dritte (inkl. Schnittstellen), Personalisierung und Überwachung vs. Vertrauen (inkl. Datenschutz/-sicherheit).

Die genannten Situationen sind insgesamt teils berufsspezifisch und teils berufsfeldübergreifend ausgerichtet, wobei sich letztgenannte Situationen dafür anbieten, auch fachrichtungsübergreifende Kooperationskompetenzen bei Lehrkräften zu entwickeln. Tabelle 5 stellt die beruflichen Handlungssituationen dar, die in den Interviews als berufsfeldübergreifend benannt werden, und ordnet jeweils die betroffenen Berufsfelder zu.

*Geschäftsprozesse
als Routine-
und Innovations-
prozesse*

Mit Blick auf das prozessbezogene Lernen wurden für die unterschiedlichen Szenarien auch relevante Geschäftsprozesse identifiziert, die sich einerseits auf die routinemäßige Befriedigung von Bedarfen der Abnehmenden und andererseits auf das zugehörige Schaffen von Innovationen beziehen. In Tabelle 6 werden die genannten Geschäftsprozesse dargestellt und als Routineprozesse bzw. Innovationsprozesse eingeordnet.



Exemplarisch wurde die Eignung von Situationen für die Ermöglichung des geforderten problemlösenden und kreativen, prozessbezogenen Lernens angesprochen. Herausgestellt werden darüber hinaus Situationen, die im wertebezogenen Bereich angesiedelt sind und damit Lehrkräften professionsbezogene Reflexionen über die digitale Transformation ermöglichen; teilweise angesprochen wird auch die Auswahl von Technologie oder aber deren didaktische Veränderung.

Tabelle 5:

Berufsfeldübergreifende Handlungssituationen nach Szenarien

Digitalisierungs-szenario	Berufsfeldübergreifende Handlungssituation	Beteiligte Berufsfelder
Industrie 4.0	<ul style="list-style-type: none"> - Schnittstellen definieren - Qualität durch integrierte Systeme sichern - Auftragszeiten prüfen - Vertrauen und Nachvollziehbarkeit schaffen - Kunden und Kundinnen Angebote unterbreiten und Verträge abschließen - Branchenbezogene Lösungen entwickeln 	<p>IT-technisch/ kaufmännisch (u. a. Recht)</p> <p>Ggf. zusätzlich andere Fachlichkeiten</p>
Smart Home	<ul style="list-style-type: none"> - Über digitale Systeme kommunizieren - Digitalen Systemen Daten anvertrauen - Mit anderen Fachrichtungen für die Implementierung des Smart Homes kooperieren - Smart Home zu gesundheitlichen Zwecken/in Pflegesituationen implementieren 	<p>Gesundheit/Pflege/ Hauswirtschaft</p> <p>Bautechnik, Gesundheit/Pflege, Hauswirtschaft</p> <p>Gesundheit/Pflege, Elektrotechnik</p>
Gesundheit 4.0	<ul style="list-style-type: none"> - Interprofessionell kooperieren, auch zusammen mit Versorgung durch Dokumentation verbessern, Visite durchführen - Wunde versorgen - Sturzrisiko vermindern - Digitale Technologie beurteilen (z. B. hinsichtlich standardisierender Wirkungen und ethischer Aspekte digitaler Technologie) 	<p>Gesundheit/Pflege</p>
„Baker Space“ (Lebensmittel-einzelhandel/ -handwerk, Gastronomie)	<p>S. Tabelle 6 (Geschäftsprozesse)</p>	<p>Kooperation mit IT-Berufen, Metall- bauern (3D-Druck)</p>

Tabelle 6:

Geschäftsprozesse und Art der Prozesse nach Szenarien

Digitalisierungs-szenario	Geschäftsprozess	Art des Prozesses
Industrie 4.0	– Kund*innen individuelle Produktion	Routineprozess
	– Branchenbezogene Lösungen entwickeln	Innovationsprozess
	– „Intelligente Fabrik“: Prozesse von der „intelligenten Orderregistration“ über die „intelligente“, vernetzte Auftragsverarbeitung im Rahmen der papierlosen Fabrik, die integrierte Qualitätskontrolle, die Lagerlogistik sowie die Rückverfolgbarkeit der Produktion im Nachgang unter Einbezug von ERP-Systemen	Innovationsprozess
Smart Home	– Hauswirtschaftliche Systeme unter Nutzung smarter Technologie neu organisieren	Innovationsprozess
Gesundheit 4.0	– Die Versorgung unter verstärktem Einbezug der Patient*innen gewährleisten (unter Nutzung der EPA)	Routineprozess
„Baker Space“ (Lebensmittel-einzelhandel/ -handwerk, Gastronomie)	– Bestell- und Produktionsprozesse in Kooperation flexibel und ressourcenschonend auf Kundenbedarfe ausrichten	Innovationsprozess
	– In Kooperation mit anderen Fachgruppen bedarfsorientiert innovative Produkte entwickeln und vermarkten	Innovationsprozess

Die Ergebnisse sind dabei insofern begrenzt, als mit der qualitativen Methodik verbunden ist, dass die Ergebnisse erheblich vom Kreis der Teilnehmenden abhängen. Angesichts der ideengenerierenden Perspektive der Erhebung und der multiperspektivischen Rekrutierung der Teilnehmenden erscheinen diese Einschränkungen aber akzeptabel.

Außerdem wurden die Situationen nicht in ihrer Relevanz gewichtet oder nach konkreten Kriterien systematisch selektiert. Sie stellen vor diesem Hintergrund lediglich eine Sammlung dar, die im Weiteren unter dem Gesichtspunkt berufs-

und wirtschaftspädagogisch relevanter Kriterien zu beurteilen und zu gewichten ist, die sich z. B. noch expliziter auf die Förderung mündigkeitsbezogener Ziele im Kontext der fachrichtungsübergreifenden Zusammenarbeit beziehen könnten.

3.3.5 Ansätze zur Umsetzung in Lehrkräftebildung und Unterricht

Wie können diese Ergebnisse nun für Zwecke der Lehrkräftebildung oder des Unterrichts eingesetzt werden? Wir erläutern dies im Folgenden exemplarisch anhand des Vorgehens im Projekt *Teach@TUM4.0*.

(1) Identifizieren curricularer Gelegenheiten

Im Projekt *Teach@TUM4.0* wurden im Rahmen curricularer Inhaltsanalysen die Lehrpläne der am stärksten besetzten Ausbildungsberufe zu den Fachrichtungen Elektro- und Informationstechnik, Ernährungs- und Hauswirtschaftswissenschaft, Gesundheits- und Pflegewissenschaft und Wirtschaftspädagogik systematisch analysiert. Die Analysen erfolgten entlang der begrifflichen Kategorien, die in Kapitel 2 herausgearbeitet wurden.

*Curriculare
Inhaltsanalysen*

Zwar diene das Vorgehen der Entwicklung von Lernsituationen für „berufliche Spaces“ im zu Zwecken der Lehrkräftebildung eingerichteten digitalen Lehr-Lern-Labor der TUM (*TUM-DigiLLab*). Die Vorgehensweise kann jedoch generell für die Identifizierung curricularer Gelegenheiten zu Gegenständen der digitalen Transformation genutzt werden.

Dies gilt auch für Berufe, die in der jüngeren Zeit keine Neuordnung erfahren haben und in denen digitalisierungsbezogene Inhalte noch nicht explizit im Curriculum verortet sind, oder die bislang als eher wenig digitalisierungsaffin gelten. Tabelle 7 weist für jeden der Begriffe exemplarisch einen solchen Anknüpfungspunkt am Beispiel des Rahmenlehrplans im Ausbildungsberuf Pflegefachfrau/-mann aus, wobei sich gleiche oder ähnliche Formulierungen an mehreren Stellen im selben Lehrplan finden.

Das Auffinden solcher Anknüpfungspunkte erfordert zum Teil „eine interpretierende Brille“, weil Anknüpfungspunkte für die Vermittlung eines Zusammenhangsverständnisses zur digitalen Transformation nicht nur dort vorliegen, wo digitale Technologien bereits explizit im Curriculum benannt werden. In Tabelle 7 kann z. B. im Falle der bei Datenanalyse genannten Assessments eine automatisierte Auswertung möglich sein und jenes Ergebnis ggf. mit weiteren Assessments (Datenintegration) zu einem personalisierten Diagnose- oder Behandlungsvorschlag verknüpft werden (= Personalisierung).

*Anknüpfungspunkte für die
Vermittlung des
Zusammenhangs-
verständnisses
zur digitalen
Transformation*

Tabelle 7:

Anknüpfungspunkte für Kategorien der digitalen Transformation im Rahmenlehrplan der Ausbildung zur Pflegefachfrau/zum Pflegefachmann

Begriff	Beispielhafte Inhalte des Rahmenlehrplans ²¹
Datenerfassung	„erheben pflegebezogene Daten von Menschen aller Altersstufen“ (CE 02, S. 37)
Datenintegration	„dokumentieren durchgeführte Pflegemaßnahmen und Beobachtungen in der Pflegedokumentation auch unter Zuhilfenahme digitaler Dokumentationssysteme“ (CE 02, S. 37)
Datenanalyse	„nutzen allgemeine und spezifische Assessmentverfahren bei Menschen aller Altersstufen und beschreiben den Pflegebedarf unter Verwendung von pflegediagnostischen Prozessen“ (CE 10, S. 164)
Personalisierung	„technische/digitale Hilfsmittel für gesundheitsförderliche/präventive Informations- und Beratungsangebote nutzen (z. B. Gesundheitsapps/Telecare) und kritische fachliche Reflexion der Angebote“ (CE 04, S. 53)
Kopplung von Technologie	„Menschen bei Alltagsaktivitäten in ihrer Mobilität unterstützen und bei Bedarf technische und digitale Hilfsmittel nutzen“ (CE 02, S. 40)
Geschäftsprozessorganisation	„Pflegeprozesse und Pflegediagnostik bei Menschen aller Altersstufen mit gesundheitlichen Problemlagen planen, organisieren, gestalten, durchführen, steuern und evaluieren unter dem besonderen Fokus von Gesundheitsförderung und Prävention“ (CE 04, S. 49)
Freiheit, Sicherheit, Vertrauen	„erkennen das Prinzip der Autonomie der zu pflegenden Person als eines von mehreren konkurrierenden ethischen Prinzipien und unterstützen zu pflegende Menschen bei der selbstbestimmten Lebensgestaltung“ (CE01, S. 34)

²¹ Rahmenlehrplan Pflegefachfrau/-mann (2020).

Ein zielführender Umgang mit dem Gegenstand der digitalen Transformation erfordert also curriculare Arbeit mit einer entsprechenden „Brille“ von den Lehrkräften selbst. Weil das hier angestrebte Zusammenhangsverständnis der digitalen Transformation bislang häufig zugunsten berufsspezifischer technologischer Perspektiven in den Hintergrund tritt, gilt dies auch für gewerblich-technische Berufe.

Auf Grundlage solcher curricularer Analysen können nun berufliche Handlungssituationen entwickelt und in Lernsituationen umgesetzt werden, wie etwa ein Wundversorgungsprozess mithilfe digitaler Wundvermessung und elektronischer Patient*innenakte für Studierende und Lehrkräfte der beruflichen Fachrichtung der Gesundheits- und Pflegewissenschaften.

(2) Entwicklung beruflicher Handlungssituationen und Lernsituationen für den Unterricht

1. Modellierung einer beruflichen Handlungssituation

Im Projekt *Teach@TUM4.0* ist dies systematisch anhand eines berufs- und wirtschaftspädagogischen Situationsmodells erfolgt (in Anlehnung an Krell 2018), das in Abbildung 11 dargestellt ist. Um möglichst valide berufliche Handlungssituationen zu generieren, gingen der Erstellung der Handlungssituationen die Inhaltsanalysen von Berufsausbildungscurricula (curriculare Validierung, s. o.), die qualitativen Gruppeninterviews mit Expert*innen zu den Digitalisierungsszenarien (Expertenvalidierung, vgl. Abschnitt 3.3.2 ab Seite 72) und partiell Literatursichtungen voran. Diese Analysen ermöglichten eine Konstruktion von Handlungssituationen entlang der Merkmale: Situationszweck/Anlass, Rollenstruktur/Interaktionsstruktur, Handlungsmuster, Zeitdimension, Raum und Gegenstandskonstellation/Ausstattung/Institution, Bewertungsdimension/Erleben und Verarbeiten, digitale Technologien und begriffliche Konzepte (Krell 2018, 31ff.).

Dieses Vorgehen wird im Folgenden beispielhaft anhand der im Smart Home angesiedelten beruflichen Handlungssituation „Mit anderen Fachrichtungen für die Implementierung des Smart Homes kooperieren“ illustriert (Tabelle 8; siehe Abschnitt 3.3 *Relevante berufliche Handlungssituationen: eine ideengenerierende Studie* ab Seite 70, Tabelle 5 auf Seite 80). Die Handlungssituation besteht aus einem Beratungsgespräch, bei dem eine ältere Person auf Anregung ihres Kindes gemeinsam mit einer Pflegekraft und einer Hauswirtschaftskraft einen Smart Home Showroom besucht, wo sich die Gruppe mögliche technische Unterstützungen des autonomen Lebens im Alter vorführen lässt und so ins Gespräch über deren Potenziale sowie mögliche Nebenwirkungen kommt.

Abbildung 11:

Situationsmodell für die Konstruktion beruflicher Handlungssituationen

in Anlehnung an Krell 2018, 31ff.



Tabelle 8:

Mit anderen Fachrichtungen für die Implementierung des Smart Homes kooperieren

Beschreibung (Situationszweck/Anlass)
<p>Situationsanlass/-zweck: Beratungssituation</p> <p>Beteiligte Personen: Ältere Person und Sohn/Tochter, Pflegefachkraft, hauswirtschaftliche Fachkraft und Elektrofachkraft.</p> <p>Ziel: Die zu pflegende Person in ihrer Selbstständigkeit bzw. dem Erhalt ihrer Selbstständigkeit zu unterstützen, auch mit digitalen Hilfsmitteln.</p> <p>Inhalt: Bedarfsanmeldung durch Angehörige/n. In einem Smart Home Showroom findet ein Beratungsgespräch statt, an dem außer der älteren Person und ihrem Kind noch die Pflegefachkraft und hauswirtschaftliche Fachkraft beteiligt sind. Die beteiligten Personen bringen ihre rollenspezifischen Sichtweisen ein, daraus ergibt sich ein Synergieeffekt. Wichtige Beratungsinhalte sind Fragen von Freiheit und Kontrolle bzw. Angst vor Autonomieverlust.</p>

Merkmale

Rollenstruktur / Interaktionsstruktur:

Die Pflegefachkraft ist Vermittler*in des Klienten/der Klientin, diese muss Bedürfnisse/Bedarfe/Ängste einschätzen; die Elektrofachkraft (Berater*in) kennt und erklärt technische Möglichkeiten und deren Implikationen hinsichtlich des Datenschutzes; Klient*in ist eine ältere Person mit erhöhter Sturzgefährdung und beginnender Demenz; technologische Kompetenzen und Innovationsbereitschaft der involvierten Personen sind der schwierigkeitsbestimmende Faktor.

Handlungsmuster:

- Elektrofachkraft: Schlägt unter Berücksichtigung der Kundenwünsche, der -bedarfe und des Datenschutzes Technologien für das Smart Home vor.
- Hauswirtschaftliche Fachkraft: Vermittelt sowohl die Bedarfe und Ressourcen (z. B. kognitiv, finanziell [...]) des*der Klient*in, mit dem Ziel des Erhalts der größtmöglichen Selbstständigkeit, als auch eigene Bedarfe (stehen ggf. im Vordergrund).
- Pflegefachkraft: Vermittelt sowohl die Bedarfe und Ressourcen (z. B. kognitive, [...]) des*der Klient*in, mit dem Ziel des Erhalts der größtmöglichen Selbstständigkeit, als auch ihre eigenen Bedarfe.

Zeitdimension:

Etwa eine halbe Stunde für das Beratungsgespräch
(Annahme: Elektrofachkraft kennt die Produkte)

Raum und Gegenstandskonstellation / Ausstattung / Institution:

Smart Home Showroom in Form einer Wohnküche im TUM DigiLLab.

Bewertungsdimension / Erleben und Verarbeiten:

- Klient*in: Autonomie vs. Sicherheit/Bevormundung; Intimsphäre
- Pflegefachkraft/Hauswirtschaftliche Fachkraft: Persönliche Bedenken zur beruflichen Autonomie und Sicherheit (Stichwort: Überwachung der eigenen Arbeit); wahrgenommene Rollengrenzen und -überforderung (z. B. Bedienung von Technologien); empathische Elemente; Erleichterung der eigenen Arbeit
- Elektrofachkraft: Handeln unter Unsicherheit im Hinblick auf die soziale Situation; empathische Elemente/Perspektivenübernahme/Rollenkoordination

Digitale Technologien

Mögliche Verwendungen

Sensorboden

- Sturzalarm
- An-/Abwesenheitserkennung
- Langzeiterfassung von Bewegungsmustern

Kamera	<ul style="list-style-type: none"> – Fotoaufnahme und -versand bei Sturzalarm – KI-gestützte Posen-Erkennung als kontrollierende Instanz und/oder Alternative zum Sturzalarm des Sensorbodens – Fotoaufnahme und -versand an Bewohner*in, falls Personen im Raum sind, obwohl Bewohner*in abwesend ist
Spracherkennung	<ul style="list-style-type: none"> – Sprachbefehle zum Schalten von Licht
Kühlschrankkameras	<ul style="list-style-type: none"> – Blick auf Kühlschrankinhalt durch Bewohner*in beim Einkaufen – Blick auf Kühlschrankinhalt durch Hauswirtschaftskraft beim Einkaufen/Tourenvorbereitung
Küchenmaschine	<ul style="list-style-type: none"> – Schritt-für-Schritt-Unterstützung für Bewohner*in beim Kochen – Automatisierung von Kochprozessen
Fensteröffnungssensor	<ul style="list-style-type: none"> – Warnung beim Verlassen der Wohnung bei geöffnetem Fenster – Runterdrehen der Heizung via WLAN-Thermostat bei Fensteröffnung
Bedienoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> – Aktivierung/Deaktivierung von Sensoren – Einstellung von Zugriffsrechten
Grundbegriff	Beispiel in dieser Handlungssituation
Datenerfassung	<ul style="list-style-type: none"> – Alle unter „digitale Technologien“ aufgelisteten Sensoren
Datenintegration	<ul style="list-style-type: none"> – Z. B. Messungen des Sensorbodens werden mit bildbasierter Körperhaltungs-Erkennung (Kamera-Daten) kombiniert zwecks genauerer Sturzalarme
Datenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> – Z. B Sturzerkennung, Spracherkennung
Personalisierung	<ul style="list-style-type: none"> – Unmittelbare personalisierte Assistenz bei der Sturzerkennung durch Push-Nachrichten
Kopplung von Technologie	<ul style="list-style-type: none"> – Z. B Fensteröffnung löst via Smart Home Server ein Zudrehen des Thermostats aus (Cyber-physisches System)
Geschäftsprozessorganisation	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Anknüpfender Prozess:</i> Hauswirtschaftliche Systeme unter Nutzung smarter Technologie neu organisieren
Freiheit, Sicherheit, Vertrauen	<ul style="list-style-type: none"> – Z. B Sicherheitsgewinn durch Sturzalarme vs. Überwachungsängste – Z. B Vertrauen in Steuerung von Zugriffsrechten als Voraussetzung für Akzeptanz der angebotenen Technologien

Diese Handlungssituation ist bewusst im häuslichen Umfeld verortet und auf berufsfeldübergreifendes Problemlösen und Entscheiden angelegt, weil

*Handlungs-
situation
im häuslichen
Umfeld*

- die digitale Transformation als privates und gesellschaftliches Phänomen vermittelt werden soll; gleichzeitig kann die eigene Betroffenheit des Personals von im häuslichen Umfeld tätigen Berufsgruppen, u. a. bezüglich Datenschutzthematiken, hier besonders gut vermittelt werden;
- der Blick auf übergreifende Kategorien wie Datenerfassung oder Freiheit, Sicherheit und Vertrauen gelenkt und nicht von berufsfachlich eingegrenzten und in mündigkeitsbezogener Perspektive unzureichenden Thematiken der technologischen Implementierung verstellt werden soll,
- unter mündigkeitsbezogener Perspektive die mehrperspektivische Betrachtung des Gegenstands unter Einbezug der nutzenden Personen und Berufsgruppen als besonders lernförderlich angesehen wird, auch im Hinblick auf eine nachhaltigkeitsbezogene Lehrkräftebildung in der digitalen Transformation. Die Handlungssituation kommt damit auch der Forderung der befragten außerschulischen Expert*innen (siehe Abschnitt 3.3 *Relevante berufliche Handlungssituationen*: eine ideengenerierende Studie ab Seite 70) nach berufsfeldübergreifender Kooperation entgegen.

2. Ausgestaltung als Lernsituation

Die Umsetzung in eine Lernsituation erfolgt in der methodischen Form eines Rollenspiels (Achtenhagen 1995, 168f.), für das die Lernenden Rollenkarten erhalten. Diese Rollenkarten sind so ausgelegt, dass Diskussionen begünstigt werden, z. B. durch einen Gegensatz zwischen Skepsis und individuellen Bedürfnissen des Bewohners/der Bewohnerin und der Technologie-Affinität von Sohn bzw. Tochter. Beobachtungsfragen für diejenigen Teilnehmenden, die keine Rolle übernehmen, zielen direkt auf begriffliche Kategorien ab, z. B.:

*Umsetzung in
eine Lernsituation
in Form eines
Rollenspiels*

- Datenerfassung: Welche Daten können im Smart Home erfasst werden?
- Datenintegration: Wohin werden die erfassten Daten übertragen?
- Datenanalyse: An welchen Stellen werden Daten analysiert?
- Personalisierung: Wie werden die Daten genutzt?
- Freiheit, Sicherheit, Vertrauen: Inwieweit ergeben sich im Smart Home Erweiterungen der Selbstbestimmung, Autonomie und Freiheit des Bewohner/der Bewohnerin?

Nicht alle Grundbegriffe lassen sich in allen Handlungssituationen gleich gut thematisieren. Zur Darstellung der Geschäftsprozessorganisation eignen sich beispielsweise eher die digitalisierte Bestellung und Fertigung im Industrie 4.0-Space oder im Baker Space.

Weitere berufliche Handlungssituationen

Beispielhafte berufliche Handlungssituationen zu den Digitalisierungsszenarien „Gesundheit 4.0“ und „Baker Space“ finden sich auf unserer Projekt-Homepage unter <https://digit40.edu.sot.tum.de>. Sämtliche Handlungssituationen kommen in unserer Lehre bei Studierenden sowie im Rahmen der Lehrkräftefortbildung zum Einsatz. Ergebnisse der im Anschluss an die Veranstaltungen regelmäßig durchgeführten Evaluationen zeigen, dass die Teilnehmenden für die unterschiedlichen beteiligten Fachrichtungen es bevorzugen, mehrere berufliche Handlungssituationen in den unterschiedlichen Digitalisierungsszenarien in einer Veranstaltung zu kombinieren. Dies ermöglicht nicht nur, alle Grundbegriffe zu bearbeiten: Aus lernpsychologischer Sicht ist auch wahrscheinlicher, dass sowohl die betrieblichen als auch die gesamtgesellschaftlichen Implikationen der digitalen Transformationen diskutiert werden können und ein Transfer über Kontexte hinweg gelingt (Hasselhorn & Gold 2022, 153). Im Projekt *Teach@TUM4.0* konnten teilweise Analysen zur Lernentwicklung bei Studierenden durchgeführt werden (Rechl & Wittmann 2023), die im Weiteren verstärkt ausgebaut werden sollen.

Exemplarische Umsetzung: Smart Home

3. Exemplarische Umsetzung im Lehr-Lern-Labor TUM-DigiLLab

Das Smart Home, wie es im *TUM-DigiLLab* eingerichtet ist (siehe Abbildung 12), ist in einer wesentlichen Hinsicht idealisiert: Mit Ausnahme einzelner Küchengeräte basieren sämtliche Geräte und Funktionen auf einem Open Source Stack ohne jegliche Datenverarbeitung in Cloud-Diensten. Insbesondere die Sprachsteuerung wird durch ein quelloffenes Sprachmodell auf einem lokalen Kleincomputer umgesetzt und nicht durch Nutzung eines Dienstes von Google oder Amazon. Dies ermöglicht es u. a., Auswirkungen lokaler vs. nichtlokaler Datenintegration zu verdeutlichen und zu visualisieren. Dadurch wird dem*der Bewohner*in der Laborsimulation jedoch ein Maß an Kontrolle über die Datenflüsse gegeben, das in gängigen Smart-Home-Umgebungen derzeit noch utopisch ist (siehe Abbildung 13), das aber zur Herstellung von Vertrauen in Smart Homes förderlich wäre (Huber & Camp 2017)²².

²² Dies scheint gerade auch angesichts einer Befundlage, die mangelnde Kontrolle als wesentlichen Hinderungsgrund für die Implementierung von Smart Homes ausweist (BITKOM 2020), besonders relevant.

Abbildung 12:

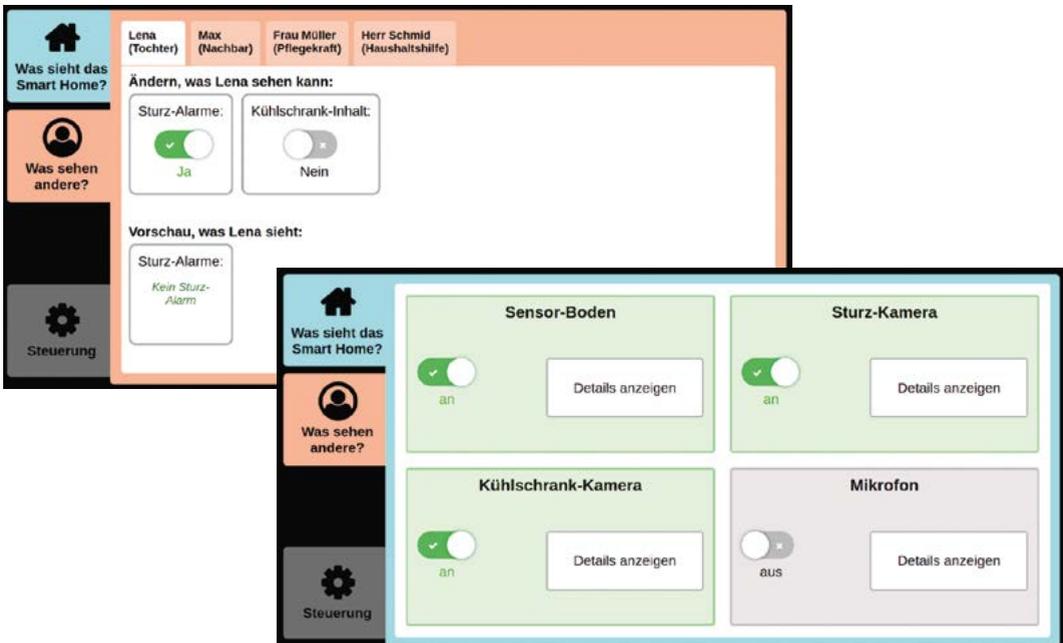
Smart Home, eingerichtet im TUM-DigiLLab

(Foto Lehrstuhl für Berufspädagogik)



Abbildung 13:

Mediale Darstellung zur Datenerfassung und -integration in der beruflichen Handlungssituation *(Foto Lehrstuhl für Berufspädagogik)*



3.3.6 Fazit

*Fortbildungen
müssen arbeits-
organisatorische
Themen und
mündigkeitsbezo-
gene Zielsetzungen
fokussieren*

Im Kontext der digitalen Transformation der Arbeits- und Berufswelt gewinnt die Frage nach Bedarfen für die universitäre Fortbildung von Lehrkräften beruflicher Schulen zunehmend an Bedeutung. Defizite der vorliegenden Fortbildungslandschaft deuten sich im Forschungsstand für den Bereich von umfassenden, **arbeitsorganisatorische Themen einbeziehenden Perspektiven** und **mündigkeitsbezogenen Zielsetzungen** an. Für die Vermittlung solcher Gegenstände erscheinen gleichzeitig neue Kompetenzen von Lehrkräften erforderlich, z.B. auch bezüglich einer **verbesserten Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften** für die Implementierung entsprechender Lehr-Lern-Arrangements.

*Fachrichtungs-
übergreifende
Kooperation,
multiperspektivi-
sche Sichtweisen
unterschiedlicher
Stakeholder
und berufsfeld-
übergreifende
Szenarien*

Aus den qualitativen Befunden ergeben sich eine Vielzahl **beruflicher Handlungssituationen und Geschäftsprozesse**, die es aus Sicht der Befragten ermöglichen würden, das Verständnis der Lehrkräfte zur digitalen Transformation zu verbessern und hierauf aufbauende Kompetenzen im didaktischen und professionsbezogenen Bereich zu fördern, die aber auch dazu genutzt werden könnten, **fachrichtungsübergreifende Kooperation** anzuregen. Die Befunde zur Positionierung von Szenarien der universitären Lehrkräftebildung unterstreichen den Wert der **Einbindung multiperspektivischer Sichtweisen unterschiedlicher Stakeholder**, da die befragten schulischen Akteur*innen eher berufsspezifische Fortbildungen zu wünschen scheinen, während außeruniversitäre Stakeholder insbesondere **berufsfeldübergreifende Szenarien** für sinnvoll halten.

Nicht zuletzt können in den Ergebnissen auch Chancen einer institutionellen Veränderung im Sinne einer verbesserten **interinstitutionellen Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Akteur*innen** im Rahmen der universitären Lehrer*innenfortbildung gesehen werden. Angesichts der Geschwindigkeit der Veränderungen kann dies den geforderten verstärkten und beschleunigten wechselseitigen Wissenstransfer zwischen den Stakeholdern der beruflichen Bildung ermöglichen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die digitale Transformation stellt eine grundlegende Veränderung der Berufs- und Arbeitswelt in allen Bereichen und vor allem auch eine gesellschaftliche Umwälzung dar. Diese verändert Anforderungen an die Wahrnehmung unserer Umwelt grundlegend und erfordert adäquate Vorstellungen, vor allem bezüglich der Frage, wie „Daten“ unseren Berufsalltag und unsere Gesellschaft prägen.

Damit gehen pädagogisch neue Herausforderungen der Vermittlung von Kompetenzen einher – jenseits der technologischen Beherrschbarkeit, denn mit der digitalen Transformation entstehen neue datenbasierte Zusammenhänge, die mit Aneignung von neuem und handlungsbezogenem Wissen erst beherrschbar werden.

Um Lehrkräfte und Leser*innen bei dieser Herausforderung zu unterstützen, stellen wir in Abschnitt 3.3.5 *Ansätze zur Umsetzung in Lehrkräftebildung und Unterricht* ab Seite 82 und auf unserer Projekt-Homepage unter <https://digit40.edu.sot.tum.de> folgende Materialien zur Verfügung:

1. **Curriculare Analyseraster:** Diese nutzen wir in Workshops mit Lehrkräften und Studierenden und zeigen hier exemplarisch auf, wie sie genutzt werden können, um entlang der in diesem Buch beschriebenen Ordnungskategorien Vorstellungen zur digitalen Transformation zu fördern und Zusammenhänge den lernfeldorientierten Rahmenlehrplänen zuzuordnen,
2. exemplarisch ausgearbeitete **berufliche Handlungssituationen**, u. a. zum Smart Home,
3. **Anschauungsmaterial** zum an der TUM in der universitären Lehrkräftebildung zur digitalen Transformation genutzten digitalen Lehr-Lern-Labor, dem *TUM-DigiLLab*.

Die digitale Transformation als Neukonfiguration fundamentaler Werte und Begriffe und von Macht basiert auf Infrastrukturen für die Erhebung, Verarbeitung, Speicherung und Analyse von Daten für Kontroll- und Steuerungszusammenhänge, z. B. in Form von Cloud-Infrastrukturen, und betrifft alle Berufsfelder sowie das private und gesellschaftliche Umfeld eines jeden Einzelnen. Um diese Transformation greifbar zu machen, wurden im Band relevante **Beschreibungskategorien und Zusammenhänge** identifiziert und **Anforderungen bezüglich der Kompetenzen von Lehrkräften an beruflichen Schulen** aufgezeigt.

Dabei werden **Daten** als digitale Darstellung von Informationen verstanden, aus denen sich automatisiert Erkenntnisse gewinnen lassen; über Datenintegration werden Informationen aus unterschiedlichen Quellen zusammengeführt, (teil-) automatisiert analysiert und für ein neues Produktions- und Dienstleistungsparadigma (Personalisierung) fruchtbar gemacht. Die Möglichkeit, Technologien digital zu koppeln, erzeugt Datenströme, ermöglicht aber auch eine kreative Nutzung mit diesem neuen Paradigma, was **organisationale Freiräume für Innovation** erfordert, auch berufsfeldübergreifend zwischen technischen und nichttechnischen Berufsgruppen.

Für den Einzelnen sind diese meist intransparenten, abstrakten und nicht greifbaren Prozesse häufig mit **Fehlvorstellungen** verbunden, die im Unterricht bearbeitet werden müssen, um einerseits die Nutzung der digitalen Möglichkeiten zu fördern und gleichzeitig einen kompetenten Umgang mit neuen wertebezogenen Herausforderungen zu sichern, auch mit Blick darauf, dass auf die digitale Transformation bezogene Aushandlungsprozesse in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft von **mündigen Bürger*innen** verstanden und daher in der Berufsausbildung vermittelt werden müssen. Nicht zuletzt ergeben sich daraus auch **neue Kompetenzanforderungen für Lehrkräfte** – über die Lehrkräfte der beruflichen Schulen hinaus.

Literaturverzeichnis

- acatech.** (2016). *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*.
<https://www.acatech.de/publikation/kompetenzentwicklungsstudie-industrie-4-0-erste-ergebnisse-und-schlussfolgerungen/download-pdf?lang=de>
- Achtenhagen, F.** (1995). Berufliche Ausbildung. In J. van Buer & D. Jungkunz (Hrsg.), *Berufsbildung in den neunziger Jahren. Reihe Studien zur Wirtschafts- und Erwachsenenpädagogik aus der Humboldt-Universität zu Berlin* (S. 147–208). Humboldt Universität zu Berlin.
- Aebli, H.** (1983). Die Wiedergeburt des Bildungsziels Wissen und die Frage nach dem Verhältnis von Weltbild und Schema. In D. Benner, H. Heid & H. Thiersch (Hrsg.), *Beiträge zum 8. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft* (S. 33–44). Beltz.
- Aguirre, E., Roggeveen, A. L., Grewal, D. & Wetzels, M.** (2016). The personalization-privacy paradox. Implications for new media. *Journal of Consumer Marketing*, 33(2), 98–110.
<https://doi.org/10.1108/JCM-06-2015-1458>
- Alaimo, C.** (2021). From People to Objects: The digital transformation of fields. *Organization Studies*, 43(7), 1–24.
<https://doi.org/10.1177/01708406211030654>
- Anderson, C.** (June 23, 2008). *The end of theory: The data deluge makes the scientific method obsolete*. Wired.
<https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>
- Arthur, W.** (1989). Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events. *Economic Journal*, 99(394), 116–131.
<https://doi.org/10.2307/2234208>
- Backhaus, N. & Thüring, M.** (2016). Vertrauen in Cloud Computing: Für und Wider aus Nutzersicht. *Technical Report*, 2.
- Banscherus, U.** (2013). *Erfahrungen mit der Konzeption und Durchführung von Nachfrage- und Bedarfsanalysen für Angebote der Hochschulweiterbildung. Ein Überblick*. SSOAR.
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49340-1>
- Bauer, J., Prenzel, M. & Renkl, A.** (2015). Evidenzbasierte Praxis – Im Lehrerberuf?! Einführung in den Thementeil. *Unterrichtswissenschaft*, 43(3), 188–192.
- Beckmann, S.** (2016). *Sorgearbeit (Care) und Gender. Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung*. SSOAR.
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49972-4>
- Billett, S.** (2006). *Work, change and workers*. Springer.

- BITKOM.** (2020). *Das intelligente Zuhause: Smart Home 2020. Ein Bitkom-Studienbericht.*
https://www.bitkom.org/sites/main/files/2020-09/200922_studienbericht_smart-home.pdf
- Brauckmann, O.** (2019). Big Data – Daten als Rohstoff der Zukunft. In O. Brauckmann (Hrsg.), *Digitale Revolution in der industriellen Fertigung – Denkansätze*, S. 105–111. Springer Vieweg.
- Bredmar, K.** (2017). Digitalisation of Enterprises Brings New Opportunities to Traditional Management Control. *Business Systems Research*, 8(2), 115–125.
<https://doi.org/10.1515/bsrj-2017-0020>
- Brink, A.** (2021). Versprechen, Vertrag und Vertrauen. In L. Heidbrink, A. Lorch & V. Rauen (Hrsg.), *Handbuch Wirtschaftsphilosophie III* (S. 349–363). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22107-2_25
- Bruhn, M. & Hadwich, K.** (2020). Automatisierung und Personalisierung als Zukunftsdisziplinen des Dienstleistungsmanagements. In M. Bruhn & K. Hadwich (Hrsg.), *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen* (S. 3–44). Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30166-8>
- Bruynseels, K., Santoni de Sio, F. & van den Hoven, J.** (2018). Digital Twins in Health Care: Ethical Implications of an Emerging Engineering Paradigm. *Frontiers in Genetics*, 9(31). <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00031>
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A.** (2014). *Second Machine Age. Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies.* Norton & Company.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).** (2021a). *Berufsbildungsbericht 2021.*
https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/31684_Berufsbildungsbericht_2021.pdf?__blob=publicationFile&am%3Bv=5
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).** (2021b). *Richtlinie zur Bund-Länder-Initiative zur Förderung der Künstlichen Intelligenz in der Hochschulbildung.*
<https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-3409.html>
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ).** (2019). *Pflege-Charta.*
<https://www.bmfsfj.de/resource/blob/94456/4b96ce5d14fbe21a9201d1682c3c8ef4/pflege-charta-plakat-data.pdf>
- BVerfG.** Leitsätze zum Urteil des Ersten Senats vom 15. Dezember 1983, 209/83.
- Carney, T., Fry, S., Jurecic, Q., Schulz, J., Sewell, T., Taylor, M. & Wittes, B.** (2020). *A collusion reading diary. What did the Senate Intelligence Committee find?* Lawfare.
<https://www.lawfareblog.com/collusion-reading-diary-what-did-senate-intelligence-committee-find>
- Cash-Goldwasser, S., Reingold, A.L., Luby, S.P., Jackson, L.A. & Frieden, T.R.** (2023). Masks During Pandemics Caused by Respiratory Pathogens—Evidence and Implications for Action. *JAMA Network Open*, 6(10), e2339443.
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.39443>
- Cavoukian, A.** (2018). Privacy in the clouds. *Identity in the Information Society*, 1, 89–108.

- Ceri, S.** (2018). On the role of statistics in the era of big data: A computer science perspective. *Statistics and Probability Letters*, 136, 68–72.
- Cupok, U., Pfister, V. & Steiner, B.** (2018). Smart Home & Living-Technologien in Bauvorhaben im Sozial- und Gesundheitswesen. *GGP – Fachzeitschrift für Geriatrische und Gerontologische Pflege*, 2(1), 34–37.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-123844>
- Daum, M.** (2017). *Digitalisierung und Technisierung der Pflege in Deutschland. Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Arbeitsorganisation, Beschäftigung und Qualifizierung.* DAA-Stiftung Bildung und Beruf.
- Dengler, K. & Matthes, B.** (2018). Substituierbarkeitspotenziale von Berufen. Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. *IAB-Kurzbericht*, 4.
<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf>
- Dengler, K. & Matthes, B.** (2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. *IAB-Forschungsbericht*, 11.
<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb1115.pdf>
- DFG-Senatskommission.** (1990). *Berufsbildungsforschung an den Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland. Denkschrift.* VCH.
- Dodge, Y.** (2008). *The Concise Encyclopedia of Statistics.* Springer.
- Döring, N. & Bortz, J.** (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften.* Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dux, G.** (2017). Geschichte als Lernprozeß. Der Fortschritt im Naturverständnis. In G. Dux (Hrsg.), *Die Logik der Weltbilder* (S. 227–265). Springer Fachmedien.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-17355-5_9
- Eggert, M. & Kerpen, D.** (2017). Cloud-Computing als Ermöglichungsstruktur für die Emanzipationsversprechen der digitalen Transformation? Eine Kritik der zentralen Infrastruktur digitalisierter Gesellschaften. In C. Leinweber & C. de Witt (Hrsg.), *Digitale Transformation im Diskurs. Kritische Perspektiven auf Entwicklungen und Tendenzen im Zeitalter des Digitalen* (S. 78–96). Fernuniversität Hagen.
- Faßhauer, U. & Seeber, S.** (2019). Interview mit Frau Prof. Dr. Sabine Pfeiffer. *Berufsbildung*, 73(176), 29–32.
- Feulner, M. & Sobotka, M.** (2021). *Professionelles Hauswirtschaftliches Handeln: Definitionen, Wirkungen und Kennzeichen.* Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft.
https://haushalt-wissenschaft.de/wp-content/uploads/2021/03/HUW_07_2021_dgh_Hauswirtschaftliches-Handeln_2021.pdf, https://doi.org/10.23782/HUW_07_2021
- Flyverbom, M.** (2017). Datafication, transparency and trust in the digital domain. In European Commission (Hrsg.), *Trust at risk. Implications for EU policy and institutions. Report of the Expert Group “Trust at Risk”? Foresight on the Medium-Term Implications for European Research and Innovation Policies (TRUSTFORESIGHT)* (S. 69–84). European Commission.
- Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern** (2017). Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. *Merz Zeitschrift für Medienpädagogik*, 4, 65–74.
https://www.merz-zeitschrift.de/fileadmin/user_upload/merz/PDFs/merz_4-17_Kernkompetenzen_Von_Lehrkraeften.pdf

- Friese, M.** (2018). Berufliche und akademische Ausbildung für Care Berufe. Überblick und fachübergreifende Perspektiven der Professionalisierung. In M. Friese (Hrsg.), *Reformprojekt Care Work: Professionalisierung der beruflichen und akademischen Ausbildung* (S. 17–44). wbv.
- Fromm, E.** (1942). *The Fear of Freedom*. Routledge & Kagan.
- Gaitanides, M.** (2009). Geschäftsprozess und Prozessmanagement. In H. Pongratz, T. Tramm & K. Wilbers (Hrsg.), *Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht* (S. 11–29). Shaker.
- Georgi, D. & Hadwich, K.** (2010). *Management von Kundenbeziehungen. Perspektiven – Analysen – Strategien – Instrumente*. Gabler.
<https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8745-7>
- Gigerenzer, G.** (1981). *Messung und Modellbildung in der Psychologie*. Reinhardt.
- Gössling, B., Hagemeier, D. & Sloane, P. F. E.** (2019). Berufsbildung 4.0 als didaktische Herausforderung. Zum Umgang von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen mit digitalisierten Arbeitswelten. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 115(4), 546–566.
<https://doi.org/10.25162/ZBW-2019-0022>
- Grieves, M. & Vickers, J.** (2016). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt & A. Alves (Hrsg.), *Trans-Disciplinary Perspectives on System Complexity* (S. 85–114). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4
- Haid, C., Unruh, C., Pröger, I., Fottner, J. & Büthe, T.** (2021). Personaleinsatzplanung in der Logistik. Berücksichtigung von Mitarbeiterpräferenzen in der Zuteilung von Arbeitsplätzen mithilfe von Artificial Intelligence. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 116(12), 908–912.
<https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0160>
- Harris, M.** (2022, Nov 28, 2022). *A Peek Inside the FBI's Unprecedented January 6 Geofence Dragnet*. Wired.
<https://www.wired.com/story/fbi-google-geofence-warrant-january-6/>
- Hasselhorn, M. & Gold, A.** (2022). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* (5. Aufl.). Kohlhammer.
- Helsper, W.** (2004). Antinomien, Widersprüche, Paradoxien: Lehrerarbeit – Ein unmögliches Geschäft? Eine strukturtheoretisch-rekonstruktive Perspektive auf das Lehrerhandeln. In B. Koch-Priewe, F.-U. Kolbe & J. Wildt (Hrsg.), *Grundlagenforschung und mikrodidaktische Reformansätze zur Lehrerbildung* (S. 1–17). Julius Klinkhardt.
- Hoeyer, K.** (2019). Data as promise. Reconfiguring Danish public health through personalized medicine. *Social Studies of Science*, 49(4), 531–555.
<https://doi.org/10.1177/0306312719858697>
- Hornung, G.** (2019). Ökonomische Verwertung und informationelle Selbstbestimmung. In A. Roßnagel & G. Hornung (Hrsg.), *Grundrechtsschutz im Smart Car* (S. 109–126). Springer.

- Huber, L. & Camp, L.** (2017). User-Driven Design in Smart Homes: Ethical Aspects. In J. van Hoof, G. Demiris & E. Wouters (Hrsg.), *Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being* (S. 93–103). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-01583-5>
- Industrial Twin Association.** (2022, 30. August). *Digitaler Zwilling – Herzstück der Industrie 4.0.*
<https://industrialdigitaltwin.org/technologie>
- International Organization for Standardization.** (2015). *ISO/IEC 2382:2015 Information technology – Vocabulary.* ISO.
- Jäger, H. A., Rieken, R. O. G., Ernst, E., Monitzer, A., Seidl, C. Würmsser, W. & Kammerer, D.** (2020). Grundsätzliches zu Sicherheit und Datenschutz. In H. A. Jäger & R. O. G. Rieken (Hrsg.), *Manipulationssichere Cloud-Infrastrukturen. Nachhaltige Digitalisierung durch Sealed Cloud Security* (S. 83–118). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-31849-9_3
- Kapsner, A. & Sandfuchs, B.** (2015). Nudging as a Threat to Privacy. *Review of Philosophy and Psychology*, 6, 455–468.
<https://doi.org/10.1007/s13164-015-0261-4>
- Kerres, M.** (2020). Bildung in der digitalen Welt: Eine Positionsbestimmung für die Lehrerbildung. In M. Rothland & Herrlinger, S. (Hrsg.), *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung* (S. 17–34). Waxmann.
- Kisker, G.** (2013/1974). Zweiter Beratungsgegenstand: Vertrauensschutz im Verwaltungsrecht. In K. Diehring, J. Isensee, G. Kisker & G. Püttner (Hrsg.), *Die staatsrechtliche Stellung der Ausländer in der Bundesrepublik Deutschland. Vertrauensschutz im Verwaltungsrecht* (S. 149–268). De Gruyter.
<https://doi.org/10.1515/9783110893496.149>
- Klafki, W.** (1986). Die Bedeutung der klassischen Bildungstheorien für ein zeitgemäßes Konzept allgemeiner Bildung. Herwig Blankertz in memoriam. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32(4), 447–455.
- Klafki, W.** (1959). *Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung.* Beltz.
- Kölmel, B. & Würtz, G.** (2018). Personalisierte Produkte – Erfolg durch Kundeninteraktion mittels kundenzentriertem Engineering. In Deutscher Dialogmarketing Verband e.V. (Hrsg.), *Dialogmarketing Perspektiven 2017/2018* (S. 11–19). Springer Fachmedien.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-20598-0_1
- Kölmel, B., Pfefferle, T. & Bulander, R.** (2019). Mega-Trend Individualisierung. Personalisierte Produkte und Dienstleistungen am Beispiel der Verpackungsbranche. In Deutscher Dialogmarketing Verband e.V. (Hrsg.), *Dialogmarketing Perspektiven 2018/2019* (S. 243–260). Springer Fachmedien.
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-25583-1>
- Krcmar, H.** (2018). Charakteristika digitaler Transformation. In G. Oswald & H. Krcmar (Hrsg.), *Digitale Transformation*, S. 5–10. Springer Gabler.
https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-658-22624-4_2.pdf

- Krell, J.** (2018). *Die Entwicklung professioneller Handlungskompetenz durch das Lösen von Problemen in der stationären Krankenpflege* (Dissertation, Technische Universität München). Technische Universität München.
<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1388231/document.pdf>
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (1999). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Hauswirtschafter und Hauswirtschafterin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.06.1999.* KMK.
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (2005). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Medizinischer Fachangestellter/Medizinische Fachangestellte. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.11.2005.* KMK.
- Kultusministerkonferenz (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 i.d.F. v. 14.12.2018.*
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (2019a). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Hauswirtschafter und Hauswirtschafterin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.12.2019.* KMK.
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (2019b). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Medizinischer Fachangestellter/Medizinische Fachangestellte. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.11.2005.* KMK.
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (2020). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Gebäudesystemintegration und Elektronikerin für Gebäudesystemintegration. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.12.2020.* KMK.
- Kultusministerkonferenz (KMK).** (2021). *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.* KMK.
- Kunter, M. & Trautwein, U.** (2013). *Psychologie des Unterrichts.* Schöningh.
- Kuper, H. & Kaufmann, K.** (2018). Systemtheoretische Analysen der Weiterbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung / Weiterbildung* (S. 205–220). Springer VS.
https://doi.org/10.1007/978-3-531-19979-5_10
- Kutscha, G.** (2019). Berufliche Bildung und berufliche Handlungskompetenz im Abseits politisch-ökonomischer Reflexion. Eine Polemik in konstruktiver Absicht und Wolfgang Lempert zum Gedenken. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, 35, 1–19.
http://www.bwpat.de/ausgabe35/kutscha_bwpat35.pdf
- Kutscha, G.** (2017). Berufsbildungstheorie auf dem Weg von der Hochindustrialisierung zum Zeitalter der Digitalisierung. In B. Bonz, H. Schanz & J. Seifried (Hrsg.), *Berufsbildung vor neuen Herausforderungen* (S. 17–47). Schneider Hohengehren.

- Lange, S., Frommberger, D., Weyland, U. & Wittmann, E.** (2020). Die Qualitäts-offensive Lehrerbildung aus der Perspektive der beruflichen Lehrerbildung. In E. Wittmann, D. Frommberger & U. Weyland (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2020* (S. 219–235). Barbara Budrich. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-206648>.
- Leiß, T. V., Rausch, A. & Seifried, J.** (2022). Problem-solving and tool use in office work: The potential of electronic performance support systems to promote employee performance and learning. *Frontiers in Psychology*, *13*, 869428.
- Levitin, A. V.** (1998). Data as a Resource: Properties, Implications and Prescriptions. *Sloan Management Review*, *40*(1), 89–101.
- Luhmann, N.** (1987). Die Zukunft der Demokratie. In N. Luhmann (Hrsg.), *Soziologische Aufklärung 4. Beiträge zur funktionalen Differenzierung der Gesellschaft*, S. 126–132. Westdeutscher Verlag.
- Lyon, D.** (2007). *Surveillance studies: An overview*. Polity Press.
- Madden, M.** (2014). *Public perceptions of privacy and security in the post-Snowden era*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2014/11/12/public-privacy-perceptions/>
- Maschewski, F. & Nosthoff, A.-V.** (2021). Der plattformökonomische Strukturwandel der Öffentlichkeit. In M. Seeliger & S. Seignani (Hrsg.), *Ein neuer Strukturwandel der Öffentlichkeit?* (S. 37). Leviathan.
- Mayer, C.** (1992). „... und dass die staatsbürgerliche Erziehung des Mädchens mit der Erziehung zum Weibe zusammenfällt“. *Kerschensteiners Konzept einer Mädchenerziehung. Zeitschrift für Pädagogik*, *38*(5), 771–791. https://www.pedocs.de/volltexte/2018/13978/pdf/ZfPaed_1992_5_Mayer_und_dass_die_staatsbuengerliche_Erziehung.pdf
- Mayring, P. & Fenzl, T.** (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 633–648). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42
- Mishra, P.** (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, *35*(2), 76–78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mosenia, A., Dai, X., Mittal, P. & Jha, N. K.** (2018). PinMe: Tracking a smartphone user around the world. *IEEE Transactions on Multi-Scale Computing Systems*, *4*(3), 420–435. <https://doi.org/10.1109/TMSCS.2017.2751462>
- Mrissa, M., Tošić, A., Hrovatin, N., Aslam, S., Dávid, B., Hajdu, L., Krész, M., Brodnik, A. & Kavšek, B.** (2022). Privacy-Aware and Secure Decentralized Air Quality Monitoring. *Applied Sciences*, *12*, 2147.
- Münkler, H.** (2010). Strategien der Sicherung: Welten der Sicherheit und Kulturen des Risikos. Theoretische Perspektiven. In H. Münkler, M. Bohlender & S. Meurer (Hrsg.), *Sicherheit und Risiko. Über den Umgang mit Gefahr im 21. Jahrhundert* (S. 11–34). Transcript.

- Mustak, M., Jaakkola, E. & Halinen, A.** (2013). Customer participation and value creation: A systematic review and research implications. *Managing Service Quality*, 23(4), 341–359.
<https://doi.org/10.1108/MSQ-03-2013-0046>
- Nauta, M., Trienes, J., Pathak, S., Nguyen, E., Peters, M., Schmitt, Y., Schlötterer, J., van Keulen, M. & Seifert, C.** (2022). From anecdotal evidence to quantitative evaluation methods: A systematic review on evaluating explainable AI. *ACM Computing Surveys Volume*, 55(13), 1–42.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.08164>
- Niegemann, H. M., Hessel, S. & Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M. & Kreuzberger, G.** (2004). *Kompendium E-Learning*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-18677-6>
- Papier, H.-P.** (2018). Herausforderungen des Rechtsstaats im Zeitalter der Digitalisierung. In C. Bär, T. Grädler & R. Mayr (Hrsg.), *Digitalisierung im Spannungsfeld von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Recht* (Bd. 2, S. 171–183). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-56438-7_13
- Rahmenpläne der Fachkommission nach § 53 PflBG** (2020). *Rahmenlehrpläne für den theoretischen und praktischen Unterricht*. Vom 01.08.2019. 2., überarbeitete Auflage, 29-198. (Zit.: Rahmenlehrplan Pflegefachfrau/mann 2020)
- Rebmann, K. & Tredop, D.** (2008). Betriebliche Weiterbildung und Controlling. Zu einem schwierigen Verhältnis aus wirtschaftspädagogischer Sicht. In C.-C., Freidank, S. Müller & I. Wulf (Hrsg.), *Controlling und Rechnungslegung* (S. 247–263). Gabler.
https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9718-0_14
- Rechl, F. & Wittmann, E.** (2023). Antinomien der Berufs- und Arbeitswelt im Kontext der digitalen Transformation. In K. Kögler, H.-H. Kremer & V. Herkner (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2023* (S. 39–53). Verlag Barbara Budrich.
- Redecker, C.** (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
- Roco, M. & Bainbridge, W. S. (Hrsg.)**. (2002). *Converging tools for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. National Science Foundation & Department of Commerce.
- Roßnagel, A.** (2021). Privatheit und Selbstbestimmung von Kindern in der digitalisierten Welt. Ein juristischer Blick auf die Datenschutz-Grundverordnung. In I. Stampf, R. Ammicht Quinn, M. Friedewald, J. Heesen & N. Krämer (Hrsg.), *Aufwachsen in überwachten Umgebungen. Interdisziplinäre Positionen zu Privatheit und Datenschutz in Kindheit und Jugend* (S. 165–196). Nomos.
<https://doi.org/10.5771/9783748921639>
- Rothe, I., Wischniewski, S., Tegtmeier, P. & Tisch, A.** (2019). Arbeiten in der digitalen Transformation – Chancen und Risiken für die menschengerechte Arbeitsgestaltung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 73, 246–251.
<https://doi.org/10.1007/s41449-019-00162-1>
- Sandfuchs, B.** (2015). *Privatheit wider Willen? Verhinderung informationeller Preisgabe im Internet nach deutschem und US-amerikanischem Verfassungsrecht*. Mohr Siebeck.

- Schäfer, H. B. & Ott, C.** (2020). *Lehrbuch der ökonomischen Analyse des Zivilrechts*. Springer.
- Schewe, G.** (2018a). *Business Process Reengineering*. Gabler Wirtschaftslexikon.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/business-process-reengineering-31774/version-255325>
- Schewe, G.** (2018b). *Prozessorganisation*. Gabler Wirtschaftslexikon.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/prozessorganisation-44707>
- Schirmer, H.** (2020). *Entwicklung eines Geschäftsprozessmodells als Referenz für einen curricular intendierten Unterricht* (Dissertation, Technische Universität München). Deutsche Nationalbibliothek.
<https://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20200220-1519951-1-2>
- Schmelzer, H. & Sesselmann, W.** (2008). *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen*. Hanser.
- Schneier, B.** (2012). *Liars and outliers. Enabling the trust that society needs to thrive*. Wiley.
- Schrage, J.-F.** (2021). *Digitale Transformation*. Transcript/UTB.
<https://doi.org/10.36198/9783838555805>
- Schultz, M. D. & Seele, P.** (2021). Digitalisierung. In L. Heidbrink, A. Lorch & V. Rauen (Hrsg.), *Handbuch Wirtschaftsphilosophie III* (S. 365–380). Springer Fachmedien.
- Schwab, K.** (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Seeber, S., Weber, S., Geiser, P., Zarnow, S., Hackenberg, T. & Hiller, F.** (2019). Effekte der Digitalisierung auf kaufmännische Tätigkeiten und Sichtweisen ausgewählter Akteure. *Berufsbildung*, 73(176), 2–7.
- Seufert, S.** (2017). Die betriebliche Weiterbildung im Spannungsfeld von Persönlichkeits- und Personalentwicklung: Zukunftsmodelle der permanenten Bildungserneuerung? In D. Münk & M. Walter (Hrsg.), *Lebenslanges Lernen im sozialstrukturellen Wandel* (S. 121–140). Springer VS.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-14355-8_7
- Seiffert, H.** (1983). *Einführung in die Wissenschaftstheorie* (Bd. 1, 10. Aufl.). C.H. Beck.
- Sloane, P. F. E.** (2019). Das Alltägliche der Digitalisierung: Über Scheinriesen, stillschweigende Veränderungen und alte Antworten. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 115(2), 175–183.
<https://doi.org/10.25162/zbw-2019-0008>
- Solove, D. J.** (2006). A taxonomy of privacy. *University of Pennsylvania Law Review*, 154(3), 477–564.
<https://www.jstor.org/stable/40041279>
- Spöttl, G., Gorldt, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, T.** (2016). *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*. bayme vbm.
- Spöttl, G., Windelband, L., Jenewein, K., Friese, M. & Seeber, S. (Hrsg.)**. (2019). *Berufsbildung, Arbeit und Innovation* (Bd. 52, 2. Aufl.). wbv Media.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung.** (2018). *Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen. Handreichung*. ISB.

- Statista GmbH.** (2022, 4. April). *Daten*.
<https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/42/daten/>
- Stehr, N.** (2015). *Die Freiheit ist eine Tochter des Wissens*. Springer VS.
- Tam, K. & Ho, S.** (2006). Understanding the impact of web personalization on user information processing and decision outcomes. *MIS Quarterly*, 30(4), 865–890.
<https://doi.org/10.2307/25148757>
- The Economist.** (2017). *The world's most valuable resource. Data and the new rules of competition*.
<https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>
- Tramm, T.** (2001). *Polyvalenz oder Professionalisierung – Die Quadratur des Kreises? Bwp*.
<https://lit.bibb.de/vufind/Record/DS-80064>
- Vaill, P.** (1998). *Lernen als Lebensform. Ein Manifest wider die Hüter der richtigen Antworten*. Klett-Cotta.
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A. & De Haan, J.** (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.
- Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates** vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). (zit. Datenschutz-Grundverordnung)
- Verwaltungsgericht Hannover.** (2023, 10. März). *Datenerhebung bei Amazon in Winsen ist rechtmäßig*.
<https://www.verwaltungsgericht-hannover.niedersachsen.de/aktuelles/presse-mitteilungen/datenerhebung-bei-amazon-in-winsen-ist-rechtmassig-219664.html>
- Wang, L., Gao, R., Váncza, J., Krüger, J., Wang, X. V., Makris, S. & Chryssoulouris, G.** (2019). Symbiotic human-robot collaborative assembly. *CIRP Annals*, 68(2), 701–726.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen** (2019). *Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Zusammenfassung*. WBGU.
- Weber, M.** (1972/1922). *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie* (5. Aufl.). Mohr Siebeck.
- Weyland, U., Kaufhold, M. & Koschel, W.** (2020). Digitalisierung als Herausforderung im Gesundheitsbereich – eine Aufgabe für betriebliches Bildungspersonal. *Berufsbildung – Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog*, 74(181), 34–36.
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W. & Ward, P.** (2011). Perceptual-Cognitive Expertise in Sport and its Acquisition: Implications for Applied Cognitive Psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 432–442.
<https://doi.org/10.1002/acp.1710>
- Williamson, B.** (2016) Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and 'real-time' policy instruments. *Journal of Education Policy*, 31(2), 123–141.
<https://doi.org/10.1080/02680939.2015.1035758>

- Windelband, L.** (2019). Bedeutung von veränderten Konzepten von Beruflichkeit für Ausbildung und Qualifikation durch Digitalisierung. *Berufsbildung*, 73(176), 8–11.
- Wittmann, E.** (2018). Systemic maladministration in the digital age. Serving the individual or bureaucracy in educational administration? In E. A. Samier & P. Milley (Hrsg.), *International perspectives on maladministration in educational administration* (S. 63–74). Routledge.
- Wittmann, E.** (2009). *Theorieentwicklung zur beruflichen Schule. Eine Mehrebenenanalyse*. Peter Lang.
- Wittmann, E. & Rechl, F.** (2024). Die digitale Veränderung in der beruflichen Bildung greifbar machen. In U. Weyland W., Koschel, K. Reiber, L. Dorin, M. Peters (Hrsg.), *Digitalisierung in den Gesundheitsberufen* (S. 17–40). Barbara Budrich.
- Wittmann, E., Rechl, F., Miesera, S., Siegert, J., Heinze, L., Pohley, M., Striković, A., Gadinger, L., Bewersdorff, A., Förster, M. & Nerdel, C.** (2022). „Digitale Transformation“ als Gegenstand der beruflichen Lehrkräftebildung - zur Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors unter mündigkeitsbezogener Perspektive. bwp. https://www.bwpat.de/ausgabe43/wittmann_etal_bwpat43.pdf
- Wittmann, E. & Neuweg, G.** (2021). Die digitale Transformation als Herausforderung für den Hintergrund unseres Wissens. In K. Beck & F. Oser (Hrsg.), *Resultate und Probleme der Berufsbildungsforschung* (S. 265–277). wbv Publikation.
- Wittmann, E. & Weyland, U.** (2020). Berufliche Bildung im Kontext der digitalen Transformation: Vocational Education in the Context of Digital Transformation. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 116(2), 269–291. <https://doi.org/10.25162/zbw-2020-0012>
- Wittmann, E. & Lang, M.** (2016). Berufliche Arbeit 4.0. Zukünftige Entwicklungen und Konsequenzen für die Lehrerbildung. *Berufsbildende Schule*, 68(9), 290–294.
- Wu, Y., Kosinski, M. & Stillwell, D.** (2015). Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 1036–1040.
- Wuttke, D., Upadhyay, A., Siemsen, E. & Wuttke-Linnemann, A.** (2022). Seeing the bigger picture? *Ramping up Production with Augmented Reality*. Manufacturing & Service Operations Management.
- Zuboff, S.** (2019). Surveillance Capitalism and the Challenge of Collective Action. *New Labor Forum*, 28(1), 10–29. <https://doi.org/10.1177/1095796018819461>
- Zuboff, S.** (2018). *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*. Campus.
- Zuboff, S.** (2015). Big other: Surveillance Capitalism and the Prospects of an Information Civilization. *Journal of Information Technology*, 30(1), 75–89. <https://doi.org/10.1057/JIT.2015.5>
- Zuboff, S.** (1988). *In the age of the smart machine: The future of work and power*. Basic.
- Zuboff, S.** (1985). Automate/informate: The two faces of intelligent technology. *Organizational Dynamics*, 14(2), 5–18. [https://doi.org/10.1016/0090-2616\(85\)90033-6](https://doi.org/10.1016/0090-2616(85)90033-6)

Die digitale Transformation kann als revolutionäre Umwälzung in allen Sektoren der Berufs- und Arbeitswelt und der Gesellschaft betrachtet werden. Solche Umwälzungen finden nicht nur technologisch statt. Vielmehr fordern sie unsere Alltagsvorstellungen und Begriffssysteme heraus. Im Lehrbuch wird die digitale Transformation der Berufs- und Arbeitswelt mit der Denkvorstellung der ‚Welt der Daten‘ adressiert. Zielgruppe sind Lehrkräfte in der beruflichen Bildung. Zielstellung des Lehrbuchs ist es, Ordnungskategorien für die Beschreibung der digitalen Transformation der Berufs- und Arbeitswelt zu schaffen. ‚Nachhaltige‘ Lehrkräftebildung wird im Buch verstanden im Sinne der Erschließung von Innovationspotenzialen der digitalen Vernetzung und Vorbeugung von möglichen, neuen Problemen des Innovationsschubs.