

Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule

Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen
Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)

Über die Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)

Die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) ist ein unabhängiges wissenschaftliches Beratungsgremium der Kultusministerkonferenz. Ihr gehören 16 Bildungsforscher:innen aus unterschiedlichen Disziplinen an. Die SWK berät die Länder zu bildungspolitischen Fragen. Sie identifiziert bestehende Herausforderungen und gibt evidenzbasierte Empfehlungen für deren Lösung. Dabei nimmt die Kommission eine interdisziplinäre, längerfristige und systemische Perspektive ein. Die SWK bindet externe Sachverständige in ihre Arbeit ein und hört Vertreter:innen aus Politik, Verwaltung, Bildungspraxis und Zivilgesellschaft an. Eine Geschäftsstelle unterstützt die Kommission bei ihrer Arbeit.

Mitglieder

Prof. Dr. Olaf Köller (Vorsitzender der SWK)

(Vorsitz der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)

Geschäftsführender wissenschaftlicher Direktor des IPN

IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

Prof. Dr. Felicitas Thiel (Vorsitzende der SWK)

Professorin für Schulpädagogik und Schulentwicklungsforschung

Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Isabell van Ackeren

(Mitglied der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)

Professorin für Bildungssystem- und Schulentwicklungsforschung

Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Yvonne Anders

(Mitglied der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)

Professorin für frühkindliche Bildung und Erziehung

Universität Bamberg

Prof. Dr. Michael Becker-Mrotzek

Professor für deutsche Sprache und ihre Didaktik

Direktor des Mercator-Instituts für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache

Universität zu Köln

Prof. Dr. Ulrike Cress

(Vorsitz der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)

Direktorin des IWM und Leiterin der Arbeitsgruppe Wissenskonstruktion

IWM - Leibniz-Institut für Wissensmedien; Eberhard Karls Universität Tübingen

Prof. Dr. Claudia Diehl

Professorin für Mikrosoziologie
Universität Konstanz

Prof. Dr. Thilo Kleickmann

Leitung der Abteilung Schulpädagogik
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Prof. Dr. Birgit Lütje-Klose

Professorin für Schulische Inklusion und sonderpädagogische Professionalität
Universität Bielefeld

Prof. Dr. Susanne Prediger

(Mitglied der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)
Professorin für Mathematikdidaktik und fachbezogene Professionalisierungsforschung
Technische Universität Dortmund

Prof. Dr. Susan Seeber

(Mitglied der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)
Professorin für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung
Georg-August-Universität Göttingen

Prof. Dr. Birgit Ziegler

(Mitglied der Arbeitsgruppe dieses Gutachtens)
Professorin für Berufspädagogik und Berufsbildungsforschung
Technische Universität Darmstadt

Ständige Mitglieder:

Prof. Dr. Harm Kuper

Vorsitzender wissenschaftlicher Beirat der Steuerungsgruppe
„Feststellung der Leistungsfähigkeit des Bildungswesens im internationalen Vergleich“
Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Petra Stanat

Wissenschaftlicher Vorstand Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB)
Humboldt-Universität Berlin

Prof. Dr. Kai Maaz

(Mitglied der Arbeitsgruppe für dieses Gutachten)
Sprecher Autorengruppe Bildungsberichterstattung
DIPF – Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Prof. Dr. Doris Lewalter

(Mitglied der Arbeitsgruppe für dieses Gutachten)
Vorstandsvorsitzende Zentrum für internationale Vergleichsstudien (ZIB)
Technische Universität München

Die Empfehlungen auf einen Blick

Die Ständige Wissenschaftliche Kommission empfiehlt in diesem Gutachten die folgenden Maßnahmen, die in den kommenden Monaten und Jahren unternommen werden müssen, um erfolgreiche Lehr- und Lernprozesse in einer digitalisierten Welt zu ermöglichen:

Empfehlungen für die frühe Bildung in der Kita

- 1) Digitale Medienbildung als Bildungsziel in die Rahmen- und Orientierungspläne aufnehmen → Seite 33
- 2) Infrastruktur schaffen und Lehr-Lernmaterialien zur Verfügung stellen → Seite 34
- 3) Aus- und Weiterbildung des frühpädagogischen Bildungspersonals → Seite 35

Empfehlungen für allgemeinbildende Schulen

- 4) Dauerhafte Einrichtung länderübergreifender Zentren für digitale Bildung (ZdB) → Seite 46
- 5) Einführung eines (Pflicht-)Faches Informatik und entsprechender Lehrkräfteausbildung in allen Ländern → Seite 63

Empfehlungen für die berufliche Bildung

- 6) Modernisierung der Bildungsziele und Curricula → Seite 100
- 7) Weiterentwicklung des Prüfungswesens → Seite 102
- 8) Stärkung der Wissenschaftsorientierung durch den Aufbau einer Struktur aus *Clearing*, *Transfer* und *Leading Houses* → Seite 104

Empfehlungen für die Lehrkräftebildung

- 9) Implementation digitalisierungsbezogener Inhalte und mediendidaktischer Inhalte sowie informatischer Grundlagen in der Lehrkräftebildung → Seite 126
- 10) Strukturelle Weiterentwicklung der hochschulischen Lehrkräfteausbildung → Seite 127
- 11) Strukturelle Stärkung der Lehrkräftefortbildung und eine stärker wissenschaftsorientierte Ausrichtung → Seite 128

Empfehlungen für die Hochschulbildung

- 12) Stärkung digitaler Kompetenzen bei Studierenden und Dozierenden → Seite 152
- 13) Technische, räumliche und rechtliche Strukturen aufbauen und verstetigen → Seite 153
- 14) Standortsspezifische und hochschulübergreifende Lehr- und Digitalisierungsstrategien entwickeln → Seite 154

Inhaltsverzeichnis

0.	Einleitung.....	11
0.1	Zentrale Linien	12
0.2	Digitalisierung und Digitalität: Begrifflichkeiten	14
0.3	Digitalisierungsbezogene Kompetenzen als Bildungsziel	15
0.4	Modellierung professioneller Kompetenzen von Bildungspersonal	15
1.	Digitalisierung in der frühen Bildung.....	19
1.1	Aktueller Stand der Digitalisierung in der frühen Bildung	20
1.1.1	Digitalisierungsbezogene Ziele in der frühen Bildung	20
1.1.2	Potenziale digitaler Medien in der frühen Bildung.....	24
1.1.3	Befunde zur technischen Ausstattung und Mediennutzung in Kindertageseinrichtungen.....	26
1.1.4	Professionalisierung des pädagogischen Personals für eine lernwirksame Nutzung digitaler Technologien	28
1.2	Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe	32
1.3	Empfehlungen für den Bereich der frühen Bildung	33
2.	Digitale Medien und informatische Bildung in allgemeinbildenden Schulen	37
2.1	Lehren und Lernen mit digitalen Medien.....	38
2.1.1	Potenziale, Designprinzipien und Gelingensbedingungen	38
2.1.2	Schlussfolgerungen zum Lernen mit digitalen Medien.....	45
2.1.3	Empfehlungen für den Bereich der allgemeinbildenden Schulen – Teil 1	46
2.2	Informatische Bildung in Schule	54
2.2.1	Das Schulfach Informatik in Deutschland	55
2.2.2	Lehrkräftegewinnung im Bereich Informatik.....	60
2.2.3	Schlussfolgerungen zum informatischen Unterricht.....	62
2.2.4	Empfehlungen für den Bereich der allgemeinbildenden Schulen – Teil 2	63

3.	Digitalisierung in der beruflichen Bildung.....	67
3.1	Digitalisierung in der Arbeitswelt und ihre Auswirkungen auf die berufliche Ausbildung	68
3.1.1	Veränderungen in Berufsfeldern und bei berufsfeldübergreifenden Kompetenzanforderungen	68
3.1.2	Digitalisierung in den berufsbildenden Curricula der drei Sektoren.....	74
3.1.3	Digitale Medien und Technologien in beruflichen Lehr-Lernprozessen.....	80
3.1.4	Professionalisierung des Bildungspersonals	86
3.1.5	Organisationen der beruflichen Ausbildung (Lernorte).....	88
3.2	Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe	95
3.2.1	Bildungsziele und Curricula	95
3.2.2	Digitale Medien in Lehr-Lernprozessen und Abschlussprüfungen	96
3.2.3	Organisationen der Ausbildung und Lernorte – Ausbildungsbetriebe und Lernortkooperationen	98
3.3	Empfehlungen für die berufliche Bildung	99
4.	Digitalisierung und Lehrkräftebildung.....	109
4.1	Digitale Kompetenzen und Kompetenzerwerb von Lehrkräften in den drei Phasen.....	110
4.1.1	Kompetenzen und Einstellungen angehender Lehrkräfte	111
4.1.2	Aufbau von Kompetenzen in den drei Phasen der Lehrkräftebildung	114
4.1.3	Kompetenzen von Lehrkräftebildner:innen	119
4.2	Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe	119
4.2.1	Ein gemeinsames, forschungsbasiertes Kompetenzverständnis entwickeln..	120
4.2.2	Formale und nachhaltige Strukturen der Professionalisierung in allen Phasen.....	121
4.3	Empfehlungen für die Lehrkräftebildung	125
5.	Digitale Medien in der Hochschulbildung.....	131

5.1	Aktueller Stand der Digitalisierung im Bildungsbereich Hochschule	132
5.1.1	Medienkompetenz als Lernziel in den Curricula	132
5.1.2	Potenziale der Digitalisierung für die Gestaltung von Lehren und Lernen.....	132
5.1.3	Professionalisierung des hochschulischen Bildungspersonals	139
5.1.4	Rahmenbedingungen zur Nutzung digitaler Technologien in der Lehre.....	142
5.2	Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe	146
5.2.1	Notwendigkeit einer Veränderung in der Wertschätzung von Lehre	146
5.2.2	Aufbau und Verstetigung fachdidaktischer, technischer sowie räumlicher Support- und Infrastrukturen.....	148
5.2.3	Entwicklung von Digitalisierungs- und Lehr-Lernstrategien	149
5.2.4	Aufbau von Kooperationen und Vernetzungen	151
5.3	Empfehlungen für den Bildungsbereich Hochschule.....	152
	Literaturverzeichnis.....	157
	Abbildungsverzeichnis.....	181
	Tabellenverzeichnis	181
	Anhang.....	182

0. Einleitung

Nicht zuletzt als Folge der Corona-Pandemie hat der Druck in allen Etappen des Bildungssystems zugenommen, die Chancen digitaler Medien für Bildungsprozesse von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen besser zu nutzen. Die Ständige Wissenschaftliche Kommission ist überzeugt, dass für ein zukunftsfähiges Bildungssystem die aktive und progressive Gestaltung seiner digitalen Transformation nötig ist. Diese Aufgabe muss so rasch wie möglich begonnen werden, um junge Menschen angemessen auf die Erfordernisse in Gesellschaft und Beruf vorzubereiten. Zentrales Ziel des Bildungswesens ist es, allen Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen eine bestmögliche Bildung und demokratische Teilhabe in einer zunehmend digitalen Welt zu ermöglichen und Bildungsungleichheit entgegenzuwirken.

Erfolgreiche individuelle Entwicklungsprozesse über die Lebensspanne sind aus heutiger Sicht ohne die kompetente Nutzung digitaler Medien in Schule, Freizeit und Beruf nahezu unmöglich. Das vorliegende Gutachten hat daher zum Ziel, für zentrale Bildungsetappen – frühe Bildung in der Kindertagesstätte, allgemeinbildende Schule, berufliche Bildung und Hochschule – zu beleuchten, welche Maßnahmen und Strategien in den kommenden Monaten und Jahren umgesetzt werden müssen, um erfolgreiche Lehr- und Lernprozesse und eine erfolgreiche Teilhabe in einer von Digitalisierung geprägten Lebens- und Arbeitswelt zu ermöglichen. Das erfordert auch eine Betrachtung der Lehrkräftebildung.

Das Gutachten baut auf bereits existierenden Papieren der Kultusministerkonferenz (KMK) und der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) auf und entwickelt sie weiter. Im Jahr 2016 hat die KMK ihre Strategie *Bildung in der digitalen Welt* veröffentlicht. Darin wurden sechs zentrale Handlungsfelder identifiziert: Bildungspläne und Unterrichtsentwicklung, curriculare Entwicklungen; Aus-, Fort- und Weiterbildung von Erziehenden und Lehrenden; Infrastruktur und Ausstattung; Bildungsmedien und Content; *E-Government*, Schulverwaltungsprogramme und Bildung- und Campusmanagementsysteme; rechtliche und funktionale Rahmenbedingungen (KMK, 2017, S. 9). Fünf Jahre später und vor dem Hintergrund des Digitalisierungsschubs infolge der Corona-Pandemie hat die SWK eine *Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“* vorgestellt, in der sie Empfehlungen aussprach, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssten, um digitale Medien in das Bildungssystem nachhaltig und fruchtbar zu integrieren (SWK, 2021). Die dort ausgesprochenen Empfehlungen mit einer deutlichen

Schwerpunktsetzung auf dem allgemeinbildenden Schulsystem beziehen sich auf sechs Bereiche: Bildungsziele und Kompetenzen; Kompetenzentwicklung von Lernenden; Lehrkräfte und pädagogische Fachkräfte; datenbasierte Schulentwicklung; Infrastruktur und Support; forschungsbasierte Entwicklung und Implementation. Kurz darauf veröffentlichte die KMK mit *Lehren und Lernen in der digitalen Welt* eine Ergänzung zur Strategie von 2016, in der die Themen Schulentwicklung, Gestaltung von Lehr-Lernprozessen sowie Kompetenzen und Professionalisierung von Lehrkräften in den Fokus gerückt wurden (KMK, 2021b).

Während diese Texte sehr stark das allgemeinbildende Schulsystem in den Vordergrund gestellt haben, betrachtet dieses Gutachten weitere Stationen der Bildungskette: Beginnend mit der frühen Bildung (Kap. 1) über die allgemeinbildenden Schulen (Kap. 2), die berufliche (Aus-)Bildung (Kap. 3) bis hin zur Hochschule (Kap. 5) und ergänzt durch ein Kapitel zur Lehrkräftebildung (Kap. 4) wird wissenschaftlich fundiert jeweils der gegenwärtige Stand der Digitalisierung dargestellt. Daraus werden begründete Handlungsbedarfe abgeleitet, die in Empfehlungen münden. Im Prozess der Gutachtenerstellung – hier vor allem bei der Erarbeitung der Empfehlungen – wurden Anhörungen durchgeführt, in denen externe Expert:innen ebenso wie Vertreter:innen aus Bildungspraxis, Bildungsadministration, Bildungspolitik und zivilgesellschaftliche Akteure und Interessenvertretungen die Möglichkeit hatten, die Empfehlungen zu reflektieren und diskutieren. Eine Auflistung der Expert:innen und angehörten Stakeholder findet sich auf S. 186.

0.1 Zentrale Linien

Inhaltlich fokussiert das Gutachten in allen Bildungsetappen auf vier zentrale Linien, anknüpfend an die Überlegungen in der Stellungnahme der SWK (2021) und der ergänzenden Empfehlung zur Strategie der KMK (2021b):

- Veränderungen in den Bildungszielen und Bildungsinhalten
- Forschungsbasierte Entwicklung von Lehr-Lernmaterialien
- Professionalisierung des Bildungspersonals
- Organisationsentwicklung

Quer zu diesen Linien liegen rechtliche Fragen und Fragen der Infrastruktur. Gerade eine leistungsfähige und verlässliche digitale Infrastruktur ist die Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Empfehlungen und gelingende Transformationsprozesse. Auch rechtliche Aspekte wie Datenschutz, Urheberrecht oder Persönlichkeitsrecht sind in weites-

tem Sinne auch infrastrukturelle Aspekte, insofern dafür sichere Serverstrukturen und passende Medien vorhanden sein müssen. Der Digitalpakt hat bereits wichtige Impulse bezogen auf die digitale Infrastruktur gegeben, doch ist diese Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen. Daher wird auch in diesem Gutachten auf das Thema Infrastruktur immer dort eingegangen, wo es inhaltlich nötig ist.

Pro Bildungsetappe konzentriert sich die SWK auf wenige Empfehlungen, in denen sich die gemeinsamen Linien widerspiegeln, allerdings je nach den Spezifika der jeweiligen Bildungsetappe mit anderen Schwerpunktsetzungen und in unterschiedlicher Konkretheit:

- Im Bereich der frühen Bildung spielt die Wahrnehmung von digitaler Medienkompetenz als Bildungsziel, die Grundausstattung der Einrichtungen und die Aus- und Fortbildung des pädagogischen Personals eine grundsätzlichere Rolle als in den anderen Bildungsbereichen.
- Im Bereich der Schule liegt der Fokus auf der forschungsbasierten Entwicklung und Implementation von Lehr-Lernmaterialien unter Einbindung vorhandener Kräfte aus der Praxis sowie auf der bundesweiten Einführung eines Faches Informatik.
- Im Bereich der beruflichen Bildung stehen Strategien zur Modernisierung von Curricula und der Prüfungspraxis sowie einer forschungsfundierten Weiterentwicklung der Lehr-Lernorganisation im Mittelpunkt.
- In den Bereich der Lehrkräftebildung wirken die Entwicklungen im Bereich der Schulen und der beruflichen Ausbildung hinein und bedingen einen kohärenten digitalisierungsbezogenen Kompetenzaufbau sowie entsprechende strukturelle und inhaltliche Veränderungen in der Aus- und Fortbildung.
- Im Bereich der Hochschule schließlich geht es um die für die Umsetzung digitalisierungsbezogener Lehre nötige Professionalisierung der Dozierenden und die nötigen (infra)strukturellen Veränderungen für in Fragen der Digitalisierung zukunftsfähige Hochschulen.

Die SWK ist sich bewusst, dass ihre Empfehlungen grundlegende Veränderungen des Bildungssystems in allen Bildungsetappen bedingen. Dies erfordert von allen Akteuren im Bildungssystem eine enorme Kraftanstrengung, Innovationsbereitschaft und hohe Investitionen. Perspektivisch müssen die Anforderungen der Digitalisierung in der Grundfinanzierung des Bildungssystems berücksichtigt werden. Klar ist, dass diese Veränderungen nicht in kurzer Zeit möglich sind, gerade deshalb sollte die Bildungspolitik hier einen langfristigen Entwick-

lungsplan anlegen und Etappenziele festlegen. Für weitere Priorisierungen und Operationalisierungen in diesem Sinne steht die SWK als Dialogpartnerin der Bildungspolitik auch nach Vorlage dieser Empfehlungen zur Verfügung.

0.2 Digitalisierung und Digitalität: Begrifflichkeiten

Der Begriff der *Digitalisierung* wird gelegentlich unscharf verwendet (z. B. Binder & Cramer, 2021). Für dieses Gutachten wird unter Digitalisierung der allumfassende Einzug digitaler Technologien in unseren Alltag sowie unsere Gesellschaft und die damit verbundenen Veränderungen verstanden. Darunter explizit subsumiert ist der Einzug dieser Technologien als Medien und Lerninhalte in Lehr-Lernsituationen sowie als Werkzeuge in Bildungsinstitutionen und im Beschäftigungssystem. Der Begriff der *Digitalität* bezeichnet, dass digitale und analoge Inhalte zunehmend integriert und beide selbstverständlicher Teil unserer Lebenswirklichkeit werden (Stalder, 2016). Zeitgemäße Bildung lässt sich nicht in digitale und analoge Anteile aufspalten, sondern beide bilden eine Einheit. Synonym zur Digitalisierung wird auch der Begriff der *digitalen Transformation* verwendet, um zu betonen, dass Digitalisierung nicht nur die Überführung analoger Inhalte in digitale Formate bedeutet, sondern eine, wie oben beschrieben, weitreichende Veränderung unserer Gesellschaft. In der weiteren Verwendung der digitalisierungsbezogenen Begrifflichkeiten orientiert sich dieses Gutachten an den Ausführungen der Stellungnahme der SWK vom Oktober 2021, sodass an dieser Stelle darauf verwiesen wird (SWK, 2021, S. 7ff.).

In diesem Gutachten geht es sowohl um das *Lernen über* die Digitalisierung als auch um das *Lernen mit* digitalen Medien und digitalen Werkzeugen. Zur Beschreibung des Medieneinsatzes in Lehr-Lernsituationen gibt es verschiedene Modelle, die Stufen der Integration beschreiben, z. B. das SAMR-Modell (*Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition*; Puentedura, 2006) oder das RAT-Modell (*Replacement, Amplification, Transformation*; Hughes et al., 2006). Beiden Modellen fehlt aber eine empirische Absicherung, v. a. im Hinblick auf die hierarchisch aufgebaute Stufenstruktur und die angenommenen Wirkungen (Scheiter, 2021). Die damit beschriebenen Veränderungen von digital gestützten Lehr-Lernsituationen im Vergleich zu solchen ohne digitale Medien werden zur Beschreibung dennoch genutzt (vgl. Kap. 2, 3 und 4).

0.3 Digitalisierungsbezogene Kompetenzen als Bildungsziel

Die digitale Transformation wird insbesondere durch die rapide Entwicklung und die neuen kommunikativen Möglichkeiten im Bereich der *Informations- und Kommunikationstechnik* (IKT bzw. englisch ICT – *Information and Communication Technology*) getrieben. Im Kontext dieses Gutachtens ist IKT bzw. ICT synonym zum Begriff der *digitalen Medien* zu sehen.

Die Begriffe *digitale (Medien-)Kompetenz*, *Digital Literacy* und *ICT-Literacy* bezeichnen die Fähigkeit, entsprechende Technologie zu verstehen und sie kompetent anwenden zu können. In der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2017) werden dazu sechs Kompetenzbereiche definiert, die nicht nur für den Umgang mit digitalen Medien gelten, sondern allgemein Medienkompetenz beschreiben. Im Gegensatz dazu geht es in diesem Gutachten spezifisch um den Erwerb digitaler Medienkompetenz.

Im Bereich der informatischen Bildung wird im Gutachten zwischen elementarinformatischer Bildung und informatischer (Grund-)Bildung bzw. Kompetenz unterschieden. *Elementarinformatik* meint sowohl Inhalte bezogen auf als auch altersgerechte didaktische Vermittlung von informatischen Konzepten im Bereich der frühen Bildung und der Grundschule (s. Kap. 1). *Informatische Grundbildung* umfasst dagegen die informatischen Kompetenzen, die jede:r als mündiger Bürger für seine Teilhabe an der digitalisierten Lebens- und Arbeitswelt erwerben sollte (*Digital Competence Framework for Citizens*, Vuorikari et al., 2022).

Neben digitaler Medienkompetenz und informatischer Bildung werden auch überfachliche Kompetenzen adressiert. Vor allem im Bereich der beruflichen Bildung sind die *Future Work Skills* ein gebräuchliches Konzept (Institute for the Future (IFF), 2011), die eng mit den *21st Century Skills* zusammenhängen (Partnership for 21st Century Learning (P21), 2019; OECD Lernkompass 2030, OECD, 2019), auf die auch die *4 Cs* (*Creativity, Critical Thinking and Problem-Solving, Communication* und *Collaboration*) zurückgehen (ausführlicher dazu in SWK, 2021, S. 5ff.).

0.4 Modellierung professioneller Kompetenzen von Bildungspersonal

Im Rahmen des wissenschaftlichen Diskurses um das Professionswissen von Lehrpersonen hat sich ein Verständnis über die notwendige Verschränkung des (fach-)inhaltlichen, pädagogisch-didaktischen sowie technologie- bzw. digitalitätsbezogenen Wissens etabliert, das auf die klassische Konzeption des Wissens von Lehrpersonen von Shulman (1986, 1987) rekur-

riert. Zu den drei von Shulman (1986, 1987) eingeführten Bereichen des Lehrerprofessionswissens (*Pedagogical Knowledge*, *Content Knowledge* und *Pedagogical Content Knowledge*, übersetzt mit pädagogischem Wissen, inhaltlichem Fachwissen und fachdidaktischem Wissen) tritt hier das *Technological Knowledge* (technologisches Wissen). Kernaussage ist, dass Lehrkräfte zur erfolgreichen Bewältigung der durch die Digitalisierung an sie gestellten Herausforderungen und für die Integration digitaler Medien in ihren Unterricht allgemeines technologisches Wissen (*Technological Knowledge*, *TK*), technologiebezogenes Fachwissen (*Technological Content Knowledge*, *TCK*), technologiebezogenes pädagogisches Wissen (*Technological Pedagogical Knowledge*, *TPK*) und technologiebezogenes fachdidaktisches Wissen (*Technological Pedagogical Content Knowledge*, *TPCK*) benötigen (Koehler, Mishra & Cain, 2013). Während sich das technologiebezogene Fachwissen z. B. auf das Wissen über die Veränderung spezifischer Bildungsbereiche und Arbeitsfelder durch neue Technologien bezieht, versteht man unter dem technologiebezogenen fachdidaktischen Wissen das Wissen über das komplexe Zusammenspiel von Voraussetzungen der Lernenden, Fachkräfte, Lernumgebungen und Technologien. Das technologiebezogene pädagogische Wissen berührt Wissen über Veränderungen von Lehr-Lernprozessen durch neue Medien. Mit dem *TPACK-Modell* liegt ein national und international weitgehend akzeptiertes Modell vor (Endberg, 2019; Endberg & Lorenz, 2016, 2017; Mußmann et al., 2021; Walker et al., 2017).

In aktuellen Diskussionen ausgehend von den MINT-Fächern in Deutschland wird eine Umformulierung in *DPACK* vorgeschlagen (Döbeli Honegger, 2021; Huwer et al., 2019). Das *D* steht dabei für *digitalitätsbezogenes Wissen*, das neben der *Technological Knowledge* im *TPACK-Modell* weitere Aspekte umfasst. Huwer et al. legen dar, dass die Digitalisierung nicht nur auf technische Aspekte beschränkt ist, sondern auch darüber hinaus gehende „gesellschaftliche, soziale oder auch ethische Aspekte [berührt], welche dann auch in den jeweiligen Schnittmengen mit CK und PK verknüpft sind“ (2019, S. 360). Diese Aspekte sind im *digitalitätsbezogenen Wissen* mit enthalten (vgl. auch das *Dagstuhl-Dreieck*, Gesellschaft für Informatik e. V (GI), 2016b). Das *digitalitätsbezogene inhaltliche Wissen* ist Wissen über digitale Fachmethoden oder fachspezifische Umgangsweisen mit Technologien und ist stark fachspezifisch. Das *digitalitätsbezogene pädagogische Wissen* ist das Wissen darüber, wie digitale Medien lernwirksam eingesetzt werden können, um gute Lehre zu ermöglichen. *DPACK* ist dann das *digitalitätsbezogene fachdidaktische Wissen*, d. h. Wissen darüber, wie fachspezifische Lehr- und Lernprozesse mit Technologien gestaltet werden können.

In diesem Verständnis sind grundlegende informatische Kompetenzen, über die jede Lehrkraft unabhängig von den unterrichteten Fächern verfügt, zwar nicht explizit im TPACK- oder DPACK-Modell berücksichtigt, aber unter der *Technological Knowledge* subsumiert. Das DPACK-Modell als Erweiterung ist inhaltlich vielversprechend, aber empirisch noch nicht operationalisiert, geschweige denn validiert.

Im Gutachten beziehen sich die Überlegungen überwiegend auf das TPACK-Modell, da es empirisch etablierter ist als das erweiterte DPACK-Modell. Es wird aber auch deutlich, dass das weiter gefasste Verständnis des DPACK-Modells inhaltlich zukunftsweisend ist.

Für den Einsatz von Medien in der Lehre spielen auch Überzeugungen, motivationale Orientierungen und die Fähigkeit zur Selbstregulation (Baumert & Kunter, 2006) eine bedeutende Rolle. Besonders motivationale und einstellungsbezogene Komponenten sind in der Aus- und Weiterbildung von Bildungspersonal relevant (Kunter et al., 2009; Weinert, 2001), auch wenn die Befunde dazu heterogen sind (Lachner et al., 2020). International etabliert und breit erforscht ist das *Technology Acceptance Model* (TAM; u. a. Bürger et al., 2021; Scherer et al., 2019), in dem davon ausgegangen wird, dass die tatsächliche Nutzung von Technologien bzw. digitalen Medien von Einstellungsvariablen (Einstellungen gegenüber der Nutzung, subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit und subjektiv leichte Benutzbarkeit) abhängig ist. Eine ähnliche Perspektive auf Einstellungen und Haltungen vertreten Studien zum medialen Habitus (Dertinger; Kommer & Biermann, 2012) oder Medienintegrationsmodelle, wie das *Will-Skill-Tool-Modell* (Knezek & Christensen, 2016; für Erweiterungen Farjon et al., 2019). Die Forschungstraditionen dazu sind je nach Bildungsbereich stärker oder schwächer ausgeprägt und werden entsprechend in den Kapiteln berücksichtigt.

1. Digitalisierung in der frühen Bildung

In der Stellungnahme der SWK vom Oktober 2021 (SWK, 2021) wird die frühe Bildung nur gestreift. Im vorliegenden Gutachten wird dieser Bereich hingegen gleichberechtigt zu den anderen Bildungsbereichen thematisiert. Ein Fokus liegt auf den Potenzialen digitaler Medien für sprachliche und MINT-Bildung, anknüpfend an Programme wie z. B. *Sprach-Kitas* oder *Haus der kleinen Forscher*. Organisatorisch näher betrachtet werden die Entwicklung und Evaluation frühpädagogischer Konzepte für die Einbettung digitaler Medien in der frühen Bildung sowie die Nutzung digitaler Technologien zur Zusammenarbeit von Bildungspartnern in der Kindertageseinrichtung (Kita), im Elternhaus und in der Schule.

Digitale Medien sind auch in der Lebenswelt von Kindern präsent und viele nutzen *Laptops*, *Tablets* oder *Smartphones* bereits regelmäßig im Familienkontext (*miniKIM*-Studien; Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2021; Cohen & Hemmerich, 2020). Als fester Bestandteil der kindlichen Lernumgebung können sie sowohl unterstützend und anregend als auch bremsend auf die kindliche Entwicklung wirken (Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK), 2017). Hieraus erwächst für die frühe Bildung die Aufgabe, Kinder zu einer „reflektierten, altersgemäßen Mediennutzung und einer produktiven und gestalterischen Auseinandersetzung mit digitalen Medien im Kontext der eigenen Lebenswelt anzuregen“ (Friedrichs-Liesenkötter, 2019, S. 2; GMK, 2017). Zudem können digitale Medien und Unterstützungstechnologien bereits in frühpädagogischen Einrichtungen Fördermöglichkeiten bieten und die Teilhabechancen erhöhen (z. B. Symbol- und Bildtafeln oder *Talker* für nicht-sprechende Kinder; Dirks & Linke, 2019).

Im Zuge der Corona-bedingten Schließungen von Bildungseinrichtungen hat das Thema Digitalisierung in Kitas zusätzlich an Bedeutung gewonnen (Hemmerich et al., 2021; Lang, 2021). Das gesamte Kitasystem sah sich im Zuge der Maßnahmen zur Einschränkung der Pandemie mit neuen Arbeitsanforderungen konfrontiert, um pädagogische Bildungsarbeit umsetzen zu können. Digitale Kommunikation stellte zeitweise die einzige Möglichkeit der Kommunikation zwischen Fachkräften, Eltern und Kindern sowie der Fachkräfte untereinander dar. Digitale Bildungsangebote für Kinder (z. B. der digitale Morgenkreis) erwiesen sich nicht nur als Möglichkeiten, um Kontakt zwischen Kitas und Familien zu halten, sondern um solche Familien und Kinder zu unterstützen, die durch den Lockdown besonders beeinträchtigt waren (Cohen et al., 2020; Autorengruppe Corona-KiTa-Studie, 2021; Hemmerich et al., 2021). Gleichzeitig wurde durch die verstärkte Nutzung digitaler Werkzeuge an vielen Stellen

deutlich, dass die Voraussetzungen für die Nutzung digitaler Medien im frühpädagogischen Kontext nicht vorliegen. Das gilt bezogen auf die digitale Infrastruktur in den Einrichtungen, die Qualifikationen der pädagogischen Fachkräfte oder die fortlaufende fachliche und technische Unterstützung.

Die gesellschaftliche Diskussion und die pädagogische Praxis reflektieren diesen Bedeutungszuwachs digitaler Medien bislang wenig. Gerade mit Blick auf sehr junge Kinder stehen den Potenzialen früher digitaler Medienbildung große Vorbehalte und Ängste bei Fachkräften, Eltern sowie Vertreter:innen der Wissenschaft gegenüber (ein prominentes Beispiel dafür ist Manfred Spitzer, 2012; vgl. auch Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 2020 oder Caena & Redecker, 2019). Darüber hinaus beschränkt sich die Debatte häufig auf persönliche Auffassungen oder ausgewählte Ergebnisse, die zum Teil aus anderen Altersgruppen oder Einsatzbereichen stammen (Cohen & Hemmerich, 2020). Kaum Berücksichtigung finden Erkenntnisse aus der internationalen Forschung und nationalen Initiativen, welche die Potenziale digitaler Medien in der frühkindlichen Bildung unterstreichen.

1.1 Aktueller Stand der Digitalisierung in der frühen Bildung

Den in der Einleitung (Kap. 0.1) dargestellten zentralen Linien folgend werden hier zunächst die Bildungsziele bezogen auf digitale Medien dargestellt. Daran anschließend folgen die Möglichkeiten der frühen Medienbildung und die Anforderungen, die an das Bildungspersonal gestellt werden. Zum Abschluss werden die strukturellen und organisatorischen Rahmenbedingungen diskutiert.

1.1.1 Digitalisierungsbezogene Ziele in der frühen Bildung

Digitale Medienbildung in den Rahmen- und Orientierungsplänen der Länder

Bildungsauftrag der frühen Bildung ist es, Kinder bei ihrer Entwicklung zu unterstützen und sie auf „künftige Lebens- und Lernaufgaben“ vorzubereiten (KMK, 2022, S. 7f.). Die Digitalisierung der Lebensumwelt bedingt daher auch Bildungsziele bezogen auf den Umfang mit und ein Verständnis von digitalen Medien (KMK, 2022, S. 13f.). Die Rahmen- und Orientierungspläne der Länder sind richtungsgebend für die Ausgestaltung der pädagogischen Arbeit in den Kindertageseinrichtungen. Träger, Einrichtungen und Fachkräfte verfügen dabei über einen großen Spielraum in der Interpretation und Ausgestaltung des Bildungsauftrags.

Friedrichs-Liesenkötter (2019, vgl. auch Kap. 1.1.4) hat die Rahmen- und Orientierungspläne in einer Dokumentenanalyse daraufhin untersucht, ob Medienbildung und insbesondere digitale Medienbildung als Bildungsziel definiert ist, welche Inhalte damit verbunden werden und welche Wertungen von digitalen Medien vorgenommen werden. Danach ist Medienbildung in den meisten Bildungsplänen zwar begrifflich verankert, eine inhaltliche oder begrifflich explizite Differenzierung zwischen digitaler und allgemeiner Medienbildung findet kaum statt. Vergleichbar zum *Gemeinsamen Rahmen der Länder für die frühe Bildung* (KMK, 2022, S. 7) wird Medienbildung überwiegend als digitale Medienbildung verstanden. Wenn die Chancen digitaler Medienbildung beleuchtet werden, findet eine Fokussierung auf die Nutzung digitaler Medien als *Tools* im Rahmen anderer Bildungsbereiche statt, insbesondere im Bereich Sprache. Die Pläne unterscheiden sich sowohl bezogen auf die Relevanz digitaler Medienbildung als auch auf die Wertungen. Letztere reichen von einer stark bewahrpädagogischen¹ Ausrichtung bis hin zu einer deutlich positiv konnotierten Verankerung von Medienerziehung und -bildung inklusive Praxisbeispielen und -anregungen.

In den Rahmen- und Orientierungsplänen der Länder Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Thüringen und Bayern ist Medienerziehung und -bildung als eigenständiger Bildungsbereich ausgewiesen. In diesen Rahmenplänen wird ein Medienbild vermittelt, welches sowohl Chancen als auch Risiken einer kindlichen Mediennutzung thematisiert. Als Bildungsaufgaben werden eine Reflexion von Medienerfahrungen mit den Kindern, die Nutzung elektronischer Medien in Einrichtungen und Projekte zur Mediengestaltung als mögliche Aufgabenfelder benannt. Häufig werden Chancen eines Einsatzes digitaler Medien speziell für die sprachliche Bildung herausgestellt (z. B. Lese-Apps, *Tablets*). In Berlin, Hamburg, Schleswig-Holstein, Saarland und Sachsen ist Medienbildung mit anderen Bildungsbereichen gekoppelt. In den Plänen von Baden-Württemberg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Bremen werden zwar medienpädagogische Inhalte benannt, allerdings als Komponente anderer Bildungsbereiche, z. B. unter Sprache und nonverbaler Kommunikation. In diesen Bundesländern findet sich häufig eine Betonung der Nutzungsmöglichkeiten digitaler Medien für die sprachliche Entwicklung, weniger bislang für die frühe mathematische, sachkundliche und ästhetische Entwicklung. Die stärkere Zurückhaltung gegenüber digitalen Medien äußert

¹ Bewahrpädagogische Ausrichtungen konzentrieren sich auf den Schutz der Kinder und Jugendlichen vor schädlichen Medienangeboten und Risiken von Mediennutzung wie z. B. Mediensucht. Initiativen des Jugendmedienschutzes (vgl. auch die Positionen der BZgA) fallen hierunter und auch die Bevorzugung anderer Freizeitaktivitäten gegenüber der Mediennutzung (Süss et al., 2010).

sich in der Forderung nach einer Auseinandersetzung mit übermäßigem Konsum im kindlichen (Familien-)Alltag. Die medienpädagogische Haltung ist außerhalb möglicher Chancen im Bereich der sprachlichen Bildung eher ablehnend. In Brandenburg und Sachsen-Anhalt schließlich wird Medienerziehung und -bildung in den Rahmen- und Orientierungsplänen gar nicht behandelt. Der Thüringer Bildungsplan wird von Friedrichs-Liesenkötter (2019) als besonders positives Beispiel herausgehoben, da er auf Basis wissenschaftlicher Konstrukte Medienbildung und zu erwerbende Kompetenzen behandelt: Ausgehend von vier Dimensionen² werden Ziele und Anregungen für basale und elementare Medienbildung genannt, die auch elementarinformatische Kompetenzen (s. u.) berühren.

Eine eigene, aktuelle Analyse der Rahmen- und Orientierungspläne für dieses Gutachten zeigt, dass sich die Situation nicht wesentlich verändert hat. Einige der Bildungspläne wurden zwar aktualisiert (Bayern, Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein, Thüringen), aber die Aktualisierungen gingen nur in wenigen Fällen damit einher, dass digitale Medieninhalte im Vergleich zur Analyse von Friedrichs-Liesenkötter (2019) expliziter verankert sind. In etwa 25 Prozent der Pläne wird auch weiterhin eine kritische Haltung gegenüber der Implementierung digitaler Medienbildung in der direkten Arbeit mit Kindern vertreten (Anhang A: Tabelle mit Analyse der Rahmenpläne in der frühen Bildung).

Erwerb von elementarinformatischen Kompetenzen

Das Verständnis digitaler Bildung ist in den Rahmen- und Orientierungsplänen sehr werkzeugorientiert. Der Erwerb von elementarinformatischen Kompetenzen³ wird in den Rahmen- und Orientierungsplänen nicht explizit thematisiert. Durch die Auseinandersetzung mit digitalen Medien erwerben Kinder jedoch von klein auf an Vorstellungen zu den Funktionsweisen digitaler Technologien. Ohne gezielte pädagogische und didaktische Maßnahmen sind sie

² (1) Die Erweiterung praktischer Kenntnisse im Umgang mit Medien (z. B. das Entdecken des Telefons und der Digitalkamera), (2) die Entwicklung von Verständnis und Fähigkeiten, Medien für eigene Anliegen, Fragen und Bedürfnisse zu nutzen (z. B. als Informationsquelle, als Mittel zur Kommunikation, als kreatives Ausdrucksmittel, zur Unterhaltung und Entspannung), (3) die Entwicklung von Verständnis und Fähigkeiten zur Reflexion des eigenen Medienumgangs sowie (4) die Entwicklung von Verständnis und Fähigkeiten, das Wesen und die Funktionen von Medien zu durchschauen

³ Elementarinformatik verbindet Medienkompetenz und Informatikkompetenz. Sie soll „ein Herstellen von Beziehungen zwischen logisch-algorithmischen Konzepten der Informatik und handlungs-orientierter Nutzung von Anwendersoftware im Sinne der Medienkompetenz“ ermöglichen (Ute Schmid & Gärtig-Daugs, 2017, S. 11).

allerdings nicht in der Lage, diese zu hinterfragen. So wird oft nur oberflächliches Handlungswissen erworben und es werden keine abstrakteren und transferierbaren Konzepte zur Funktion digitaler Medien aufgebaut (Brinda et al., 2020). Gleichzeitig ist die digitale Spaltung nicht nur eine Frage des Zugangs zu digitalen Technologien, sondern auch eine der souveränen Nutzung digitaler Technologien (*First-level Divide* vs. *Second-level Divide*, z. B. Verständig et al., 2016). Es ist daher wichtig, Kinder zum souveränen Umgang mit digitalen Medien zu befähigen und ihnen ein Grundverständnis von digitaler Speicherung und Verarbeitung von Information sowie von Algorithmen zu vermitteln (*Digital Literacy*). Hierfür eignen sich analoge, begreifbare Materialien, wobei Bezüge zu digitalen Geräten explizit hergestellt werden.⁴ Kinder erfahren so, dass Computer und die darauf ablaufenden Programme von Menschen erdacht und gemacht sind. Auch das Thema *Künstliche Intelligenz* (KI) durchdringt den Alltag und damit auch die Lebenswelt von Kindern immer mehr und Kinder entwickeln Vorstellungen davon, was KI-Systeme, insbesondere intelligente Roboter, können. Hier kann die Elementarinformatik ein erstes Grundverständnis für die Gemeinsamkeiten und Unterschiede menschlicher und maschineller Intelligenz schaffen (Ute Schmid, 2021).

Zentrales Ziel bei der Förderung von *Digital Literacy* in der frühen Bildung ist, Kinder zu befähigen, digitale Medien als Werkzeug zum kreativen Arbeiten zu begreifen und nicht als bloße interaktive Unterhaltungsmedien. Hierzu ist entscheidend, dass die informatischen Konzepte, die hinter digitalen Anwendungen liegen, verdeutlicht werden. Dies kann, vergleichbar zu früherer Vermittlung mathematischer Konzepte, mit analogen Materialien (sogenannten *Unplugged*-Materialien) umgesetzt werden. Im Gegensatz zur frühen Mathematik ist es jedoch zusätzlich notwendig, Kindern die Beziehung der analog erworbenen Konzepte zu dem, was sie in der digitalen Welt erleben – vom digitalen Fotografieren bis zur Nutzung von Spiele-Apps –, zu verdeutlichen (Werner et al., 2020).

Motivationale Bildungsziele

Im Sinne der „Entwicklung, Unterstützung und Stärkung persönlicher Ressourcen“ (KMK, 2022, S. 7) gehört auch die Vermittlung geeigneter motivationaler Voraussetzungen (insbesondere Interesse und Selbstwirksamkeit) bezogen auf die Nutzung digitaler Technologien

⁴ Ein Beispiel eines Curriculums findet sich in Schmid und Gärtig-Daugs (2017, S 22ff.). Weitere Beispiele dazu gibt es auf der Webseite der Forschungsgruppe Elementarinformatik (FELI) der Universität Bamberg: <https://www.uni-bamberg.de/kogsys/feli/> (aufgerufen am 27.07.2022).

zu den Bildungszielen in der frühen Bildung. Die Relevanz dieser Aspekte für den weiteren Entwicklungsverlauf ist für andere Entwicklungsdomänen (z. B. Naturwissenschaften) belegt (z. B. Jansen et al., 2014) und es können bereits im vorschulischen Alter für den Bereich der Naturwissenschaften geschlechtsbezogene Unterschiede nachgewiesen werden (Oppermann et al., 2020). Bisher gibt es für den Bereich der digitalen Medienbildung kaum empirische Untersuchungen, aber ähnliche Zusammenhänge sind zu vermuten. Hiermit verbunden ist das Thema Berufsbilder und das Entwickeln eines positiven Selbstkonzeptes bzgl. der Informatik als Beruf bei Jungen und Mädchen.

Eltern als Adressaten digitaler Medienbildung

Da Kinder vor allem im familiären Kontext in Kontakt mit digitalen Medien kommen, ist es von Relevanz, Eltern für die Medienbildung zu sensibilisieren und als Bildungspartner miteinzu beziehen (Cohen & Hemmerich, 2020). Sie können digitale Medien in allen Bereichen mathematischer, sachkundlicher, sprachlicher und ästhetischer Bildung nutzen. Pädagogische Arbeit in Kindertageseinrichtungen kann dann umso wirksamer werden, wenn ein Austausch stattfindet und die Familie in die pädagogische Arbeit mit einbezogen wird. Die elterliche Unterstützung wird als wichtige Komponente für den Implementationsprozess von Informations- und Kommunikationstechnik (*ICT*) im Kitakontext betont (Cohen & Hemmerich, 2020). Ebenso können digitale Medien, insbesondere ihre Nutzung selbst, Gegenstand früher digitaler Medienbildung sein (Regulation von eigenen Bildschirmzeiten und Bildschirmzeiten des Kindes, sinnvolle Nutzungsmodalitäten im vorschulischen Alter, sinnvolle Apps etc.).

1.1.2 Potenziale digitaler Medien in der frühen Bildung

Diverse Studien bestätigen für die sprachliche Entwicklung das Potenzial ausgewählter digitaler Anwendungen. So zeigten sich z. B. positive Zusammenhänge zwischen der kindlichen Sprachentwicklung und dem Einsatz von *E-Books* sowie verschiedenen Apps zum dialogisch digitalen Vorlesen (Cordes et al., 2020; Jelley et al., 2019; Takacs et al., 2015). Die vorliegenden Arbeiten betonen das gemeinsame Handeln im Sinne des ko-konstruktiven Lernens als wichtige Komponente des Lernerfolgs (Jelley et al., 2019). Bei der eigenständigen Nutzung durch die Kinder und einer supervidierenden Rolle eines Erwachsenen konnte ein positiver Zusammenhang nur für Gruppengrößen von bis zu drei Kindern bestätigt werden. Die

Autoren nehmen an, dass bei dieser Gruppengröße noch eine ausreichende aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten sichergestellt werden kann (Cordes et al., 2020, S. 32).

Für die sprachliche und mathematische Bildung liegen weitere empirische Ergebnisse zur App-Nutzung vor (Egert et al., 2022). Diese zeigen, dass der Einsatz qualitativ hochwertiger Apps durchaus eine eigenständige Nutzung durch die Kinder ermöglicht, bei der die Fachkräfte passiv bleiben. Erfolgreich zum Erreichen von Lernzielen genutzt werden können auch curricular eingebettete Apps, bei denen eine aktivere Rolle der Fachkraft nötig ist. Wichtig ist dabei eine gezielte Qualifizierung der Fachkräfte für die Auswahl einer geeigneten App und die technische Begleitung (Egert et al., 2022) (vgl. Kapitel 1.1.4). Als eher ablenkende und nachteilige Elemente werden *Hotspots* (interaktive Elemente in Geschichten, die zum Drücken auffordern), Spiele sowie Wörterbücher identifiziert (Takacs et al., 2015).

In der ästhetischen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung gibt es bereits eine große Auswahl an digitalen Medien, beispielsweise zum Bestimmen von Tieren, Pflanzen oder Vogelstimmen. Ein digitales Mikroskop ermöglicht eine Vergrößerung von Blättern, Steinen, Kopfharen oder Knete und eröffnet somit eine neue Dimension der Betrachtung von alltäglichen Dingen für das Kind. Apps zum Erstellen von Bildern mit verschiedenen Symmetrieeigenschaften ermöglichen tiefgreifende mathematische und ästhetische Erfahrungen. In dieser Form der Mediennutzung liegt enormes Wahrnehmungspotenzial (Neuß, 2009). *Slow Motion*-Aufnahmen, z. B. eines platzenden Luftballons, des Anzündens eines Streichholzes oder von Kindern beim Rennen, ermöglichen Kindern eine detaillierte, wiederholbare Betrachtung, die mit bloßem Auge nicht möglich wäre. Digitale Medien können so Sinne und Wahrnehmung erweitern und neue Lerngelegenheiten schaffen.

Auch zur Förderung von Informatik-Grundkompetenzen gibt es bereits erprobte Materialien. Vergleichbar zur frühen Vermittlung mathematischer Konzepte können informatische Konzepte mit analogen Materialien veranschaulicht werden. Ein Beispiel stellt die von Schmid und Kolleg:innen entwickelte Experimentierkiste Elementarinformatik dar (Gärtig-Daug et al., 2019). Im Gegensatz zur frühen Mathematik ist es jedoch zusätzlich notwendig, Kindern die Beziehung der analog erworbenen Konzepte zu dem, was sie in der digitalen Welt erleben – vom digitalen Fotografieren bis zur Nutzung von Spiele-Apps – zu verdeutlichen.

Darüber hinaus gibt es einfache Programmiersprachen, mit denen Kinder im Kindergartenalter bereits sinnvoll programmieren können (z. B. *ScratchJ*⁵, Kafai & Burke, 2014).

1.1.3 Befunde zur technischen Ausstattung und Mediennutzung in Kindertageseinrichtungen

Unterschiedliche Befragungsstudien haben sich in den letzten Jahren mit der Ausstattung von Kitas mit digitalen Medien beschäftigt. Die Stiftung *Haus der kleinen Forscher* führte 2017 eine repräsentative Befragung von frühpädagogischen Fachkräften und Kitaleitungen durch (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2017). Danach sind digitale Medien in fast allen Einrichtungen vorhanden: In 92 Prozent der Einrichtungen stand den Fachkräften eine Digitalkamera und in 82 Prozent mindestens ein stationärer Computer zur Verfügung. *Tablets* waren allerdings nur in elf Prozent der befragten Einrichtungen vorhanden. Eine Studie des Instituts für Bildung, Erziehung und Betreuung in der Kindheit (IBEB) in Rheinland-Pfalz berichtet, dass annähernd 100 Prozent der Einrichtungen über Drucker, Zugang zum Internet, *Laptops* und einen oder mehrere *E-Mail-Accounts* verfügen, in durchschnittlich 75 Prozent der Einrichtungen Scanner, PCs, Beamer und Datenverarbeitungsprogramme vorhanden waren und *Tablets* in mehr als 30 Prozent der Einrichtungen (Melanie Schmid, 2019). In weiteren Studien wurde neben der digitalen Infrastruktur auch die Zufriedenheit von Leitungen und Fachkräften mit der digitalen Ausstattung erhoben. Zwischen 42 und 67 Prozent der Fachkräfte und Leitungen bezeichnen demnach die digitale, technische Ausstattung in ihren Einrichtungen als nicht zufriedenstellend (Cohen & Hemmerich, 2020; Knauf, 2019; Melanie Schmid, 2019; Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2017).

Die vorhandenen Geräte werden in den Kitas überwiegend nur für die Fachkräfte und deutlich seltener zur gemeinsamen Nutzung von Fachkräften und Kindern zur Verfügung gestellt. Die Studie der Stiftung *Haus der kleinen Forscher* berichtet z. B., dass Digitalkameras lediglich in 53 Prozent der Einrichtungen auch den Kindern zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung standen, bei stationären Computern traf dies in 24 Prozent und bei *Tablets* in sieben Prozent der Fälle zu. Die wenigen Studien zum Nutzungsverhalten (vor dem Ausbruch der Corona-Pandemie) zeigen entsprechend geringe Nutzungsquoten. Knauf (2019) befragte

⁵ *ScratchJ* ist eine visuelle Programmiersprache, die vom Media Lab des Massachusetts Institute of Technology (MIT) entwickelt wurde und über eine Webplattform kostenfrei zur Verfügung gestellt wird: <https://scratch.mit.edu/> (aufgerufen am 27.07.2022).

Fachkräfte zu möglichen sinnvollen Einsatzgebieten digitaler Medien. Hier wurden z. B. Internetrecherchen zu Sachthemen, Liedtexten und Bastelanleitungen genannt. 59 Prozent der Einrichtungen gaben an, dass Kinder gar nicht an den Computern arbeiten. Wenn Kinder Computer nutzen, so sind es in der Regel die älteren Kinder ab vier Jahren. Deren Aktivitäten am Computer umfassen Computerspiele, das Nutzen von Apps zum gezielten Üben von Kompetenzen, z. B. im Bereich Sprache oder Mengenverständnis.

Schubert et al. (2018) untersuchten die Haltungen von frühpädagogischen Fachkräften und Leitungen zum Einsatz digitaler Medien. Als Potenziale und Chancen wurden drei Aspekte benannt: (1.) Vorbildfunktion der Kita zur sinnvollen Nutzung digitaler Medien im Vergleich zu einseitiger und unbegrenzter Nutzung in Familien, (2.) Beitrag zu mehr Chancengerechtigkeit durch Ausgleichen fehlender technischer Ausstattung in Familien und (3.) Vorbereitung auf die Grundschule. Als Gründe für eine kritische Haltung wurde ein geringerer Stellenwert von Medienerziehung im Vergleich zu anderen Bildungsbereichen benannt bzw. die Verortung der Verantwortung für diesen Bildungsbereich in der Familie.

Cohen und Hemmerich (2020) fassen zusammen, dass die meisten Kitas in Deutschland digitale Geräte kaum zur pädagogischen Arbeit nutzen oder den Kindern zur Verfügung stellen. Den größten Stellenwert hatte zum Zeitpunkt der Auswertung die Digitalkamera. Die genannten Studien sprechen nicht dafür, dass digitale Medienbildung als eigenständiger Bildungsbereich in Kitas in Deutschland implementiert ist. Aktivitäten fanden oft auf Initiative einzelner Träger und Einrichtungen statt. Es wird deutlich, dass es sich in der Praxis um pädagogische Arbeit *mit* digitalen Medien handelt, nicht aber um die strukturierte Förderung von *Digital Literacy* oder frühen Informatikkompetenzen. Auch Friedrichs-Liesenkötter (2019) stellt fest, dass digitale Medienbildung in der frühen Bildung zu wenig Relevanz hat. In der Corona-Pandemie hat ein Großteil der Einrichtungen digitale Formate der Kommunikation und Zusammenarbeit mit Familien entwickelt und eingeführt (Cohen et al., 2020). In diesem Zusammenhang wurden auch vielfältige, digitale Angebote für Kinder entwickelt. Neben Ansätzen der digitalen, medienpädagogischen Arbeit mit Kindern und Eltern wurden auch diverse technologiebasierte Ansätze zur Weiterentwicklung der frühpädagogischen Qualität entwickelt (z. B. Dokumentationsapps).

1.1.4 Professionalisierung des pädagogischen Personals für eine lernwirksame Nutzung digitaler Technologien

Digitale Medienbildung in der fach- und hochschulischen Ausbildung von frühpädagogischen Fachkräften

Mit Blick auf die Erstqualifikation ist zu fragen, inwieweit Inhalte digitaler Medienbildung und Elementarinformatik in den Curricula fachschulischer Ausbildungen und elementarpädagogischer Studiengänge verankert sind. Die fachschulische Erzieher:innenausbildung ist nicht auf den frühpädagogischen Bereich fokussiert, sondern umfasst Bildungs-, Erziehungs- und Betreuungsaufgaben von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen bis zum Alter von 27 Jahren. Der Bereich der frühen Bildung kann als Schwerpunkt gewählt werden.

Der länderübergreifende Rahmenlehrplan der Kultusministerkonferenz (KMK, 2020b) sieht Medienkompetenz als eine von sechs Querschnittsaufgaben in der Ausbildung sozialpädagogischer Fachkräfte. Medienkompetenz wird hier als Fähigkeit gesehen, „Medien und ihre Inhalte den eigenen Zielen und Bedürfnissen entsprechend zu nutzen“ (KMK, 2020b, S. 5). Dabei sind Bilderbücher genauso angesprochen wie Internet und Mobiltelefon. Aufgabe sozialpädagogischer Fachkräfte sei es, Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene bei der Entwicklung ihrer Medienkompetenz in den vier Dimensionen der Medienkunde, Medienkritik, Mediennutzung und Mediengestaltung zu unterstützen (KMK 2020b, S. 5). Die Rahmenvorgaben der KMK werden auf der Ebene der einzelnen Länder weiter ausdifferenziert.

Die Studie von Friedrichs-Liesenkötter (2019, vgl. Kap. 1.1.1) umfasste ebenfalls eine qualitative Dokumentenanalyse der 16 landesspezifischen Lehrpläne der Ausbildung zur:zum staatlich anerkannten Erzieher:in an Fachschulen mit der Fachrichtung Sozialpädagogik/-wesen mit zwei zusätzlichen Handreichungen. Die Resultate zeigen, dass der Themenbereich Medienpädagogik in allen Ländern in der fachschulischen Ausbildung aufgegriffen wird. Allerdings werden – ähnlich wie in den Rahmen- und Orientierungsplänen – große Unterschiede in der Verankerung zwischen den Ländern deutlich. In sieben Ländern (Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg und Bremen) ist Medienerziehung und -bildung ein verpflichtender Bestandteil der Ausbildung. In den weiteren Ländern ist es entweder ein Wahlfach oder als Querschnittsthema nicht weiter expliziert. Mit Blick auf die weitere inhaltliche Ausgestaltung bleiben die Rahmenpläne häufig sehr unkonkret und greifen wortwörtlich die Anregungen der Kultusministerkonferenz auf. Fünf Rahmenpläne benennen auch allgemeine Risiken durch die Nutzung von Medien, ein Plan greift die offene Haltung von Erzieher:innen als Ausbildungsziel bzw. -gegenstand auf. Darüber

hinaus scheint keine direkte Koppelung zwischen den zuvor beschriebenen Anforderungen und Kompetenzen zu geben. Inhalte der Elementarinformatik, wie sie zum Aufbau eines technologiebezogenen pädagogischen bzw. fachdidaktischen Wissens (vgl. TPACK-Modell, s. Kap. 0.4) nötig wären, werden nicht beschrieben. Dementsprechend ist festzustellen, dass Fachschüler:innen in ihrer Ausbildung zur:zum Erzieher:in medienpädagogische Inhalte zwar lernen können, allerdings je nach Bundesland nicht müssen. Aufgrund der allgemeinen Ausrichtung der Ausbildung und der entsprechenden Rahmenvorgaben ist zu bezweifeln, dass frühpädagogische Fachkräfte die spezifischen Qualifikationen zur Nutzung digitaler Medien in der pädagogischen Arbeit mit Kindern und Familien erwerben. Spezifische Inhalte der Elementarinformatik werden nicht beschrieben und sind dementsprechend auch nicht in der Ausbildung verankert.

Zusätzlich muss hier berücksichtigt werden, dass es sich bei Medienpädagogik auch in den Lehrplänen, in denen es als verpflichtende Komponente beschrieben ist, um ein neueres Thema handelt, sodass davon auszugehen ist, dass Fachkräfte mit langer Berufserfahrung in ihrer Ausbildung noch nicht mit diesen Inhalten in Berührung gekommen sind.

Die Absolvent:innen früh- und kindheitspädagogischer Studiengänge machen zurzeit etwa fünf Prozent der frühpädagogischen Fachkräfte in den Kitas aus. Zu einem weit größeren Teil arbeiten die Absolvent:innen im System der Qualitätsentwicklung, Qualifizierung und Steuerung z. B. bei den Trägerverbänden, Kommunen, in der Verwaltung, bei Landes- und Bundesministerien oder Stiftungen. Dementsprechend kann über die Verankerung medienpädagogischer Inhalte in den spezifischen Studiengängen auch eine Aussage über die entsprechende Qualifikation von Fachkräften in diesem Stütz- und Steuerungssystem gemacht werden. Als weitere Datenquelle betrachtet Friedrichs-Liesenkötter (2019) daher die früh- und kindheitspädagogischen Studiengänge an Hochschulen und unterzieht 137 Modulhandbücher bzw. Studienführer einer qualitativen Inhaltsanalyse mit Blick auf die Verankerung medienpädagogischer Inhalte.

Die Dokumentenanalyse offenbart, dass in 60 Prozent der Studiengänge medienpädagogische Inhalte nicht oder lediglich als Querschnittsbereich enthalten sind. In 14 Prozent der Studiengänge sind in den Modulhandbüchern und Studienführern zwar medienpädagogische Inhalte beschrieben, diese sind jedoch keine obligatorischen Veranstaltungen. 21 Prozent der Studiengänge haben verpflichtende, separate medienpädagogische Module bzw. Module, die medienbezogene Inhalte mit anderen Inhaltsbereichen verknüpfen (z. B. Sprache). Die restlichen fünf Prozent der Studiengänge besitzen verpflichtende medienpädagogische In-

halte, die anderen Modulen zugeordnet sind. Das heißt auch, dass in 74 Prozent der Studiengänge keine verpflichtende Auseinandersetzung mit medienpädagogischen Inhalten gefordert wird. Der Anteil an Studiengängen, in denen Wissen im Sinne von Elementarinformatik gefördert wird, dürfte minimal sein.

Zusammenfassend ist hier festzustellen, dass frühpädagogische Fachkräfte auf allen Systemebenen in der Regel keine hinreichende medienpädagogische Qualifikation, unabhängig ob digital oder nicht, erhalten.

Das digitalisierungsbezogene Professionswissen frühpädagogischer Fachkräfte

Inwieweit frühpädagogische Fachkräfte über die technologiebezogenen Facetten professioneller Kompetenzen verfügen, ist bislang empirisch wenig untersucht. Hinweise bieten die Evaluationsergebnisse des seit 2016 vom Bundesministerium für Familien, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) geförderten Bundesprogramms *Sprach-Kitas*, an dem sich aktuell 13 Prozent aller Kindertageseinrichtungen in Deutschland beteiligen (Anders et al., 2022). In der aktuellen Förderphase seit Anfang 2021 liegt ein zusätzlicher Fokus des Programms auf digitalen Medien. Die Evaluation zeigt, dass die Fachkräfte in diesem Handlungsfeld oftmals auf deutlich weniger und zum Teil gar nicht ausgeprägte fachliche Voraussetzungen zurückgreifen (im Vergleich z. B. zur frühen sprachlichen Bildung).

Die wenigen Studien, die sich bislang mit den motivationalen Voraussetzungen und Überzeugungen frühpädagogischer Fachkräfte beschäftigt haben, zeigen einerseits diverse Einstellungen und Überzeugungen im frühpädagogischen Feld. Aus Angst vor möglichen Gefahren, aus Unsicherheit mit Blick auf Fragen wie Datenschutz und aufgrund der Priorisierung anderer Bildungsbereiche sind viele Fachkräfte und Leitungen wie auch andere relevante Gruppen (z. B. Eltern) digitaler Medienbildung in Kitas gegenüber verhalten eingestellt und verfolgen bewahrpädagogische Annahmen (für einen Überblick Cohen & Hemmerich, 2020). Andererseits gibt es auch Befunde dazu, dass frühpädagogische Fachkräfte digitaler Medienbildung in der frühen Bildung durchaus positiv gegenüberstehen und mögliche Potenziale betonen, insbesondere im Hinblick auf die sprachliche Bildung. Die Evaluation des Bundesprogramms *Sprach-Kitas* zeigt, dass digitale Medien als Schwerpunktthema von den Leitungen und frühpädagogischen Fachkräften in positiver Weise aufgenommen wurden und viele Fachkräfte motivationale Voraussetzungen mitbringen, um digitale Medienbildung sowohl in der Arbeit mit Kindern als auch mit Fachkräften in den Einrichtungen zu implementieren (An-

ders et al., 2022). Festzustellen ist, dass ohne Unterstützung von außen eine große Zurückhaltung vorliegt, die durch Unsicherheit aufgrund fehlender Kompetenzen gekennzeichnet ist, und sich in geringer Selbstwirksamkeit ausdrückt. Diese Einschätzung ist aber vor dem Hintergrund fehlender Qualifikationsgelegenheiten nachvollziehbar.

Fort- und Weiterbildungsinitiativen im Bereich der frühen digitalen Medienbildung

Vor dem Hintergrund fehlender Lerngelegenheiten in Erstausbildung und Studium haben Fort- und Weiterbildung für die digitale Medienbildung einen besonderen Stellenwert in der frühen Bildung. Der offensichtliche Bedarf wurde bereits von verschiedenen Stellen aufgegriffen: Sowohl Träger als auch Stiftungen und Ministerien haben Initiativen ins Leben gerufen, um für die frühe Bildung den Bereich der digitalen Medienbildung qualitativ weiterzuentwickeln. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Fort- und Weiterbildungsprogrammen sind rar. Eine Einführung in informatische Grundlagen für pädagogische Fachkräfte mit zahlreichen Anregungen für die Umsetzung in der Vor- und Grundschule bietet der frei verfügbare *Online-Kurs Elementarinformatik: eine Experimentierkiste für Vor- und Grundschule* der virtuellen Hochschule Bayern.⁶ Auch die komplexen Themenbereiche *Data Literacy* und *Künstliche Intelligenz* können sinnvoll bereits für die frühe Bildung geeignet aufbereitet werden (Ute Schmid, 2021; KI-Campus-Original⁷).

Als relevante, flächendeckende Initiative zur Weiterentwicklung digitaler Medienbildung kann das Bundesprogramm *Sprach-Kitas* genannt werden (s. oben). Im Rahmen der Förderung erhalten die teilnehmenden Kitas eine zusätzliche Personalstelle (50 Prozent), daneben umfasst das Programm auch die Förderung von Fachberatungsstellen, die die Verbände von *Sprach-Kitas* kontinuierlich in den Schwerpunktthemen – z. B. *Digitale Medien* – beraten, begleiten und qualifizieren. Dieser Multiplikatorenansatz hat sich für die Weiterentwicklung der sprachbezogenen Qualität bereits als wirksam erwiesen (Anders et al., 2020), ähnliches kann für das Schwerpunktthema *Digitale Medien* erwartet werden. Als Herausforderung ergibt sich, dass Fachberatungen selbst hier in Teilen Neuland betreten. Die Evaluation wird zeigen, wie digitale Medienbildung in den *Sprach-Kitas* umgesetzt wird bzw. wurde.

⁶ <https://open.vhb.org/blocks/ildmetaselect/detailpage.php?id=258> (aufgerufen am 27.07.2022)

⁷ *Data Literacy* für die Grundschule: <https://ki-campus.org/courses/dlgrundschule-ofub2021> (aufgerufen am 27.07.2022)

Aktivitäten zur frühen digitalen Medienbildung, die von Universitäten getragen werden, sind: *AlgoKids* an der TU München⁸ sowie *IT2School*, eine Kooperation der *Wissensfabrik* aus Ludwigshafen, der Universität Oldenburg und FELI (Forschungsgruppe Elementarinformatik) an der Universität Bamberg⁹. Die Stiftung *Haus der kleinen Forscher* hat seit einiger Zeit ihre inhaltliche Ausrichtung auf den Bereich der frühen Informatik ausgedehnt.¹⁰

Auf Seite der Träger kann exemplarisch Fröbel genannt werden, die mit den *Fröbel Labs* ein Programm aufgesetzt haben, in dem die Einrichtungen nicht nur mit digitalen Technologien ausgestattet werden, sondern außerdem Fort- und Weiterbildung sowie dauerhaften technologischen Support erhalten.

Grundsätzlich kann somit festgehalten werden, dass es bereits Ansätze zur Fort- und Weiterbildung des pädagogischen Personals gibt. Evaluationsergebnisse dazu, wie diese Initiativen auf die Ebene der konkreten Kitasituation wirken, liegen jedoch nicht vor.

1.2 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe

Frühe digitale Medienbildung ist in den Kitas als Bildungsbereich unterentwickelt und nur selten nachhaltig im pädagogischen Konzept der Einrichtungen verankert. Bei der Ausdifferenzierung auf Ebene der Rahmen- und Orientierungspläne der Länder zeigt sich, dass digitale Medienbildung nicht in allen Bildungsplänen als eigenständiger Bildungsbereich verankert ist. Digitale Medien werden überwiegend als *Tool* zur Bereicherung und Unterstützung der Bildungsarbeit in anderen Inhaltsbereichen begriffen. Die Förderung von elementarinformatischen Kompetenzen hingegen wird nur vereinzelt angerissen. Ein Großteil der Bildungspläne reflektiert sowohl mögliche Gefahren und Nachteile eines unkontrollierten und einseitigen Medienkonsums als auch mögliche Potenziale, z. B. für die sprachliche Bildung. Einige Bildungspläne vermitteln allerdings ausschließlich eine negative Sicht auf digitale Medien und definieren die Aufgabe früher Bildungseinrichtungen überwiegend in der Einflussnahme auf die Regulierung eines unkontrollierten Konsums. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass

⁸ <https://www.edu.sot.tum.de/ddi/forschung/laufende-projekte/algokids/> (aufgerufen am 27.07.2022)

⁹ <https://www.uni-bamberg.de/kogsys/feli/> (aufgerufen am 27.07.2022); Geldreich (2021).

¹⁰ https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere_Informatik_2017.pdf (aufgerufen am 27.07.2022)

Kinder heute in einer digitalisierten Welt aufwachsen, erscheint eine solche im Bildungsplan vermittelte Grundhaltung rückwärtsgerichtet.

Frühpädagogische Fachkräfte benötigen umfangreiches professionelles Wissen, um frühe digitale Medienbildung in der Praxis zu implementieren. Allerdings sind medienpädagogische Inhalte weder in den Ausbildungslehrplänen der Länder noch in der Mehrzahl der kindheitspädagogischen Studiengänge als verpflichtende Bestandteile enthalten. Elementarinformatik ist als Inhalt nicht verankert.

Mit Blick auf Digitalisierung sind im frühpädagogischen Feld sehr diverse Auffassungen anzutreffen. Frühpädagogische Fachkräfte können zwar nicht als grundsätzlich technologiefeindlich beschrieben werden, allerdings stehen bewahrpädagogische und angstgetriebene Auffassungen positiven Auffassungen gegenüber. Die Debatte über mögliche Potenziale und Risiken erfolgt dabei überwiegend evidenzfrei.

Fort- und Weiterbildung zu digitalen Themen ist daher dringend nötig. Bislang gibt es keine flächendeckende Etablierung solcher Angebote und es existieren überwiegend privatwirtschaftliche Initiativen. Evidenzbasierte Erkenntnisse zur Nutzung digitaler Medien in der frühen Bildung fehlen, ebenso wie zur Wirksamkeit diesbezüglicher Fortbildungen. Ergebnisse aus dem Programm *Sprach-Kitas* deuten darauf hin, dass personelle Unterstützung auf inhaltlicher und struktureller Ebene bei der Implementation dieses Themas in die Kitas hilfreich sein könnte.

Die technologische Ausstattung in Kitas ist häufig unzureichend, um frühe digitale Medienbildung in den Einrichtungen zu implementieren. In den meisten Einrichtungen existieren wenige digitale Geräte zur Nutzung durch die Fachkräfte und keine zur gemeinsamen Nutzung von Fachkräften und Kindern. Kontinuierlicher technologischer Support wird ebenfalls für viele Einrichtungen nicht angeboten.

1.3 Empfehlungen für den Bereich der frühen Bildung

Empfehlung 1) *Digitale Medienbildung als Bildungsziel in die Rahmen- und Orientierungspläne aufnehmen*

- *Digitale Medienbildung und elementarinformatische Bildung als Bildungsziele:* In einem ersten Schritt sollte der Stellenwert digitaler Medienbildung und elementarinformatischer Bildung sichtbar erhöht werden, indem sie als Bildungsziele explizit adres-

siert werden. Elementare Informatikkompetenzen sollten integraler Bestandteil der digitalen Medienbildung werden. Solche frühe, digitale Medienbildung ist in allen Bildungs- und Orientierungsplänen der Bundesländer als Aufgabe von Kitas zu verankern und sollte als verpflichtender originärer Bestandteil oder in Kopplung mit anderen Bildungsbereichen implementiert und expliziert werden. Die reflektierte, evidenzbasierte Wertung digitaler Medien sollte auch in den *Rahmen- und Orientierungsplänen* für die frühe Bildung vermittelt werden.

- *Digitalisierungsbezogene Elternarbeit:* Kinder und Eltern müssen bei der Gestaltung der Arbeit in der Kita als Adressaten digitaler Medienbildung betrachtet werden, um die Medien für sprachliche, mathematische, sachkundliche und ästhetische Bildung nutzen zu können.

Empfehlung 2) *Infrastruktur schaffen und Lehr-Lernmaterialien zur Verfügung stellen*

- *Technische Infrastruktur schaffen:* Die Ausstattung aller frühpädagogischen Einrichtungen mit digitalen Technologien (Digitalkamera, PC/Laptops, Tablets etc.) zur Nutzung durch Fachkräfte und durch Kinder (ab drei Jahren) gemeinsam mit den Fachkräften sollte forciert werden. Kontinuierliche technologische Unterstützungssysteme sichern die Nachhaltigkeit der Ausstattung.
- *Entwicklung medienpädagogischer Konzepte:* Frühpädagogische Einrichtungen sollten ein medienpädagogisches Konzept entwickeln, das digitale Technologien einschließt. Hierbei sind die Kitas durch den Aufbau von Beratungsmöglichkeiten zu unterstützen. Zudem bedeutet eine Implementation digitaler Inhalte zumindest in der Anfangsphase einen erhöhten Zeitaufwand in der Vor- und Nachbereitung. Diesem Aufwand ist in der personellen Planung Rechnung zu tragen.
- *Digitale Plattform für digitale Lehr-Lernmaterialien:* Eine Plattform mit evidenzbasierter digitaler Anwendung für alle Inhaltsbereiche der sprachlichen, mathematischen, sachkundlichen und ästhetischen frühen Bildung sowie Elementarinformatik und *Computational Thinking* sollte aufgebaut werden. Erfahrungen aus bereits bestehenden Strukturen sollten dabei berücksichtigt werden, ebenso wie die Anschlussfähigkeit der vermittelten Inhalte an den schulischen Bereich. Diese Plattform sollte auch in die Aus- und Weiterbildung des frühpädagogischen Personals integriert werden.

Empfehlung 3) Aus- und Weiterbildung des frühpädagogischen Bildungspersonals

- *Verankerung digitaler Medienbildung und elementarinformatischer Bildung in den Lehrplänen in allen Ländern:* Digitale Medienbildung sollte als verpflichtender originärer Bestandteil oder in Kopplung mit anderen Bildungsbereichen in allen Ländern in den Lehrplänen der fachschulischen Erzieher:innenausbildung und kindheitspädagogischen Studiengängen explizit verortet werden. Elementarinformatik sollte außerdem als integraler Bestandteil betrachtet werden. Die reflektierte, evidenzbasierte Einordnung und Bewertung digitaler Medien sollte in den Rahmen- und Orientierungsplänen vermittelt und entsprechende Haltungen in der Ausbildung gestärkt werden.
- *Weiterbildung zu digitalen Medien und informatischer Bildung:* Für das bereits beschäftigte Personal sollte die reflektierte, evidenzbasierte Wertung digitaler Medien *in Fortbildungen* vermittelt bzw. entsprechende Haltungen gestärkt werden. Bestehende Fort- und Weiterbildungsinitiativen zur frühen digitalen Medienbildung sollten weiterentwickelt werden, z. B. über die Fortführung und Verstetigung bereits bewährter, positiv evaluierter Programme.
- *Informationskampagnen* für eine evidenzbasierte Reflexion von Potenzialen und Risiken früher, digitaler Medienbildung sollten auf unterschiedlichen Steuerungsebenen (Bund, Länder, Kommunen, Träger) initiiert werden.

2. Digitale Medien und informatische Bildung in allgemeinbildenden Schulen

Die SWK-Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie *Bildung in einer digitalen Welt* vom Oktober 2021 (SWK, 2021) bezieht sich in weiten Teilen bereits auf das allgemeinbildende Schulsystem. Es wurden drei große Bereiche zukünftigen Lehrens und Lernens identifiziert, die in unterrichtlichen Angeboten unter Nutzung digitaler Medien adressiert werden müssen:

- Fachspezifische Kompetenzen, zu denen traditionelle Zielsetzungen der jeweiligen Fächer zählen, und neue (digitale) Kompetenzen, die sich direkt auf den kompetenten fachbezogenen Einsatz digitaler Werkzeuge beziehen;
- informations- und computerbezogene Kompetenzen (*ICT-Literacy*), deren Aufbau Aufgabe aller Fächer ist und
- informatische Kompetenzen, die am ehesten in einem verpflichtenden Fach Informatik aufgebaut werden können.

In jener Stellungnahme wurden viele Empfehlungen abgegeben, die in Zukunft einer Konkretisierung bedürfen. Dort wurden auch bereits Empfehlungen zur nachhaltigen Sicherstellung der IT-Infrastruktur gegeben und von der KMK (2021b) aufgegriffen, sodass hier nicht erneut darauf eingegangen werden soll. Dessen ungeachtet muss festgehalten werden, dass der schnelle und konsequente Ausbau der IT-Infrastruktur die unverzichtbare Basis ist, auf der sich alle hier entwickelten Vorschläge erst entfalten können.

Im Gegensatz zur SWK-Stellungnahme wird sich im Folgenden auf wenige Empfehlungen konzentriert:

- 1) Einrichtung von länderübergreifenden Forschungs- und Entwicklungszentren, in denen digitale Lernumwelten und digitale *Tools* einschließlich adäquater Prüfungsformate entwickelt und hinsichtlich ihrer lernförderlichen Wirkung erforscht werden.
- 2) In diesen Zentren sollten auch Konzepte zur großflächigen Professionalisierung von Lehrkräften entwickelt und erprobt werden.
- 3) Ausbau des Informatikunterrichts und damit verbundenen Maßnahmen der Lehrkräfteaus- und -fortbildung.

Die Priorisierungen 1) und 2) werden in Kap. 2.1 abgehandelt, Priorisierung 3) in Kap. 2.2. Obwohl dieses Kapitel das allgemeinbildende Schulsystem adressiert und dem berufsbildenden System ein eigenes Kapitel gewidmet ist, sei an dieser Stelle erwähnt, dass aus Sicht der SWK die für die Sekundarstufe II erarbeiteten Empfehlungen auch auf die allgemeinbildenden Programme an berufsbildenden Schulen, die zur (Fach-)Hochschulreife führen, bezogen werden können. Dementsprechend berücksichtigt das Kapitel zur beruflichen Bildung diese Bildungsgänge nicht.

2.1 Lehren und Lernen mit digitalen Medien

2.1.1 Potenziale, Designprinzipien und Gelingensbedingungen

Potenziale digitaler Medien zur Gestaltung von Lehr-Lernprozessen

Lernen mit digitalen Medien umfasst sowohl die Nutzung digitaler Lehr-Lernmaterialien, in denen fachliche Inhalte aufbereitet werden und durch Schüler:innen rezipiert, exploriert und bearbeitet werden können, als auch die Verwendung generischer digitaler Werkzeuge (z. B. Suchmaschinen für die Informationssuche im Internet, Office-Anwendungen für die Aufbereitung von Informationen) im Unterrichtskontext sowie Organisationsmittel wie Lernmanagementsystemen (LMS) zur asynchronen Kommunikation mit Schüler:innen. Insbesondere digitale Lehr-Lernmaterialien variieren in ihren fachdidaktischen Funktionen und im Ausmaß, in dem sie von Schüler:innen für eigenständige Lernphasen genutzt (selbstreguliertes Lernen mit digitalen Lernumgebungen) bzw. für einen eng umschriebenen Zweck und nur kurzfristig im Unterricht eingesetzt werden (z. B. Verwendung einer Simulation im naturwissenschaftlichen Unterricht).

Erstens bieten einige digitale Medien ein *reichhaltiges Informationsangebot*, welches durch unterschiedliche Darstellungsformate (Multimedia) und multiple Perspektiven auf den gleichen Lerngegenstand gekennzeichnet ist. Sie bieten neben klassischen Medienformaten wie (geschriebenem) Text und Bild die Möglichkeit der Einbindung von gesprochenen Texten, dynamisch-interaktiven Visualisierungen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen (z. B. Videos, Animationen und Simulationen, die Lerninhalte abstrahierend, realistisch oder hyperrealistisch illustrieren) oder auch von spielerischen Elementen. Dies ermöglicht Lernenden auf unterschiedlichen Entwicklungsniveaus, auch bei Beeinträchtigungen im Lernen, in der Sprache oder den Sinneswahrnehmungen, variable Zugänge zu den Lerngegenständen.

Darüber hinaus erlaubt vor allem das Internet den Zugriff auf diverse, möglicherweise konträre Informationen, die eine Auseinandersetzung mit unterschiedlichen (z. B. politischen oder kulturellen) Perspektiven auf Inhalte, deren kritische Reflexion, Validierung sowie Integration ermöglichen. Um diese Potenziale unterrichtlich treffsicher für das fachliche Lernen nutzen zu können, müssen die Informationsdarstellung bzw. die Reflexion und Integration authentischer Quellen jeweils fachdidaktisch aufbereitet werden.

Zweitens, und mit dem ersten Punkt einhergehend, erlauben einige digitale Medien gegenüber klassischen Lernmaterialien eine *stärkere Kontextualisierung schulischer Lerngegenstände* bzw. eine Erweiterung des für den Unterricht normalerweise zur Verfügung stehenden Erfahrungsbereiches. Dreidimensionale Rekonstruktionen historischer Orte können z. B. im Geschichtsunterricht eingesetzt werden, um das historische Geschehen auch visuell zu verorten. *Extended Reality (XR)*-Technologien wie z. B. *Virtual Reality (VR)* erlauben eine Kontextualisierung insbesondere solcher Inhalte, die einer direkten Erfahrung in der Regel nicht zugänglich sind (z. B. *VR*-Anwendungen zur zeitabhängigen Darstellung der Folgen des Klimawandels in der Arktis). Schließlich können digitale Medien helfen, Lernprozesse sozial und räumlich anders zu verorten, indem z. B. im Sprachunterricht der Diskurs und die Kooperation mit Schüler:innen anderer Länder ermöglicht wird, schulische und außerschulische Lernorte wie Museen, Science Center oder Forschungseinrichtungen (z. B. Teilchenbeschleuniger am CERN) miteinander verknüpft oder *Remote Labs* für die ferngesteuerte Durchführung naturwissenschaftlicher Experimente genutzt werden.

Drittens erlauben einige digitale Medien eine (kontinuierliche) *Diagnostik von Lernprozessen*, kognitiven, motivationalen sowie affektiven Zuständen der Lernenden und Lernergebnissen. Damit entsteht die Gelegenheit für ein formatives Assessment. Die Daten werden dabei nicht nur computerbasiert erfasst, sondern können auch automatisiert bzw. maschinell ausgewertet und bewertet werden z. B. durch eine semantische Analyse natürlichsprachlicher Antworten in offenen Testaufgaben (Meyer et al., 2020). Dieses formative Assessment kann in unterschiedlicher Weise für eine Differenzierung des Lernangebots und damit für *adaptives Lernen* genutzt werden: Lernende selbst können Informationen zu ihrem Lernverhalten und Lernergebnissen zurückgemeldet bekommen. Diese Unterstützung der Überwachung des eigenen Lernprozesses liefert die Basis für eine Optimierung der Selbstregulation des eigenen Verhaltens, indem Schüler:innen z. B. Lerninhalte, für die Lücken festgestellt wurden, für eine erneute Bearbeitung auswählen können (Adaptierbarkeit von Lernpfaden). Im Kontext inklusiver Lernsettings ist dies insbesondere für Schüler:innen mit sonderpädagogischen Un-

terstützungsbedarfen hoch bedeutsam. Ebenso können Ergebnisse des formativen Assessments an Lehrkräfte gespiegelt werden (z. B. in Form so genannter *Teacher Dashboards*), die diese Informationen dann für eine Anpassung ihres Unterrichts – für alle, für Teilgruppen oder einzelne Schüler:innen – nutzen können (adaptiver Unterricht). Schließlich kann das computerbasierte System selbst (elaboriertes) Feedback, Lernempfehlungen sowie eine Adaptation der Lernmaterialien anbieten und damit Lernende und/oder Lehrende bei der Anpassung des Lernangebots unterstützen (adaptive Systeme, Alevan et al., 2017). Adaptive Systeme bieten den Vorteil, dass ein solches Feedback unmittelbar auf festgestellte Schwierigkeiten erfolgt und idealerweise eine hohe Passgenauigkeit zwischen Diagnose und Reaktion beinhaltet.

Schließlich unterstützen digitale Medien die *Konstruktion eigener Lernartefakte* allein oder im Rahmen der (zeitlich und örtlich) verteilten *Kollaboration mehrerer Schüler:innen*. Beim gemeinsamen Schreiben von Wiki-Einträgen, dem Anfertigen von Erklärvideos oder von digitalen Collagen handelt es sich um generative Lernaktivitäten, die eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand anregen können (Fiorella & Mayer, 2016). LMS können die Unterrichtsorganisation und asynchrone Kommunikation unterstützen, wenn Fragen des Datenschutzes entsprechend geklärt sind.

Designprinzipien und Gelingensbedingungen

Die hier nur ausschnitthaft und stark kondensiert beschriebenen Potenziale digitaler Medien sind sowohl grundsätzlich als auch für einzelne Designelemente und ausgewählte Kompetenzaspekte hinsichtlich ihrer Lernwirksamkeit gut dokumentiert. Eine Zusammenfassung von 25 Meta-Analysen ergibt einen kleinen bis mittleren Effekt zugunsten computerbasierter Lernmedien (Tamim et al., 2011). Chauhan (2017) weist in einer Meta-Analyse für den Elementarbereich basierend auf 122 Studien einen mittleren Effekt zu Gunsten des Lernens mit digitalen Medien nach. Ebenfalls mittlere Effekte zeigen Metaanalysen zu den Auswirkungen spezifischer technologischer Anwendungen auf den Lernerfolg, z. B. für dynamische Visualisierungen (Ploetzner et al., 2020), Simulationen (D'Angelo et al., 2014), spielerische Aufbereitungen (Bai et al., 2020), VR (Merchant et al., 2014) oder adaptive Systeme (Ma et al., 2014). Schließlich erweist sich auch der Einsatz von kollaborativen computerbasierten Lernszenarien (J. Chen et al., 2018) sowie von computerbasiertem formativem Assessment (Shute & Rahimi, 2017) als lernwirksam. Adaptive digitale Systeme adressieren zwei zentrale Probleme der schulischen Bildung: Einerseits machen die substanziellen individuellen

Unterschiede zwischen Schüler:innen in fachlicher, kognitiver und motivationaler Hinsicht prinzipiell unterschiedliche Materialien, Lernunterstützung und verschiedene Lernpfade wünschenswert oder notwendig. Das gilt insbesondere auch unter der Zielperspektive einer inklusiven Bildung für alle Schüler:innen. Die aufgrund der Heterogenität gebotene systematische Binnendifferenzierung ist von den Lehrkräften in der Schulrealität derzeit jedoch kaum zu leisten, da hier u. a. die Zeit für Diagnostik, Fördermöglichkeiten und differenzierte Materialien mit Bezug auf die Lernziele fehlen. Andererseits ist es geboten, die Abhängigkeit des Bildungserfolgs eines Kindes von der Unterstützung des Elternhauses im Hinblick auf die Bildungsgerechtigkeit zu reduzieren.

Damit adaptive digitale Ansätze wie *Intelligente Tutorielle Systeme (ITS)* die Lehrkräfte mit Blick auf diese zwei gewichtigen Desiderate unterstützen können, ist es essenziell, dass digitale Adaptivität hier als hinreichend vielschichtig verstanden und operationalisiert wird. Adaptivität bedarf einer feingranularen, fachdidaktisch fundierten Modellierung der Lerndomäne und der komplexitätsgenerierenden Parameter von Lernmaterialien. Die können dann adaptiv auf die Voraussetzungen der Schüler:innen ausgerichtet werden. Auf dieser Basis können ITS einerseits Schüler:innen individuell beim Lernen *mikroadaptiv* mit spezifischen Rückmeldungen unterstützen (sogenanntes *Scaffolding*); andererseits können so auch *makroadaptiv* Lernmaterialien und individuelle Lernpfade angeboten werden, welche entwicklungsangemessen das Kind fordern und den Lernprozess fördern. Die individuelle digitale Förderung ist hierbei als Unterstützung der Lehrkraft zu sehen. So wie die Mitglieder eines Orchesters zu Hause üben, um besser gemeinsam musizieren zu können, soll das digitale, adaptive Lernen eine aktivere Teilhabe jedes Kindes am gemeinsamen Unterricht ermöglichen. Für eine erfolgreiche Verzahnung von individualisiertem und lehrkraftorchestriertem Unterricht ist es dabei wichtig, dass die Entwicklung von ITS sowohl technische als auch konzeptuelle Schnittstellen für Lehrkräfte vorsieht. So sind einerseits durch *Dashboards* die relevanten Informationen zur Klasse für die Lehrkraft leicht nutzbar zur Verfügung zu stellen, andererseits muss durch Fortbildungen ermöglicht werden, die zugrundeliegenden Forschungserkenntnisse zu effektiven Lehr-Lernprozessen aktiv umzusetzen.

Zusammenfassend kann die Frage nach dem Mehrwert digitaler Medien auf der Basis des aktuellen Forschungsstand positiv beantwortet werden. Allerdings zeigt die Forschung auch, dass positive Lernwirkungen digitaler Medien kein Automatismus sind. Digitale Medien ermöglichen unzählige technologische Aufbereitungs- und Interaktionsmöglichkeiten für Inhalte. Diese Möglichkeiten dürfen bei der Entwicklung digitaler Medien nicht beliebig ausge-

schöpft werden, sondern müssen in ihrer fachdidaktischen Funktion auf den jeweiligen fachlichen Kompetenzaspekt abgestimmt sein. Beispielsweise sind dynamische Visualisierungen nur dann lernförderlich, wenn das Nachvollziehen visuell-räumlicher Veränderungen über die Zeit für den Lerngegenstand wesentlich ist (z. B. beim Nachvollziehen der Zellteilung in der Biologie), nicht aber beim Erwerb von Wissen über einfache Fakten zum visuellen Erscheinungsbild von Objekten (z. B. zum Aufbau der Zelle; Ploetzner et al., 2020). Diese Passung zwischen der Funktion einer bestimmten Medieneigenschaft und dem anvisierten Kompetenzaspekt ist wichtig, da viele technologische Möglichkeiten mit einem erhöhten kognitiven Verarbeitungsaufwand einhergehen, der durch das Lernziel gerechtfertigt sein muss. Außerdem sind viele technologische Möglichkeiten durch ein hohes Ausmaß an verhaltensbezogener Aktivität gekennzeichnet, wenn Lernende z. B. Inhalte in hypermedialen Umgebungen auswählen, Animationen, Simulationen, dreidimensionale Darstellungen oder VR-Umgebungen steuern und uneingeschränkt explorieren oder Darstellungsoptionen vielfältig manipulieren können. Diese vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten ziehen nicht notwendigerweise eine hohe kognitive Aktivität nach sich (Mayer, 2004). Vielmehr zeigt sich, dass Lernende sinnvolle Lernangebote wie z. B. optionale Hilfestellungen nicht hinreichend nutzen (Aleven et al., 2003), Interaktionsangebote nicht zielführend austesten (Baker et al., 2008), lernhinderliche Entscheidungen fällen und durch die vielen Handlungsoptionen oftmals kognitiv überfordert, abgelenkt und desorientiert sind (Scheiter & Gerjets, 2007). Insbesondere für Schüler:innen mit sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfen ist davon auszugehen, dass sie direkte Unterstützung benötigen, um die Potenziale digitaler Angebote nutzen zu können.

Eine fachdidaktisch begründete Fokussierung der Aktivitäten ist daher für die Treffsicherheit des Angebots entscheidend (Renkl, 2015). Hieraus ergeben sich unmittelbare Implikationen sowohl für die mediendidaktische und fachdidaktische Gestaltung digitaler Lernmaterialien als auch für deren Einbettung in den Unterricht und damit für die Gestaltung von fachlichen, digital gestützten Unterrichtsprozessen. Erstens sollen Lernprozesse (mit digitalen Medien bzw. im digital gestützten Unterricht) so durch das digitale Medium bzw. die Lehrperson angeleitet werden, dass die Zeit der aktiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand maximiert und Reibungsverluste durch lernhinderliche Aktivitäten vermieden werden. Für digitales Lernmaterial bedeutet dies, dass lernhinderliche Prozesse seitens der Schüler:innen und damit einhergehende unnötige kognitive Belastung durch ein entsprechendes Instruktionsdesign minimiert werden sollten. Navigation in einer digitalen Lernumgebung sollte z. B. intuitiv verständlich sein, keine aufwändige Suche nach Bedienelementen erforderlich machen und auf für das Lernen wesentliche Funktionen beschränkt sein. Zudem müssen in der

fachdidaktischen Spezifikation die inhaltlich relevanten Kompetenzaspekte fokussiert werden. Multimediale Lerninhalte sollten so aufbereitet sein, dass die mentale Integration der Inhalte aus den unterschiedlichen Darstellungsformaten zu einem mentalen Modell erleichtert wird (z. B. durch Hervorhebung von Korrespondenzen zwischen Inhalten aus Text und Bild und deren räumlich integrierte Präsentation; für eine aktuelle Übersicht siehe Noetel et al., 2021). Zu den Designprinzipien gehört dementsprechend die weitestmögliche Barrierefreiheit im Sinne eines *Universal Design for Learning*, um ein breites Spektrum von Adressat:innen zu erreichen und potenzielle Exklusionsrisiken, die mit dem Einsatz digitaler Technologien einhergehen können, zu verringern (Fisseler, 2015; Kamin, 2021; Schlüter et al., 2016). In kollaborativen computergestützten Lernumgebungen wird durch *Scripting* die Rollenverteilung der Lernenden und die Fokussierung auf die Aufgabenbearbeitung sichergestellt (Vogel et al., 2017). Hierzu und zu weiteren Fragen eines lernwirksamen Instruktionsdesigns liegt umfassende Evidenz vor allem aus der Lehr-Lernforschung und den Fachdidaktiken vor, die bei einer forschungsbasierten Entwicklung digitalen Lernmaterials berücksichtigt werden sollte. Für die Gestaltung digital gestützten Unterrichts bedeutet dies die Notwendigkeit einer effektiven Klassenführung, in der Zeitpunkt und Art der Verwendung digitaler Medien klar durch die Lehrperson instruiert werden, sowie der emotional-sozialen Lernendenunterstützung, die ein gutes soziales Klima herstellt.

Zweitens sollten Lernprozesse (mit digitalen Medien bzw. im digital gestützten Unterricht) so durch das digitale Medium bzw. die Lehrperson angeleitet werden, dass Schüler:innen zu einer vertieften und fachlich fokussierten kognitiven Auseinandersetzung mit den wichtigsten Aspekten des Lerngegenstands angeregt werden. Für die Gestaltung digitalen Lernmaterials bedeutet dies, dass eine rein passive Rezeption von Lerninhalten (z. B. Betrachten von Videos) vermieden werden sollte. Stattdessen sollten Lernende durch die mediale Aufbereitung angeregt werden, sich kognitiv aktiv und konstruktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen, indem sie z. B. Inhalte explorieren oder eigenständig generieren. Dies entspricht den Annahmen des *ICAP*-Modells (Chi & Wylie, 2014), wonach eine passive (*P*) Auseinandersetzung zu keinen oder nur geringen Lernerfolgen führt, aktive (*A*) und darüber hinaus konstruktive (*C*) Lernaktivitäten verstärkt Lernen begünstigen und interaktive (*I*; damit gemeint sind sozial-interaktive, also kollaborative Lernaktivitäten) Lernaktivitäten den höchsten Lernerfolg erzielen. Stegmann (2020) zeigt in einer Reanalyse diverser Meta-Analysen zum Lernen mit digitalen Medien, dass sich die Annahmen des *ICAP*-Modells bestätigen lassen, indem sich unterschiedlich große Effekte digitaler Lernformen auf den unterschiedlichen Aktivitätssebenen nachweisen lassen. Fütterer et al. (2022) zeigen, dass der Einsatz von *Tablets* im Ma-

thematikunterricht mit einer Aufrechterhaltung der Anstrengungsbereitschaft über anderthalb Jahre nur dann assoziiert war, wenn Schüler:innen den auf *Tablets* basierenden Unterricht als kognitiv aktivierend wahrgenommen hatten. Die reine Häufigkeit des *Tablet*-Einsatzes im Unterricht hatte dagegen keinen Einfluss auf die Entwicklung der Anstrengungsbereitschaft. Für die Gestaltung digital gestützten Unterrichts bedeutet dies, dass – auch wenn prozedurale Fertigkeiten leichter digital unterstützbar sind – eine auf die fachlichen Kerne fokussierte *kognitive Aktivierung*, *Verstehensorientierung* (Hiebert & Grouws, 2007) und *fachbezogene Lernendenunterstützung* essenziell sind.

Drittens sollten fachliche Lernprozesse so durch das digitale Medium bzw. die Lehrperson angeleitet werden, dass Schüler:innen das richtige Ausmaß an individueller Unterstützung erhalten. Für die Gestaltung digitalen Lernmaterials bedeutet das, dass Möglichkeiten des formativen Assessments und darauf aufbauend der Unterstützung adaptiven Lernens genutzt werden sollten. Unter anderem, um den oben beschriebenen Herausforderungen beim Lernen mit digitalen Medien zu begegnen, sollten auf die jeweiligen Lernprozesse abgestimmte Hilfestellungen (*scaffolds*) bereitgestellt werden (Belland et al., 2017). Für das forschende Lernen mit virtuellen Experimenten in den Naturwissenschaften ist z. B. bekannt, dass nicht angeleitetes Experimentieren lernhinderlich ist; instruktionale Unterstützungsmaßnahmen wie beispielsweise computerbasierte Konstruktionshilfen beim Aufstellen von Experimenten oder bei der Modellierung von Daten führen zu einer deutlichen Verbesserung des Lernerfolgs (Lazonder & Harmsen, 2016). Formen direkter Instruktion sind insbesondere für Lernende mit Lernbeeinträchtigungen erforderlich, damit sie in ihrer Aufmerksamkeitssteuerung erfolgreich sein und Lernstrategien entwickeln können, wie u. a. für die Leseförderung vielfach nachgewiesen ist (Wember, 2020). Für die Gestaltung digital gestützten Unterrichts bedeutet dies, dass Lehrkräfte den Lernprozess mit digitalen Medien anleiten, individuelle Hilfestellungen geben und digitale Medien für die fachdidaktisch fundierte Umsetzung adaptiven Unterrichts einsetzen sollten. Dass dies gelingen kann, zeigen Daten von Hammer et al. (2021). Hier berichteten vor allem Schüler:innen mit schwächeren Eingangsvoraussetzungen (d. h. mit geringerer Motivation sowie schwächerer fachlicher oder allgemeiner kognitiver Leistungsfähigkeit) eine bessere konstruktive Unterstützung, wenn der Unterricht mit *Tablets* realisiert wurde. Obwohl die Technik und die mediendidaktischen Prinzipien für diese Nutzungsoption bereits sehr gut ausgearbeitet sind, sind die aktuell zur Verfügung stehenden adaptiven Diagnose- und Fördersysteme auf wenige Wissensarten beschränkt und nicht in der curricularen Breite realisiert. In Mathematik z. B. wurden sie prioritär für Rechenfertigkeiten entwickelt, während konzeptuelles Verständnis bislang wenig erfasst wird (Thurm, 2020).

Um die Lehrpläne und Bildungsstandards in angemessener Breite zu berücksichtigen und auch für bislang noch weniger erforschte Kompetenzaspekte tatsächlich Adaptivität zu erreichen, sind weitere fachdidaktisch untermauerte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig, um die zu den jeweiligen fachlichen Kompetenzaspekten relevanten Präkonzepte empirisch zu identifizieren und passgenaue Lehr-Lernkonzepte auszuarbeiten.

Zusammenfassend ist für die Gestaltung lernwirksamen Unterrichts mit digitalen Medien die Betrachtung der Potenziale bzw. Funktionen in zweierlei Hinsicht wichtig. Zum einen ist ein Mehrwert des Einsatzes digitaler Medien nur dann zu erwarten, wenn digitale Medien zu einer tatsächlichen Veränderung von Unterrichtsprozessen beitragen und nicht lediglich analoge Herangehensweisen ohne zusätzlichen Funktionsgewinn ersetzen (transformative Nutzung, Puentedura, 2006). Zum anderen sind fachdidaktische Potenziale digitaler Medien immer im Gesamtkontext des Unterrichts, der auch nicht-digital gestützte Herangehensweisen beinhaltet, zu sehen. Nur die Verfügbarkeit fachdidaktisch fundierter digitaler Lernmedien über das gesamte Curriculum hinweg und die Qualifikation der Lehrkräfte für ihren adäquaten Einsatz wird eine hinsichtlich der Potenziale komplementären Orchestrierung digitaler und analoger Lehr-Lernaktivitäten ermöglichen, in der das Beste aus beiden Welten kombiniert wird. Beispielsweise zeigt Forschung zum forschenden Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht, dass die stärksten Lerneffekte aus der Kombination virtueller und realer Experimente resultiert (Wörner et al., 2022).

2.1.2 Schlussfolgerungen zum Lernen mit digitalen Medien

Es existiert mittlerweile sehr viel empirisch gestütztes Wissen über Designprinzipien von lernwirksamen digitalen *Tools* im Fachunterricht. In der mediendidaktischen und fachdidaktischen Literatur werden auch die Bedingungen herausgearbeitet, unter denen digitale *Tools* besonders wirksam bzw. in welchen Fächern ihre Effekte auf Wissens- und Kompetenzerwerb größer bzw. kleiner sind. Seit einigen Jahren existieren in der Forschung zu professionellen Kompetenzen Modelle, die uns aufzeigen, welche zusätzlichen Facetten auf Seiten der Lehrkräfte aufgebaut werden müssen (vgl. Kap. 4).

Trotz dieses Wissens verfügen wir in Deutschland bislang nur über wenige digitale Anwendungen, die den Designprinzipien gerecht werden und medien- und fachdidaktisch treffsicher in den fachlichen Unterricht integriert werden. Auch fehlt es an systematischen Vorschlägen, wie fachspezifische Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften zu geschehen hat.

Insofern ist es dringend erforderlich, Arbeiten auf den Weg zu bringen, um digitale *Tools* für den Fachunterricht theoretisch und empirisch fundiert zu entwickeln, denn die gebotene mediendidaktische und fachdidaktische Qualitätssicherung kann nicht Lehrkräften oder dem freien Markt allein überlassen werden, sondern erfordert systematische, fundierte Entwicklungsforschung. Damit verbunden müssen Konzeptionen entwickelt werden, wie in der Kooperation mit den Akteuren der Fortbildung Lehrkräfte befähigt werden können, diese digitalen *Tools* auch in ihrem Unterricht gewinnbringend zu nutzen. Die SWK sieht in diesem Zusammenhang die Förderbekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), die die Einrichtung von Verbundprojekten zur digitalen Bildung vorsehen¹¹, als Chance. Gleichzeitig sind die dabei geplanten bzw. skizzierten Forschungs- und Professionalisierungsbemühen in einem begrenzten Zeitraum (von April 2023 bis September 2025) ungeeignet, um ein nachhaltiges, länderübergreifendes Programm zu Digitalisierung schulischer Lerngelegenheiten zu etablieren. Erstens ist die Vielfalt an Fächern und Klassenstufen viel zu groß, um hier innerhalb von 30 Monaten größere Durchbrüche zu erreichen. Zweitens sollen im Rahmen der Ausschreibung keine Projekte zur Entwicklung digitaler *Tools* gefördert werden. Daran fehlt es aber am meisten, sodass die später geförderten Projekte nicht wirklich zur flächendeckenden Digitalisierung des Unterrichts beitragen werden. Drittens ist die Halbwertszeit digitaler Medien im Vergleich zu analogen Medien wie Schulbüchern deutlich kürzer, sodass Weiterentwicklungen entsprechender digitaler *Tools* eine Daueraufgabe sind. Die SWK schlägt daher die dauerhafte Einrichtung von zunächst zwei länderübergreifenden Zentren digitaler Bildung vor.

2.1.3 Empfehlungen für den Bereich der allgemeinbildenden Schulen – Teil 1

Empfehlung 4) Dauerhafte Einrichtung länderübergreifender Zentren für digitale Bildung (ZdB)

Die Ideen zur Ausgestaltung solcher Zentren orientieren sich am Strategiepapier „Zentren digitaler Bildung“ (ZdB) des Leibniz-Forschungsnetzwerks Bildungspotenziale (LERN) und am *Bund-Länder-Eckpunkte-Papier Lehrerbildung und Schulentwicklung digital: Eine gemeinsame Initiative von Bund und Ländern für digitales Lehren und Lernen*.

¹¹ <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/bekanntmachungen/de/2022/06/2022-06-21-Bekanntmachung-MINT.html> (aufgerufen am 27.07.2022)

Die ZdB sollen auf Basis des internationalen Forschungsstands, erfolgreicher Entwicklungen und etablierter Strukturen der Länder Formate digital unterstützter Lehr-Lernprozesse qualitätsgesichert generieren und in der Breite verfügbar machen. Sie können dabei auf die vom BMBF befristet finanzierten Kompetenzzentren für digitales und digital gestütztes Unterrichten in Schule und Weiterbildung aufsetzen und diese in nachhaltige Strukturen überführen. Im Gegensatz zu den Kompetenzzentren legen die ZdB neben Professionalisierungsangeboten einen deutlichen Schwerpunkt auf die nachhaltige Entwicklung und Beforschung digitaler *Tools*, die im Fachunterricht eingesetzt werden können, um erfolgreichen Kompetenzerwerb zu ermöglichen. Sie bündeln die Arbeiten und vermeiden die Gefahr einer Zerfaserung in viele kleinere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Über die Bereitstellung von digitalen Lehr-Lernmaterialien hinaus sollen in diesen ZdB nachhaltige Konzepte der Professionalisierung von Lehrkräften erarbeitet und evaluiert werden. Für deren Umsetzung werden die zentralen Programmsäulen für zwei Zentren, (1) MINT und (2) Sprachen, beschrieben: eine forschungsbasierte Plattform zur Entwicklung digitaler Lehr- und Lernwerkzeugen inklusive einer Transferstruktur, die es den Ländern ermöglicht, ihre jeweiligen Institutionen bestmöglich einzubinden. Die SWK beschränkt sich bei ihren Empfehlungen zunächst bewusst auf die MINT-Fächer und Sprachen, perspektivisch gelten diese aber auch für weitere Bildungsbereiche. Dies folgt zum einen dem Rational, dass für diese Fächer von der KMK verabschiedete Bildungsstandards vorliegen. Zum anderen existieren für diese Fächer bereits fundierte wissenschaftliche Vorarbeiten, die den Erfolg entsprechender Zentren wahrscheinlicher machen.

Programmsäule 1: Forschungsbasierte Entwicklung digital gestützter Formate und Lehr-Lernmaterialien

Die erste Programmsäule der ZdB zielt auf die forschungsbasierte Entwicklung lernwirksamer mediengestützter Unterrichtsszenarien sowie der dafür nötigen Entwicklung und Bereitstellung effektiver digitaler Lehr-Lernmaterialien. Die Produkte dieser forschungsbasierten Entwicklungsarbeiten werden allen Ländern zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten sind auf alle Aufgabenfelder von Lehrkräften und Bildungspersonal ausgerichtet. Sie beinhalten neben der Umsetzung von Unterrichtsangeboten auch Formate der (kollaborativen) Planung und Vorbereitung, der Nutzung von Lernszenarien, der Diagnose und adaptiven Unterstützung von Lernenden sowie der Nachbereitung und Weiterentwicklung. Fragen der Umsetzung von

Bildungsgerechtigkeit, Inklusion oder der weiterführenden Berufsorientierung werden ebenso berücksichtigt. In diesem Zusammenhang lassen sich zwei Aufgabenfelder identifizieren:

Aufgabenfeld 1.1 – Entwicklung lernwirksamer digital gestützter Lehr-Lernszenarien

Digitale Lehr-Lernmaterialien tragen dann zur Steigerung der Prozessqualität von Unterricht bei, wenn zum ersten durch effektives Klassenmanagement mehr Unterrichtszeit auf den eigentlichen Lernprozess verwendet werden kann, zum zweiten Schüler:innen bei der Auseinandersetzung mit Lerninhalten stärker motiviert und fokussiert kognitiv aktiviert werden und zum dritten sie fachdidaktisch fundiert und adaptiv in ihren Lernfortschritten unterstützt werden. Eine wesentliche Aufgabe besteht daher darin, Unterrichtsszenarien zu identifizieren, in denen der Einsatz digitaler Medien in unterschiedlichen Unterrichtsphasen und verbunden mit unterschiedlichen Funktionen (z. B. Vorbereitung, Erarbeitung oder Nachbereitung von Lerninhalten) zu einer Steigerung der Prozessqualität und damit zu wirksamerem Lernen führt. Potenziale dafür werden im MINT-Bereich und in den Sprachen sowohl in der Erarbeitung von konzeptuellem Verständnis, in der Verknüpfung der Kompetenzbereiche als auch im adaptiven Üben zentraler Denk- und Arbeitsweisen gesehen.

Digitale Lernumgebungen und Szenarien bieten bspw. die Möglichkeit, experimentelle Untersuchungen von Phänomenen mit Veranschaulichungen von erklärenden fachlichen Konzepten und Zusammenhängen zu verknüpfen und damit abstrakte Modelle besser begreifbar zu machen. Ebenso könnten authentische Kontexte etwa über geeignete Videos als Kommunikations- und Bewertungsanlässe genutzt werden und über deren weitere Erarbeitung fachbezogene Basiskonzepte mit den weiterführenden *21st Century Skills* (s. Kap. 0.3) verknüpfen. Weitere Potenziale ergeben sich für die Unterstützung von kollaborativen Unterrichtsphasen, für das selbstgesteuerte und entdeckende Lernen. So können bspw. mit Anbindung an Fachunterricht Methoden der digitalen Datengewinnung und -analyse über Kombinationen aus Experimenten und Simulationen oder in den Fremdsprachen Kommunikation mit Jugendlichen anderer Länder inszeniert werden. Zukünftig werden *Extended Reality (XR)*-Technologien vielfältige Formen von immersivem Lernen ermöglichen. Mit ihrer Hilfe können z. B. mit Ansätzen aus der Robotik schulische mit außerschulischen Lernorten verknüpft werden, indem ein von einer Klasse gesteuerter Roboter in einem *Science Center* aktiv ist. Neben Lernsettings, die bereits jetzt umsetzbar sind, sollten die Zentren auch entsprechend innovative und zukunftsgerichtete Settings im Blick haben und ihr Potenzial für den Unterricht ausloten. Ein weiterer Fokus der Entwicklung sollte auf die Umsetzung adaptiver Lehr-Lern-

angebote gelegt werden, in denen digitale Werkzeuge zur Feststellung des aktuellen Lernstands (formative Diagnostik) und/oder zur Bereitstellung passgenauer und fachdidaktisch fundierter Lern- und Förderangebote genutzt werden. Solche Angebote können aufgrund der Bereitstellung von fachdidaktisch treffsicheren Aufgaben mit optimalem fachlichem Fokus und Schwierigkeitsniveau und von personalisiertem Feedback zu einer verstärkten fokussierten kognitiven Aktivierung und zu einer verbesserten individuellen Unterstützung für alle Lernenden beitragen, für solche mit besonderen Unterstützungsbedarfen ebenso wie etwa für solche mit besonderen Begabungen.

Aufgabenfeld 1.2 – Entwicklung und Bereitstellung effektiver digitaler Lehr-Lernmaterialien und Werkzeuge

Um lernwirksame digital gestützte Unterrichtsangebote zu entwickeln und umzusetzen, benötigen Lehrkräfte einen kohärent organisierten Zugriff auf eine reichhaltige Auswahl an Qualitätserproben, adaptierbaren digitalen Lehr-Lernmaterialien und digitalen Werkzeugen. Diese müssen die gesamte curriculare Bandbreite von Bildungsinhalten auf unterschiedlichen Niveaustufen und Schulformen abdecken bzw. für deren Erschließung geeignet sein. Aufgabe der ZdB soll es sein, in Kooperation mit anderen Akteuren (v. a. Forschungsinstituten, Landesmedienzentren, Schulbuchverlagen, Softwareunternehmen) eine bedarfsorientierte Entwicklung fachdidaktisch fundierter digitaler Lehr-Lernmaterialien und didaktisch nutzbarer Werkzeuge voranzutreiben. Wissenschaft kann hier forschungsfundierte Hinweise aus der Lehr-Lernforschung für die lernwirksame Gestaltung geben und durch fachdidaktisch fundierte Entwicklungsforschung die notwendigen Detailsichten generieren. Die Einbindung von erfahrenen Personen aus der Bildungspraxis (basierend z. B. auf international dokumentierten *Lead-Teacher*-Modellen¹²) trägt dazu bei, dass die entstehenden Lehr-Lernmaterialien sowohl empirisch fundiert als auch situativ unter verschiedenen schulischen Rahmenbedingungen einsetzbar werden. Erstellt werden dafür Prototypen für verschiedene Stufen und Fächerzuschnitte, die in der Transfer- und Professionalisierungssäule der ZdB in Zusammenarbeit mit dem Personal der Länder landesbezogen auf die jeweiligen Lehrpläne und Schulstrukturen adaptiert werden (SWK, 2021).

¹² https://www.lernende-schulen.at/pluginfile.php/4189/mod_resource/content/0/Teacher%20Leadership_2017.pdf (aufgerufen am 27.07.2022)

Eine notwendige infrastrukturelle Voraussetzung für die praxistaugliche Nutzung der Formate und Materialien ist ihre Einbindung in datenschutz- und urheberrechtlich gesicherte, barrierefreie und möglichst bundesweit nutzbare Plattformen. Geklärt werden müssen in allen Ländern zudem die Hard- und Softwarekonfigurationen für Schulen und Lernende mit bundesweit einheitlichen Datenschutzbestimmungen und Personal für die Pflege der schulischen Infrastruktur an jeder Schule.

Programmsäule 2: Transfer und unterrichtsbezogene Schulentwicklung

Die zweite Säule entwickelt mit den Ländern Transfermodelle, die neben Professionalisierungsmodulen für Lehrkräfte und Bildungspersonal Fallbeispiele für verschiedene Transferstrukturen bereitstellen. Diese Säule wird vermutlich auf Vorarbeiten in den BMBF-geförderten Kompetenzzentren zurückgreifen können.

Die Fortbildungsstrukturen der Länder unterscheiden sich bezüglich einer zentralen (Landesinstitute) vs. dezentralen (regionale Organisation) Anlage oder der (weniger) etablierten Verknüpfung der standort- und phasenübergreifenden Vernetzung der Lehrkräftebildung. Die ZdB werden Fallbeispiele erstellen und Gelingensbedingungen aufzeigen, die dann länderbezogen für den Transferprozess zur Reflexion und Unterstützung der eigenen Strukturen genutzt werden können. Dafür organisieren die ZdB Werkstattformate für den länderübergreifenden Austausch und die situative Weiterentwicklung der bereitgestellten Prototypen.

Ebenso werden Module für die Professionalisierung von Lehrkräften und für die unterrichtsbezogene Schulentwicklung erarbeitet, die dann wiederum in den Strukturen der Länder als Unterstützung der etablierten Aus-, Fort- und Weiterbildungsansätze genutzt werden können. Diese setzen digitale Formate entsprechend den oben genannten Kriterien in beispielsweise Hybridformaten oder kollaborativen Entwicklungsumgebungen ein. Es ergeben sich also zwei weitere Aufgabenfelder:

Aufgabenfeld 2.1 – Professionalisierung des pädagogischen Personals

Die Entwicklung und Umsetzung lernwirksamer mediengestützter Unterrichtsangebote setzen voraus, dass Lehrkräfte über die notwendigen professionellen Kompetenzen verfügen und diese einbringen. Diese umfassen neben technischem auch hinreichendes pädagogisches, diagnostisches, fachliches und fachdidaktisches Wissen sowie entsprechende moti-

vationale Orientierungen und Werthaltungen (z. B. positive Überzeugungen hinsichtlich der Nützlichkeit digitaler Medien für Lehr-Lernprozesse). Aufgabe der ZdB ist es daher ebenfalls, Module für die Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften für das Unterrichten mit digitalen Medien so auszugestalten, dass diese vielschichtigen Kompetenzaspekte erworben und umgesetzt werden. Gemessen am internationalen Forschungsstand zu Merkmalen effektiver Fort- und Weiterbildungen leisten typische Angebote für Lehrkräfte in Deutschland dies bislang nicht (s. Kap. 4.1.2). Notwendig sind kontinuierliche, berufsbegleitende Angebote, die die Möglichkeit schaffen, Gelerntes im Unterricht zu erproben und so die eigene Unterrichtspraxis (schrittweise) zu optimieren. Ergänzend sollen auch pro-aktive und selbst initiierte Innovationsprojekte von Lehrkräften gefördert und wissenschaftlich begleitet werden. Dazu sollte ein offener Umgang mit Fehlern und Misserfolgen propagiert, Feedback und fachdidaktische Unterstützung für den Unterricht geboten (z. B. durch *Coaching*, *Supervision*, *Co-Teachings*) und die kollegiale Kooperation bei der Unterrichtsentwicklung und -umsetzung angeregt werden (siehe Aufgabenfeld 2.2). Weitere Details dazu finden sich in den Empfehlungen im Kapitel zur Lehrkräftebildung (s. Empfehlungen 10 und 11 in Kap. 4.3).

Aufgabenfeld 2.2 – Unterrichtsbezogene Schulentwicklung

Eine hohe Unterrichtsqualität ist zentrales Ziel von Schule und Schulentwicklung. Diese kann jedoch flächendeckend und dauerhaft nur dann realisiert werden, wenn für ihre Entwicklung und Aufrechterhaltung institutionell günstige Rahmenbedingungen vorhanden sind. Die digitale Transformation versetzt Schulen in eine herausfordernde Umbruchsituation, die nur bewältigt werden kann, wenn sich Schulleitungen und Lehrkräfte auf gemeinsam getragene Ziele und Umsetzungsstrategien verständigen und diese unter Mitwirkung aller Beteiligten verwirklichen. Aufgabe der ZdB ist es, Schulen in diesem Veränderungs- und Organisationsentwicklungsprozess zu unterstützen, indem ihnen Instrumente für die Analyse der eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf die digitale Transformation zur Verfügung gestellt werden. Sie ermöglichen eine passgenaue Herleitung von Maßnahmen, die die Schulen angeleitet umsetzen können. Wissenschaft kann hier Erkenntnisse zu den Rahmenbedingungen gelingender Organisationsentwicklung auch aus nicht-bildungsbezogenen Kontexten sowie aus der Erfahrung digitalisierungsbezogener Vorreiterländer – wie z. B. Estland – bereitstellen. Für Innovation und Unterrichtsentwicklung können auch weitere explorative Vorhaben begleitet und im Sinne von Fallbeispielen dokumentiert werden.

Struktur der ZdB

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die angedachten Strukturen des ZdB-MINT und des ZdB-Sprachen. Die fachspezifischen Säulen koordinieren ihre Arbeiten mit zwei generischen Säulen über einen gemeinsamen Vorstand. Im ZdB-MINT erhält die Technik, die aktuelle Verortung der Technikinhalte in den Curricula widerspiegelnd, keine eigene Säule, vielmehr werden Fragen der technischen Bildung mit in den fachspezifischen Säulen bearbeitet. Im ZdB-Sprachen wird das Fach Deutsch als Zweitsprache bzw. Mehrsprachigkeit als eigenes Fach aufgenommen. Auf- und Ausbau der Unterrichtssprache Deutsch ist seine zentrale Aufgabe. Neu zugewanderte Lernende benötigen eine gezielte Förderung in Deutsch als Zweitsprache, um schnell und vollständig am Regelunterricht teilnehmen zu können. Digitale Technologien bieten für Lernende und Lehrende für den Ausbau und Erhalt der im Herkunftsland oder in Deutschland erworbenen Herkunftssprachen sowie für die Diagnostik und Förderung des Deutschen als Zweitsprache neue und vielfältige Unterstützungsmöglichkeiten.

Die generische Säule *Educational Technology* erforscht fächerübergreifende Grundprinzipien digitaler Formate, Lehr-Lernmaterialien und Werkzeuge für das Lehren und Lernen. Dabei eruiert und informiert sie kontinuierlich, welches Potenzial technische Innovationen für Lehr-Lernprozesse haben und wie diese gewinnbringend im Unterricht eingesetzt werden können.

Eine zweite Säule widmet sich dem Transfer und entwickelt Modulkonzepte für die Professionalisierung und unterrichtsbezogene Schulentwicklung, die in den Ländern in den etablierten Strukturen genutzt werden können. Sie erforscht Bedingungen des gelingenden Transfers gewonnener Erkenntnisse in die Professionalisierung der Lehrkräfte. Zu prüfen wäre, inwieweit es möglich ist, die generischen Säulen beider Zentren in einer übergeordneten koordinierenden Struktur zu bündeln. Diese übergeordnete Struktur könnte auch die Arbeiten beider Zentren koordinieren und Aufgaben in der Öffentlichkeitsarbeit übernehmen.

Die im ZdB-MINT und im ZdB-Sprachen beteiligten Fachdidaktiken konkretisieren in ihrer fachdidaktischen Entwicklungs- und Wirkungsforschung mit disziplinärem und interdisziplinärem Fokus forschungsfundierte Angebote für fachliches Lehren und Lernen. Die Säulen kooperieren eng mit den Landesinstituten für Schule und entwickeln gemeinsam Module für die Lehrkräftefort- und -Weiterbildung.

Zentrale Tagungen und ein entsprechendes Informations- und *Community*-Portal unterstützen den Austausch und die Weiterentwicklung über einzelne Länder hinweg. Ein international besetzter wissenschaftlicher Beirat berät die Vorstände. Nach einer fünfjährigen Pilotie-

rungsphase werden die Modelle zum Aufbau der ZdBs zur Verfügung gestellt, um die Einrichtung weiterer Zentren zu ermöglichen.

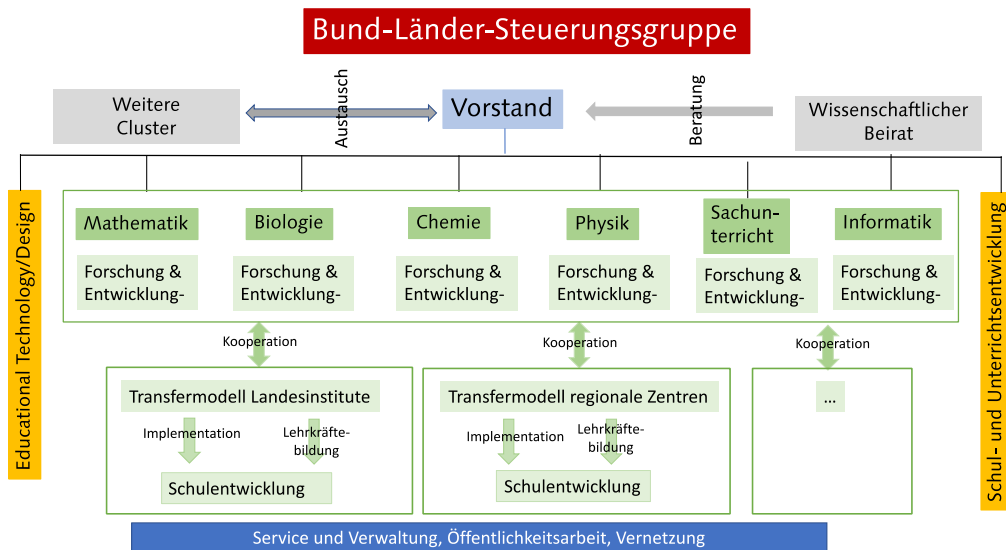


Abbildung 1: Struktur eines Zentrums für digitale Bildung in den MINT-Fächern (eigene Darstellung)

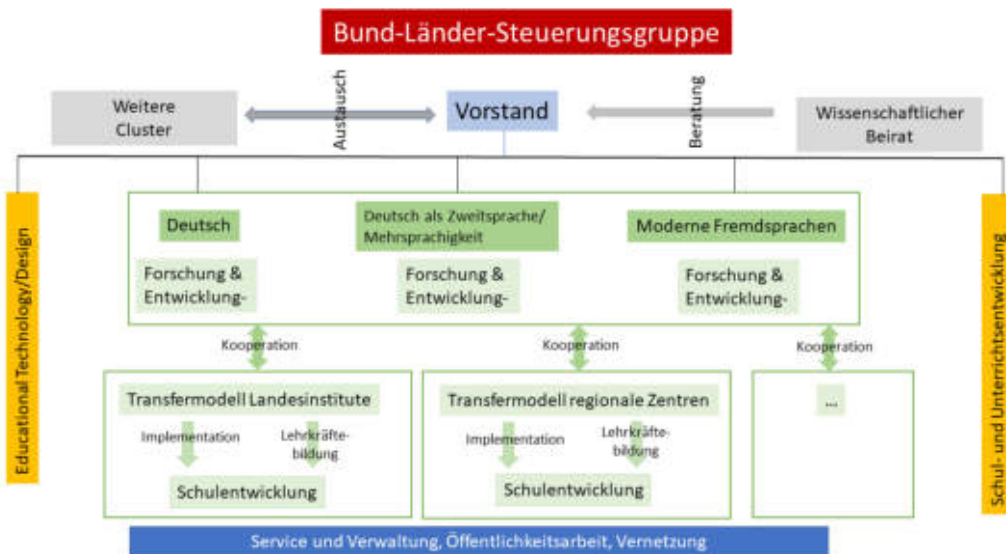


Abbildung 2: Struktur eines Zentrums für digitale Bildung in den sprachlichen Fächern (eigene Darstellung)

Finanzvolumen

Geschätzt wird, dass die oben beschriebene Struktur des ZdB-MINT plus Verwaltung einen jährlichen Finanzbedarf von ca. 15 Mio. Euro hat. Darin enthalten sind die Personalkosten

pro Säule plus die übergreifenden Personalkosten für Service, Verwaltung, Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzung sowie Sach-, Forschungs- und Entwicklungsmittel pro Säule. Weiterhin wird mit hohen Kosten per anno für externe Aufträge (Softwareentwicklung) gerechnet.

Das ZdB-Sprachen hat aufgrund der geringeren Fächerzahl ein niedrigeres geschätztes Finanzvolumen. Angesetzt werden hier ca. 12 Mio. Euro per anno. Aus Sicht der SWK sind die hier beschriebenen Aufgaben der ZdB Daueraufgaben, die weit über das hinausgehen, was die geplanten BMBF-Kompetenzzentren leisten werden. Empfohlen wird daher, dass Bund und Länder Modelle der Verstetigung und gemeinsamen Finanzierung der ZdB entwickeln.

2.2 Informatische Bildung in Schule

In den vergangenen Jahren wurde die Bedeutung einer verbindlichen informatischen Bildung für alle Kinder und Jugendlichen nicht flächendeckend anerkannt. Der Wissenschaftsrat betont allerdings in seinen Perspektiven zum Fach Informatik:

Der Wissenschaftsrat sieht informatische Bildung als zentralen Schlüssel an, um den digitalen Wandel in der Gesellschaft erfolgreich, inklusiv und nachhaltig zu gestalten. [...] Der Wissenschaftsrat ermutigt die Länder, die schnelle und flächendeckende Einführung informatischer Bildung in den Schulen noch stärker zu priorisieren, als dies bisher vorgesehen ist. (Wissenschaftsrat (WR), 2020, S. 72)

Ein breiter Konsens zur Einführung eines Pflichtfaches zeigt sich auch in Bündnissen aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft (Offensive digitale Schultransformation (OdigS), 2020) und in repräsentativen Umfragen, in denen sich 69 Prozent der Befragten für ein Pflichtfach Informatik ab Klasse 5 aussprechen (BITKOM, 2018). Um auch alle Mädchen zu erreichen, fordert die Initiative *#SheTransformsIT* ein Pflichtfach Informatik¹³, ebenso der *Digital Education Action Plan 2021-2027* der Europäischen Kommission. Die hohe Relevanz von informatischer Bildung (*Computing Education*) wird für alle Bildungsstufen hervorgehoben:

Informatics education in school allows young people to gain a critical and hands-on understanding of the digital world. If taught from the early stages, it can complement digital literacy interventions. The benefits are societal (young people should be creators not just passive users of technology), economic (digital skills are needed in sec-

¹³ www.shetransformsit.org (aufgerufen am 27.07.2022)

tors of the economy to drive growth and innovation) and pedagogical (computing, informatics and technology education is a vehicle for learning not just technical skills but key skills such as critical thinking, problem solving, collaboration and creativity). (European Commission, 2020, S. 47)

Anders als in den übrigen MINT-Fächern hat sich in Deutschland im Bereich des informatischen Lernens bislang keine breite, empirisch ausgerichtete Lehr-Lernforschung etabliert. Allerdings zeigen die wenigen national vorliegenden Arbeiten, vor allem aber die internationalen Forschungsbefunde, dass viele Prinzipien erfolgreichen mathematisch-naturwissenschaftlichen Lernens auf das Fach Informatik übertragen werden können (z. B. Happe et al., 2021, für Prinzipien eines geschlechtergerechten Informatikunterrichts). Demnach ist zu erwarten, dass die unten skizzierten inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen über längerfristige kumulative Lernprozesse aufgebaut werden müssen. Ebenso wie für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich ist dementsprechend ein Einsetzen entsprechender Lerninhalte bereits in der Grundschule wünschenswert.

2.2.1 Das Schulfach Informatik in Deutschland

Informatik in der Grundschule

In einigen Schulversuchen wurde bereits informatische Bildung in der Grundschule umfassend erprobt (Nordrhein-Westfalen, Bayern, Niedersachsen). Viele Bundesländer haben seit 2017 kleinere Versuche mit Minicomputern durchgeführt und evaluiert (z. B. Bremen, Saarland). Im niedersächsischen Modellversuch wurden, basierend auf den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (Humbert et al., 2019), an ca. 30 Grundschulen informatische Unterrichtseinheiten in den Sach- und Mathematikunterricht (teilw. Deutsch und Kunst) integriert und sowohl mit Minicomputern als auch ohne Einsatz von Computern (*unplugged*) unterrichtet.¹⁴ Der Modellversuch zeigt, „dass informatische Inhalte und Methode[n] [...] altersadäquat in der Grundschule behandelt werden können“ (Breiter et al., 2020, S. 90). Die positive Wirksamkeit für das Interesse und die Selbsteinschätzung der Kinder bezogen auf Technik allgemein sowie bezogen auf das Internet, Programmieren, Informationsdarstellung und Verschlüsselung wurde quantitativ nachgewiesen (Breiter et al., 2020). Auch in NRW wurden informatische Kompetenzen (Information und Daten, Funktion von Robotern und Verschlüs-

¹⁴ Material unter www.infgsnnds.de (aufgerufen am 27.07.2022)

selung) in Kombination mit Sachunterricht und teilweise Mathematik in den Klassenstufen 3 und 4 gefördert, und zwar vollständig *unplugged*.¹⁵

Wie und ob Informatik allgemein in den Sachunterricht integriert werden kann, ist umstritten (sowohl auf Seiten der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, GDSU, als auch auf Seiten der Gesellschaft für Informatik, GI). Es spricht vieles dafür, dass Informatik ein perspektivenvernetzender Themenbereich ist. Auch für die Auffassung, Informatik sei ein Teil der technischen Perspektive spricht einiges (Information als dritte Größe neben Materie und Energie, die von technischen Systemen gespeichert, verarbeitet und transportiert wird; Breier, 1994; Ropohl, 2009). Für einen mehrperspektivischen Blick auf Informatik in der Grundschule plädierte bereits eine erste Arbeitsgruppe der *International Federation for Information Processing* 1984 mit Betonung der technischen, verstehensbezogenen und (eher gesellschaftsbezogenen oder ethischen) reflektiven Perspektiven. Zu einer ähnlichen Einschätzung gelangten die Autor:innen des *Dagstuhl-Dreiecks* (GI, 2016b).

Über die zitierten Modellprojekte hinaus ist dieses Forschungsfeld bislang noch sehr wenig bestellt. Erhebliche weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sind notwendig, um informatische Inhaltsbereiche und Konzepte altersgerecht didaktisch zu rekonstruieren.

Informatik in der Sekundarstufe I

Die internationale Übersicht *Coding, Programming and the Changing Curriculum for Computing in Schools* (UNESCO/IFIP TC3, 2019) zeigt, dass die Anzahl der Länder ständig zunimmt, die Informatik verpflichtend in die Curricula aufnehmen, wie z. B. die Schweiz und zuvor England, Polen, Estland und Neuseeland. Dänemark befindet sich ebenfalls im Einführungsprozess (Caspersen, 2022).

Als erstes Bundesland hat Sachsen 1992 ein verpflichtendes Schulfach Informatik in der Sekundarstufe I eingeführt und dies 2017 auf alle Schularten in den Stufen 7 bis 10 ausgedehnt. Mecklenburg-Vorpommern ist seit 2019 das einzige Bundesland, in dem Informatik durchgängig in allen Jahrgängen von 5 bis 10 in allen Schularten verpflichtend unterrichtet wird. Zuvor hatte die informatische Bildung in Mecklenburg-Vorpommern bereits eine längere Tradition als Teil von *Arbeit-Wirtschaft-Technik* und im Wahlpflichtbereich. In Bayern wurde

¹⁵ Die Materialien sind öffentlich zugänglich: <https://www.schulministerium.nrw/informatik-grundschulen> (aufgerufen am 27.07.2022)

in einigen Schulformen informatische Bildung verpflichtend in Klasse 6 als Teil von *Natur und Technik* eingeführt und in naturwissenschaftlich-technischen Gymnasien in weiteren Jahrgängen fortgeführt. In Baden-Württemberg ist Informatik seit 2017/18 verpflichtend in allen Schulformen zu unterrichten, jedoch ausschließlich in Jahrgang 7. Im Saarland haben einige wenige Schulen als Teil eines Schulversuchs ebenfalls verpflichtenden Informatikunterricht in ausgewählten Jahrgängen. Seit dem Schuljahr 2021/22 ist Informatik außerdem verpflichtend in Nordrhein-Westfalen in den Jahrgangsstufen 5 und 6. Eine umfassende Übersicht über die Länder enthält der Informatik-Monitor (Schwarz et al., 2021).

Weitere Einführungen des Pflichtfaches Informatik sind angekündigt: Schleswig-Holstein will das Fach ab dem Schuljahr 2022/23 in Klasse 7 und 8 einführen, Niedersachsen ab 2022/23 (für 200 Schulen) bzw. 2023/24 (für alle) in den Jahrgängen 9 und 10, Hessen startet für das Schuljahr 2022/23 einen Pilotversuch in der Jahrgangsstufe 5 und führt das Fach *Digitale Welt* ein. Das Saarland hat über den Schulversuch hinaus die Einführung ebenfalls angekündigt, aber noch keine Klassenstufen oder Umfänge genannt. In den meisten übrigen Bundesländern ist in verschiedenen Schulformen und Jahrgängen ein Wahlangebot etabliert. Nur Bremen ermöglicht bislang keinerlei Wahlangebot an staatlichen Schulen in der Sekundarstufe I. Dort wird Informatik in der Sekundarstufe I nur an Privatschulen angeboten.

Informatikanwahlen in der Sekundarstufe II

Der Unterschied in der Verpflichtung in der Sekundarstufe I bildet sich auch weitgehend in den größten und kleinsten Anteilen für Belegungen der Informatikkurse der Oberstufe ab. Während im Jahr 2019 in Sachsen 39 Prozent, Thüringen 34 Prozent und in Mecklenburg-Vorpommern 32 Prozent der Lernenden der Qualifikationsphase einen Kurs in Informatik besuchten, bilden Bremen, Hessen und Niedersachsen mit jeweils unter zehn Prozent die Schlussgruppe (eigene Berechnungen auf Basis der KMK-Statistiken). Thüringen stellt hier als Teil der Spitzengruppe einen Sonderfall dar, da es als einziges Bundesland bisher in den Wahlmöglichkeiten der Oberstufe Informatik den Naturwissenschaften gleichstellt. Die geringen Informatikanwahlen sind auch davon geprägt, dass Informatik in den meisten Ländern nur unter bestimmten Umständen ins Abitur eingebracht werden kann.

Geschlechtsspezifische Konsequenzen eines fehlenden Pflichtfachs Informatik in der Sekundarstufe I haben Downes und Looker (2011) für Australien nachgewiesen, wo die Anwahl von Informatik in der Oberstufe signifikant von der Begegnung damit in der Mittelstufe ab-

hängt. Diese Zusammenhänge scheinen sich im deutschen Ländervergleich zu bestätigen: Sachsen hat den höchsten Anteil an Informatikanwahlen, ca. 27 Prozent aller sächsischen Mädchen eines Jahrgangs wählen Informatikkurse, während weniger als drei Prozent der hessischen Mädchen Informatik wählen, die nicht in der Sekundarstufe I an das Fach herangeführt wurden. Die enttäuschenden Beteiligungsquoten der Mädchen weisen darauf hin, dass ähnlich wie im Physikunterricht viel stärker herausgearbeitet werden muss, unter welchen Bedingungen Mädchen eher erreicht werden. In diesem Zusammenhang ist auf die Überblicksarbeit von Happe et al. (2021) zu verweisen, die auf der Basis von über 800 Publikationen abgeleitet haben, wie Mädchen für Informatikangebote gewonnen werden können. Auf erhöhtem Anforderungsniveau (als Profulfach oder als Leistungskurs) erreicht das Fach Informatik nach wie vor sehr wenige Schüler:innen in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe. Bundesweit waren es laut KMK-Statistik im Schuljahr 2020/21 nicht einmal 4.000 Schüler:innen in der Q1, der Anteil der Mädchen lag nur bei 15 Prozent und damit noch deutlich niedriger als im Fach Physik (25 Prozent). Auch die Grundkurse bzw. der Informatikunterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau erreichten im Vergleich zu den anderen MINT-Fächern nur einen kleinen Teil, nämlich gut 45.000 Schüler:innen in der Q1 (da gegen Mathematik: 178.000; Biologie: 166.000; Chemie: 99.000; Physik: 99.000; Zahlen gerundet). Diese niedrigen Zahlen bei den Kursbelegungen stehen in krassem Gegensatz zur hohen Beliebtheit des Faches Informatik an bundesdeutschen Hochschulen. Gegen den Trend insgesamt sinkender Studierendenzahlen ist die Zahl der Studienanfänger:innen in Informatik im Jahr 2021 auf 42.111 gegenüber 39.574 im Jahr 2020 gestiegen. Informatik ist mittlerweile nach Betriebswirtschaftslehre das zweitbeliebteste Studienfach an deutschen Hochschulen. Für die Lehramtsstudiengänge gilt das nicht – was auch damit zusammenhängt, inwiefern Informatik als Studienmöglichkeit im Lehramt angeboten wird (s. Kap. 2.2.2).

Standards zu Informatik als Unterrichtsfach

Die GI gibt seit den 1970er-Jahren Empfehlungen für den Informatikunterricht in Schulen heraus. Aktuell sind die *Grundsätze und Standards für Informatik* für die Sekundarstufe I (GI, 2008) verfügbar, sie befinden sich derzeit in der Überarbeitung. Für die Sekundarstufe II folgten 2016 Empfehlungen zu Bildungsstandards (GI, 2016a). Eine Anpassung der Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung Informatik an die Standards ist bisher ausgeblieben.

Zuletzt erschienen die Empfehlungen für *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich* (GI, 2019). In den Empfehlungen für die unterschiedlichen Schulstufen werden jeweils Mindeststandards beschrieben, die nach Auffassung der GI alle Kinder bzw. Jugendlichen der genannten Schulstufen erreichen sollten, unabhängig von der Schulform. Die Empfehlungen besitzen eine gemeinsame Systematik in der Aufteilung nach Prozess- und Inhaltsbereichen (s. Abbildung 3), die mit Blick auf die Bildungsstandards der KMK für andere Fächer und die Standards des *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)* entstanden sind.

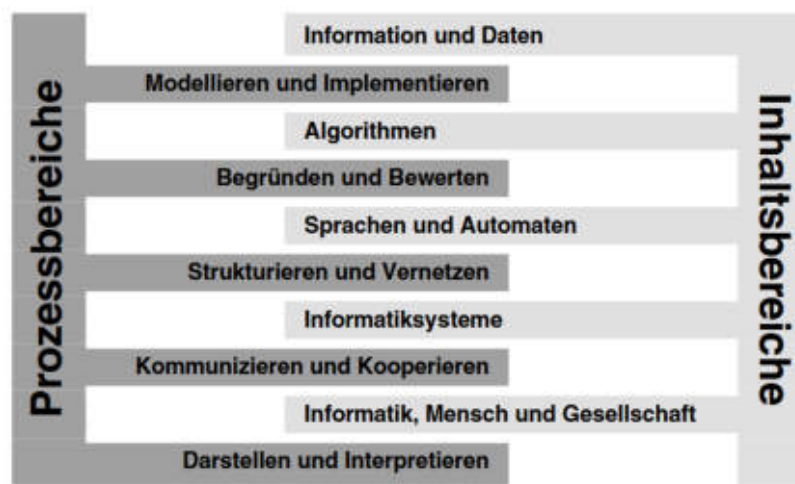


Abbildung 3: Kompetenzmodell im Fach Informatik
(Gesellschaft für Informatik e. V., 2008)

In den meisten Bundesländern sind Rahmenrichtlinien bzw. Curricula mit Informatikbezug für die Sekundarstufe I in Kraft, auch wenn dort kein Pflichtfach eingeführt ist. Nur in Bremen und Hessen gibt es keine. In Thüringen ist die informatische Bildung im Lehrplan *Medienkunde* verortet. Neue Richtlinien orientieren sich meistens an den Inhalts- und Prozessbereichen der Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik, z. B. das Kerncurriculum Niedersachsen für die Klassenstufen 5-10 oder der Rahmenplan Mecklenburg-Vorpommern Sek I.

Der Zusammenschluss aller in Europa aktiven Informatikgesellschaften, die *Informatics4all Coalition*, hat in den vergangenen zwei Jahren ein *Informatics Reference Framework* erarbeitet (Caspersen et al., 2022). Es nennt u. a. die folgenden *Core Topic Areas*: *Data and Information, Algorithms, Programming, Computing Systems, Networks and Communication, Human-Computer Interaction, Design and Development, Digital Creativity, Modelling and Simulation, Privacy, Safety and Security and Responsibility and Empowerment*. Diese Themenbereiche weisen einen starken Bezug zu den Inhaltsbereichen der GI-Empfehlungen

auf. So kann man beispielsweise *Computing Systems* und *Networks and Communication* als Unterbereiche von Informatiksysteme auffassen. Als Referenz für Empfehlungen sei daher auf die GI-Standards für unterschiedlichen Schulstufen verwiesen.

Unterrichtsmaterialien für Informatik

Unterrichtsmaterialien sind in den Ländern mit Pflichtfach in der Regel durch Schulbuchreihen etabliert und verbreitet. Zunehmend adressieren die deutschen Schulbuchverlage neben den gymnasialen Schulbuchreihen auch andere Schulformen der Sekundarstufe I. Darüber hinaus sind zahlreiche frei verfügbare *Open Educational Resources (OER)*-Materialien in Deutschland verbreitet. Zu den umfassendsten gehören das vom *Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz* herausgegebene *Online-Schulbuch inf-schule.de* und das Materialpaket *IT2School*. Zielgruppe für letzteres sind explizit fachfremde Lehrkräfte aller Schulformen der Jahrgangsstufe 4 bis 10. Beide bieten einen großen Umfang an Materialien an, einschließlich Aufgaben und Musterlösungen für Lehrkräfte, die für die meisten Bereiche der vorhandenen Informatik-Lehrpläne geeignet sind. Über *IT2School* sind zusätzlich für jedes Basis- und Aufbaumodul ausführliche Stundenverlaufspläne und eine Modulbeschreibung mit weiteren Hinweisen für die Lehrkräfte verfügbar. Beide *OER*-Pakete werden kontinuierlich gewartet und erweitert. *inf-Schule.de* ergänzte u. a. Kapitel für die Grundschule (*Kids*), *IT2School* wurde zuletzt um Zusatzmodule zum Thema *Künstliche Intelligenz (KI)* ergänzt, ebenfalls für die Zielgruppe Klasse 4 bis 10. Dies schließt eine wichtige Lücke, da KI immer mehr an Bedeutung gewinnt, was sich auch daran zeigt, dass es vermehrt Einzug in Curricula hält, z. B. in Nordrhein-Westfalen für die Jahrgangsstufen 5 und 6.

2.2.2 Lehrkräftegewinnung im Bereich Informatik

Die Informatik leidet, wie andere MINT-Fächer auch, unter akutem Mangel an qualifizierten Lehrkräften. Ein Grund dafür ist der noch nicht erfolgte flächendeckende Ausbau des Faches Informatik an den lehrkräftebildenden Hochschulen. Das Lehramt Informatik kann aktuell (eigene Recherchen, Stand 4. März 2022) an 50 lehrkräftebildenden Hochschulen in Deutschland studiert werden. Von diesen 50 Standorten weisen 37 erkennbar eine Informatikdidaktik aus, wobei an 27 Standorten die Didaktik des Informatikunterrichts professoral vertreten wird, an fünf weiteren Standorten liefern zum Zeitpunkt der Recherche Berufungsverfahren. Damit haben bislang 23 Standorte nicht die üblichen Akkreditierungsvoraussetzung einer

professoralen Abdeckung der Fachdidaktik erfüllt. Dabei dominieren gymnasiale Lehramtsstudiengänge (45) gegenüber beruflichen (22) und Lehramtsstudiengängen für den nicht-gymnasialen Sekundarbereich an allgemeinbildenden Schulen (29).

Im Jahr 2020 haben in Deutschland lediglich 546 Studierende ein Lehramtsstudium Informatik begonnen. In den Jahren davor (Ausnahme 2019) waren es noch weniger. Ein Lehramtsstudium Informatik abgeschlossen haben im Jahr 2020 lediglich 117 Studierende. Die Engpässe werden nicht zuletzt wegen kleiner Geburtskohorten, die in den nächsten Jahren ein Studium beginnen, fortbestehen (Klemm, 2022).

Mit dem Ausbau des Fachs Informatik in Schulen sind verschiedene Professionalisierungskonzepte entwickelt worden, um qualifizierte Lehrkräfte für den Informatikunterricht in den Sekundarstufen I und II gewinnen zu können, da die Absolvent:innen der Universitäten den Bedarf nicht ansatzweise decken. Hierfür existieren in verschiedenen Ländern kurz- und längerfristige Programme, u. a. auch Programme zum Erwerb der Unterrichtsgenehmigung in Informatik als Drittfach. Die Angebote reichen von vergleichsweise kurzen Zertifikatskursen bis hin zu anderthalb- bis zweijährigen berufsbegleitenden Angeboten, die einen vertieften Zugang zum Unterrichtsfach Informatik erlauben. Die Lehrkräfte erhalten eine Deputatsreduktion, um ihnen die Teilnahme zu ermöglichen.

Längerfristige, vertiefende Weiterbildungsmaßnahmen enden mit einem Zertifikat zur Lehrbefähigung bzw. Unterrichtsgenehmigung. Daher müssen sie entsprechenden Ansprüchen des jeweiligen Bundeslandes (und den ländergemeinsamen Vorgaben der KMK) genügen. Hier ist eine organisatorische Trennung von Lehrkräften der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II sinnvoll. Auch erscheint eine Trennung von Gymnasiallehrkräften und Lehrkräften anderer Schulformen sinnvoll, da sich die Unterrichtskulturen an Gymnasien meist sehr von denen an anderen weiterführenden Schulen unterscheiden.

Ein erprobtes und sehr ausführliches Konzept stellt z. B. das Land Niedersachsen (Niedersächsisches Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung (NLQ), 2019) für eine zweijährige Weiterbildungsmaßnahme in der Sekundarstufe I bereit.¹⁶ Das Programm richtet sich an Lehrkräfte, die sich bereits im Schuldienst befinden. Es besteht aus acht Modulen, die an jeweils drei Präsenztage vermittelt und durch zusätzliche *Online*-Kurse ergänzt werden.

¹⁶ https://www.nibis.de/uploads/nlq-cohrs/Konzeption_WBM_Informatik_Sek%20I%20Nibis%20Mai%202021.pdf (aufgerufen am 27.07.2022)

Hinzu kommen noch Phasen des Selbststudiums und fachpraktische Aufgaben. Ein ähnliches Konzept über drei Halbjahre bietet das Land Schleswig-Holstein an.¹⁷ Dort werden die Module in Kooperation von der Universität Kiel (Professur Didaktik der Informatik) und dem Landesinstitut für Lehrkräftebildung (IQSH) gestaltet. Zu betonen ist, dass sich solche Angebote an alle aktiven Lehrkräfte richten und nicht nur an MINT-Lehrkräfte.

Im Grundschulbereich ist die Situation unklarer; auf der einen Seite wird dem Sachunterricht die Aufgabe zugesprochen, informatische Anteile zu integrieren, auf der anderen Seite werden speziell für das Fach Informatik ausgebildete Lehrkräfte gefordert. Für den Grundschulbereich hat der niedersächsische Modellversuch für die Fortbildung der aktiven Lehrkräfte gezeigt, dass die ko-konstruktive Herangehensweise, in der Unterrichtsmaterial unter CC-Lizenz bereitgestellt wird und gleichzeitig Raum zur gemeinsamen Weiterentwicklung und Anpassung der Materialien auf eigene Bedürfnisse und zur Ergänzung eigener Ideen gegeben wird, sehr fruchtbar war (Breiter et al., S. 91).

2.2.3 Schlussfolgerungen zum informatischen Unterricht

Im Bereich der informatischen Bildung in der Schule hat es in den vergangenen Jahren in vielen Bundesländern erhebliche Anstrengungen gegeben, den Informatikunterricht zu stärken. Dies ist darin gemündet, dass einzelne Bundesländer Informatik in der Sekundarstufe I verpflichtend eingeführt haben. Sehr viele Bundesländer bieten Informatik wenigstens als Wahlpflichtfach in der Sekundarstufe I an. In der Sekundarstufe II kann mittlerweile Informatik in allen 16 Ländern auf grundlegendem Anforderungsniveau in der Qualifikationsphase gewählt werden, in vielen auch auf erhöhtem Anforderungsniveau.

In den Ländern sind verschiedene Professionalisierungskonzepte entwickelt worden, um qualifizierte Lehrkräfte für den Informatikunterricht in den Sekundarstufen I und II zu gewinnen. Bei der hochschulischen Ausbildung im Lehramt Informatik für die Sekundarstufen I und II ist noch deutlich Entwicklungspotenzial vorhanden.

Im Grundschulbereich wird Informatik u. a. als Gegenstand des Sachunterrichts diskutiert. Schwerpunkte liegen dort aber bislang eher im Umgang mit Medien, d. h. dem Erwerb von Medienkompetenzen bzw. dem Aufbau von computerbezogener Grundbildung (*ICT-Literacy*;

¹⁷ <https://fachportal.lernnetz.de/sh/faecher/informatik/fortbildungen/weiterbildung.html> (aufgerufen am 27.07.2022)

s. Kap. 0.3). Daneben existieren Vorschläge für Bildungsstandards sowie Materialien und Unterrichtskonzepte zum Erwerb informatischer Kompetenzen im engeren Sinne – z. B. dem Erlernen von Grundideen des Programmierens – sodass auch verpflichtende Unterrichtseinheiten zur Informatik implementiert werden können.

2.2.4 Empfehlungen für den Bereich der allgemeinbildenden Schulen – Teil 2

Empfehlung 5) Einführung eines (Pflicht-)Faches Informatik und entsprechender Lehrkräfteausbildung in allen Ländern

- *Verpflichtende Informatikinhalte im Sachunterricht der Grundschulen:* Die SWK empfiehlt, nicht nur den Aufbau von Medienkompetenzen, sondern auch den Aufbau informatischer Kompetenzen systematisch bereits in der Grundschule zu beginnen. Dazu sollten zunächst Modelle der Integration informatischer Inhalte in den Sachunterricht erprobt werden. Drei Maßnahmen sollten so rasch wie möglich umgesetzt werden:

Bei der Überarbeitung von Lehr- und Bildungsplänen sollten ausgewählte Aspekte der Informatik (neben der Medienkompetenz) für den Sachunterricht fest verankert werden. Diese sollten sich an den Bildungsstandards der GI orientieren. Damit einhergehend sollten an den Landesinstituten für Lehrkräftebildung oder vergleichbaren Institutionen in den Ländern Angebote der Fort- und Weiterbildung für Grundschullehrkräfte ausgebaut werden.

An den lehrkräftebildenden Hochschulen sollten Informatikanteile und Aspekte der Didaktik der Informatik in die Ausbildung von Grundschullehrkräften im Sachunterricht in Form eines Pflichtmoduls integriert werden. Dies sollte in Kooperation der lehrerbildenden Einrichtungen an den Universitäten mit Instituten für Informatik geschehen.

Für Grundschullehrkräfte sollten breit angelegte Fortbildungsangebote geeignetes *Creative Commons* (CC)-Material bereitstellen. Diese sollten (geschützte) Räume zur gemeinschaftlichen Aneignung und Anpassung unter fachlicher und pädagogischer Begleitung in Gruppen von Lehrkräften in ähnlicher Situation bieten. Flankierende vertiefende Fortbildungen zu Datenschutz, IT-Sicherheit und Urheberrecht steigern die tatsächliche und selbstwahrgenommene Kompetenz der Lehrkräfte. Funktionierender IT-Support und kurze Wege bzgl. der Unterrichtsmittel (z. B. *Calliope*) sollten vorgesehen werden.

- *Informatikangebote ab dem Schuljahr 2024/25 in der Sekundarstufe I:* Die meisten Länder haben bereits Informatik als eigenes Fach in der Sekundarstufe I verankert. Aus Sicht der SWK sollten in allen 16 Ländern flächendeckend Informatikangebote ab dem Schuljahr 2024/25 in den Sekundarstufen I gemacht werden.

In der Sekundarstufe I sollte das Fach Informatik als Pflichtfach mit mindestens vier Stunden in die Kontingenzstundentafel aufgenommen werden, mittelfristig mit sechs Stunden Pflichtunterricht. Zumindest in den Ländern mit neunjährigem Gymnasium (G9) lässt die Kontingenzstundentafel hinreichend Spielraum für ergänzende Informatikstunden. In den nicht-gymnasialen Bildungsgängen ist zu prüfen, wie sich die zusätzlichen Stunden in die Kontingenzstundentafeln einpflegen lassen. Länder, die Informatik bereits als Pflichtfach eingeführt haben, können hier als Vorbilder dienen. Bis zur Umsetzung eines Pflichtfaches sollten weitere Angebote im Wahlpflichtbereich der Sekundarstufe I gemacht werden.

- *Ausbau von Informatikangeboten auf grundlegendem Anforderungsniveau in der Orientierungs- und Qualifikationsphase der Sekundarstufe II:* Alle Länder haben Informatik in der Sekundarstufe II bereits verankert. Diese Informatikangebote auf grundlegendem Anforderungsniveau in der Orientierungs- und Qualifikationsphase sollen ausgebaut werden. Ziel sollte es mindestens sein, ebenso viele Schüler:innen im Fach Informatik zu erreichen wie in den Fächern Physik und Chemie. In diesem Zusammenhang sollte in den Vorgaben der Länder zur Abiturprüfung geregelt werden, dass eines der Prüfungsfächer aus der Fächergruppe MINT kommen muss, und dass das Fach Informatik explizit dieser Fächergruppe zugeordnet wird (Mathematik, Biologie, Physik, Chemie, Informatik, Technik).
- *Vereinheitlichung der Prüfungsanforderungen:* Für die Sekundarstufe II ist zu prüfen, inwieweit die Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung im Fach Informatik an die Bildungsstandards Informatik der Gesellschaft für Informatik von 2016 angepasst werden können.
- *Alternative Professionalisierungswege zur Gewinnung von Informatiklehrkräften:* Die geringe Zahl der Studienanfänger:innen im Lehramt Informatik sowie geburtenschwache Jahrgangskohorten lassen es aussichtslos erscheinen, dass die Nachfrage nach Lehrkräften im Fach Informatik durch die universitäre Ausbildung gedeckt werden kann. Die Probleme dürften im Grundschulbereich durch langsam wieder sinkende Schüler:innenzahlen geringer sein und den Umstand, dass sich dort Unterrichtsein-

heiten Informatik in den Sachunterricht integrieren lassen. Für die Sekundarstufen I und II bedarf es aber dringend systematischer und zahlenmäßig hinreichender, alternativer Professionalisierungswege. Gerade Länder, die den flächendeckenden Informatikunterricht erst beginnen, sollten alternative Professionalisierungswege für alle Schulformen aufbauen und bewerben. Dabei bedarf es sowohl zeitlich verkürzter Sofortmaßnahmen in Kursen der Landesinstitute oder Zentren für Lehrkräftebildung als auch längerer Professionalisierungsmaßnahmen unter Einbindung von Universitäten.

Die SWK weist darauf hin, dass kurze Fortbildungen, wie sie aktuell in einigen Ländern als kurzfristige Sofortmaßnahmen durchgeführt werden, in der Regel kein Instrument darstellen, um qualifizierte Lehrkräfte für das Fach Informatik auszubilden. Gleichzeitig akzeptiert die SWK aber auch, dass die große kurzfristige Nachfrage nach Informatiklehrkräften dies erfordert, solange diese nach einigen Jahren auch in längerfristige und wissenschaftlich fundierte Zertifikatskurse in Kooperation mit lehrkräftebildenden Universitäten eingebunden werden.

Bei den längerfristigen Weiterbildungsmaßnahmen zur Lehrbefähigung bzw. Unterrichtsgenehmigung ist eine organisatorische Trennung von Lehrkräften der gymnasialen und nichtgymnasialen Sekundarstufe aufgrund der unterschiedlichen Inhalte, Verarbeitungstiefen und Unterrichtskulturen geboten, sowie eine Abspaltung von Zertifikatskursen für die gymnasiale Oberstufe.

Die Teilnahme an Qualifizierungsmaßnahmen für ein Drittfach im Dienst stellt immer eine besondere Belastung dar und sollte daher angemessen durch eine Reduzierung der Unterrichtsverpflichtung der Teilnehmenden für die Dauer der Qualifizierungsmaßnahme erleichtert werden. Erprobte Konzepte dazu gibt es in Niedersachsen und Schleswig-Holstein (s. Kap. 2.2.2).

- *Ausbau der Seiten- und Quereinstiegsmaßnahmen für Informatiklehrkräfte:* Um den Lehrkräftebedarf im Fach Informatik decken zu können, wird empfohlen, Seiteneinstiegsprogramme für gymnasiale und nichtgymnasiale Bildungsgänge in der Sekundarstufe I ebenso auf- bzw. auszubauen wie die universitären Lehramtsstudiengänge: Für den *Seiteneinstieg* in das Informatik-Lehramt ist aus Sicht der SWK der Ein-Fach-Seiteneinstieg mit Konzentration auf das Fach Informatik zu präferieren. Ein Modell der zweijährigen berufsbegleitenden Professionalisierung mit reduziertem Stundendeputat sowie fachdidaktischen und pädagogisch-psychologischen Modulen in der

Qualifikation erscheint angemessen. Die bislang vorherrschende Praxis, dass die Qualifikationsangebote primär in Einrichtungen der zweiten und dritten Phase der Lehrkräftebildung verantwortet werden, wird kritisch gesehen. Die SWK empfiehlt hier dringend, entsprechende Angebote in Kooperation zwischen lehrkräftebildenden Universitäten und Einrichtungen der zweiten und dritten Phase zu gestalten.

Der *Quereinstieg* für (insb. weibliche und zugewanderte) Personen mit verwandten Abschlüssen aus IT-Berufen in den Schuldienst sollte erleichtert werden. Der Einstieg sollte mentoriell gut begleitet werden. Für Mangelfächer wie Informatik sollte bei zugewanderten Lehrkräften nur das Sprachlevel C1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für den Eintritt in den Schuldienst verlangt werden.

- *Weiterentwicklung der Lehramtsstudiengänge Informatik:* Die Verfügbarkeit des Faches Informatik im Lehramt sowie die Attraktivität des Lehramts Informatik müssen gesteigert werden. Bislang ist das Lehramt Informatik an 50 lehrkräftebildenden Hochschulen in Deutschland studierbar, allerdings ist nur an 27 Standorten die Didaktik des Informatikunterrichts professoral vertreten. Die geringen Anfängerzahlen im Lehramt Informatik sind enttäuschend, betrachtet man gleichzeitig die stetig wachsenden Zahlen der Anfänger:innen im Hauptfach Informatik. Es wird nötig sein, das Lehramt Informatik an lehrkräftebildenden Hochschulen sehr viel stärker zu bewerben als dies in der Vergangenheit erfolgt ist. In Lehramtsstudiengängen sollte die Kombination von Informatik mit anderen Fächern grundsätzlich nicht eingeschränkt werden. Die Option eines Ein-Fach-Studiums für das Lehramt Informatik, das laufbahnrechtlich den Zweifächer-Studienabschlüssen gleichgestellt ist, sollte geschaffen werden.
- *Ausbau der Nachwuchsförderung in der Didaktik der Informatik:* Die SWK sieht einen langfristigen Bedarf, die Professuren für die Didaktik der Informatik weiter auszubauen. Gleichzeitig fehlt es in der Didaktik der Informatik an qualifiziertem wissenschaftlichen Nachwuchs (WR, 2020). Die SWK schließt sich der Forderung des Wissenschaftsrats an, die Forschung und Nachwuchsförderung im Bereich Didaktik der Informatik in Deutschland auszubauen. Instrumente hierzu können beispielsweise Förderungen des BMBF im Rahmenprogramm Empirische Bildungsforschung sein. Dies fördert zu einem den Nachwuchs in der Disziplin und produziert zum anderen wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über Gelingensbedingungen eines lernförderlichen Informatikunterrichts.

3. Digitalisierung in der beruflichen Bildung

Die berufliche Ausbildung hat das Ziel, zukünftige Fachkräfte auszubilden, die in der Lage sind, die aktuellen und zukünftigen beruflichen Anforderungen erfolgreich zu bewältigen, und Chancengleichheit im Zugang zur Ausbildung zu gewährleisten (Baethge et al., 2019). Durch die Digitalisierung in der Arbeitswelt müssen in der Ausbildung allgemeine sowie berufsfeld- und berufsspezifische digitale Kompetenzen vermittelt werden und so Fachkräfte auch für die Gestaltung des digitalen Wandels ausgebildet werden. Bezogen auf die Chancengleichheit im Zugang zur Ausbildung und im Kompetenzerwerb sind drei Perspektiven wichtig: Erstens können digitale Technologien Zugangsbarrieren zur Ausbildung abbauen und zu einer Erhöhung von Inklusion in der Ausbildung beitragen, z. B. durch assistive Systeme. Zweitens weisen die Lernenden beim Eintritt in die berufliche Ausbildung und Berufsvorbereitung unterschiedliche digitalisierungsbezogenen Kompetenzen auf, die zu berücksichtigen und mögliche Benachteiligungen dadurch auszugleichen sind. Drittens sind die Betriebe unterschiedlich stark digitalisiert und bieten somit den angehenden Fachkräften unterschiedliche Chancen für den Erwerb allgemeiner sowie berufs(feld)spezifischer digitaler Kompetenzen. Digitale Lehr-Lernangebote schulischer und überbetrieblicher Bildungseinrichtungen sowie die Kooperation zwischen den Lernorten werden daher immer wichtiger.

Der Fokus dieses Kapitels liegt auf der Digitalisierung im Bereich der primären beruflichen Ausbildung im dualen System und im Schulberufssystem einschließlich der Berufsausbildungsvorbereitung im Übergangssektor. Bildungsangebote an berufsbildenden Schulen, die zur (Fach-)Hochschulreife führen, werden nicht berücksichtigt. Die Empfehlungen zu den allgemeinbildenden Schulen (Kap. 2) gelten auch für diese allgemeinbildenden Programme an berufsbildenden Schulen.

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der Digitalisierung in der Arbeitswelt auf Kompetenzziele sowie Curricula dargestellt und die Möglichkeiten technologiegestützten Lernens einschließlich des instruktionsbezogenen Zusammenwirkens der Lernorte betrachtet inkl. digital gestützter Verfahren beruflicher Kompetenzdiagnostik. Fragen der Professionalisierung des beruflichen Bildungspersonals an den verschiedenen Lernorten werden nur angerissen. Die Empfehlungen in Kapitel 4 für Lehrkräfte im allgemeinbildenden Schulsystem gelten genauso für Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen. Ausbildende Institutionen wie Betriebe, überbetriebliche Bildungsträger und berufliche Schulen sind zudem gefordert, mit Organisationsentwicklungsstrategien auf die Herausforderungen der Digitalisierung zu reagieren (Egloff-

stein et al., 2019; Eickelmann & Gerick, 2018; Ilomäki & Lakkala, 2018). Hierzu wurden mit Blick auf berufsbildende Schulen bereits Empfehlungen zu Infrastruktur, zum technischen Support und zur Schulentwicklung in der Stellungnahme der SWK (2021) gegeben, die hier nicht erneut aufgegriffen werden.

Als weiteres Strukturierungsmerkmal dienen die drei Sektoren: die Ausbildung im dualen System, das Schulberufssystem und der Übergangssektor sowie die berufsübergreifenden Fachrichtungscluster der kaufmännischen und gegenstandsbezogenen Berufe (Ausbildung überwiegend im dualen System) und der personenbezogenen Berufe (Ausbildung überwiegend im Schulberufssystem). Jeder dieser drei Sektoren unterliegt unterschiedlichen rechtlichen Rahmenbedingungen, in denen verschiedene Berufsbildungsakteure an unterschiedlichen Lernorten mit vielfältigen Interessen beteiligt sind, unterschiedliche Steuerungsmechanismen in der Bereitstellung von Ressourcen wirken und in denen inhaltliche Vorgaben und Maßnahmen der Qualitätssicherung heterogen sind. Bedingt dadurch richten sich die Empfehlungen in diesem Kapitel nicht nur an staatliche Akteure auf Bundes- und Länderebene, sondern erfordern Verständigungs- und Aushandlungsprozesse zwischen vielfältigen Akteuren aus verschiedenen rechtlichen, ökonomischen und politischen Kontexten.

Die berufliche Bildung steht vor der Herausforderung, Veränderungen im Beschäftigungssystem möglichst zeitnah aufzugreifen und über die Gestaltung von Bildungsgängen angemessen zu adressieren. Dabei bestehen Wechselwirkungen mit weiteren gesellschaftlichen Megatrends wie Nachhaltigkeit, die bei der Diskussion zur Weiterentwicklung der beruflichen Bildung unter einer Digitalisierungsperspektive mitgedacht werden müssen.

3.1 Digitalisierung in der Arbeitswelt und ihre Auswirkungen auf die berufliche Ausbildung

3.1.1 Veränderungen in Berufsfeldern und bei berufsfeldübergreifenden Kompetenzanforderungen

Durch Digitalisierung ausgelöste Dynamiken im Beschäftigungssystem, im Arbeitsmarkt und in der beruflichen Bildung werden aus der Perspektive von *Augmentation*, *Diffusion* und *Substitution* analysiert (Wilbers, 2021). Während *Augmentation* die Potenziale der Erweiterung menschlichen Arbeitsvermögens im Zusammenwirken mit Technologien ins Zentrum stellt (Meier et al., 2019), untersucht der *Diffusionsansatz*, welche Prozess- und Produktinnovationen mit zunehmender Nutzung von Informationstechnik einhergehen und wie sich Anforde-

rungen an Tätigkeiten in industriellen Arbeits- und Geschäftsprozessen verändern (Zinke, 2019). Studien zu *Substituierungspotenzialen* digitaler Technologien fokussieren dagegen auf Veränderungen von Kerntätigkeiten und Arbeitsmarktbedarfen durch die Übernahme von Aufgaben durch digitale Technologien (Dengler & Matthes, 2015, 2018; Zika et al., 2018; Zika et al., 2021). Letztere prognostizieren weniger einen quantitativen Verlust an Beschäftigungsmöglichkeiten als vielmehr Verschiebungen zwischen Branchen, Berufen sowie Anforderungsniveaus. Dabei zeigen sich allerdings abhängig von Branchen und Unternehmensgrößen sehr unterschiedliche Entwicklungsverläufe (Tiemann et al., 2021). Unabhängig von der analytischen Perspektive zeigt sich, dass durch Digitalisierung neue Produkte, Arbeitsmittel, Werkzeuge und Technologieanwendungen entstehen, sich Arbeitsprozesse und Arbeitsorganisation verändern, und damit auch die Anforderungen an berufliche Kompetenzen. Dies allein erfordert eine kontinuierliche Überarbeitung von beruflichen Curricula sowie die Weiterentwicklung und den Ausbau von beruflichen Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten. Eine zukunftsgerichtete berufliche Ausbildung muss daher über eine bloße Anpassung an aktuelle Qualifikationserfordernisse hinausgehen. Auch die Potenziale digitaler Technologien für die Qualitätsentwicklung in der beruflichen Bildung auf allen Ebenen müssen erschlossen und genutzt werden (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), 2022).

Zur Darstellung der Veränderungen in den Berufsfeldern und bei Kompetenzanforderungen wird eine grobe Clusterung basierend auf den von der KMK für die Lehrkräftebildung definierten beruflichen Fachrichtungen gewählt (KMK, 2019b).¹⁸ Daher wird im weiteren Verlauf des Kapitels zwischen kaufmännisch-verwaltenden Berufen (vor allem produktionsbezogene Dienstleistungen und Handel), gegenstandsbezogenen Berufen (vor allem produktionsintegrierte Tätigkeiten), und personenbezogenen Berufen (Erzieher:in und sozialpädagogische Berufe, hauswirtschaftliche Berufe, Körperpflege- und Gesundheitsberufe) unterschieden. Die Darstellung des Forschungsstandes zu den durch die Digitalisierung bewirkten Entwicklungen erfolgt exemplarisch anhand einzelner Berufe.

¹⁸ Die von der KMK definierten beruflichen Fachrichtungen entsprechen nicht den Berufsfeldern, die sich an der Klassifikation der Berufe (KldB 2010) orientieren. Über die Ausbildungsberufe lassen sich allerdings Bezüge zur KldB herstellen.

Entwicklungen in kaufmännisch-verwaltenden Berufen

Die Digitalisierung in kaufmännisch-verwaltenden Berufen und die sich daraus ergebenden Implikationen für Kompetenzanforderungen werden vor allem unter der Perspektive von Arbeitsmitteln und -technologien, Entwicklungen in der Organisation und Steuerung zentraler betrieblicher und betriebsübergreifender Geschäftsprozesse sowie veränderter, neuer Geschäftsmodelle beschrieben (Geiser et al., 2021).

Je nach kaufmännischem Tätigkeitsbereich differenzieren sich die genutzten digitalen Technologien zur Bearbeitung kaufmännischer Vorgänge und Prozesse stärker aus: Zu nennen sind hier exemplarisch branchenspezifische ERP-Systeme (*Enterprise Resource Planning*), die schon länger im Einsatz sind, jedoch mit wachsender Digitalisierung neben der Echtzeitmodellierung von Daten eine wachsende Komplexität in den Daten zu Produkten, Umsätzen, Kunden- oder Wettbewerberverhalten aufweisen. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) zur Steuerung von Lieferketten, virtuelle Assistenzsysteme (z. B. *Chatbots*), E-Portale mit *Self-Service*-Funktionen bis hin zu *Social-Media*-Kanälen, die zu unterschiedlichen betrieblichen Zwecken (u. a. Marketing, Kundenkommunikation, Personalgewinnung) genutzt werden (Geiser et al., 2021), sind weitere Beispiele für digitale Arbeitsmittel und -technologien.

Gravierende Entwicklungen zeichnen sich im Hinblick auf neue Geschäftsmodelle (z. B. *Sharing Economy; Informationen als Wirtschaftsfaktor*) und in den Geschäfts- und Unterstützungsprozessen ab, also Kernbereichen kaufmännischer Tätigkeiten, allerdings mit deutlichen Differenzen zwischen den Berufen. Im bankwirtschaftlichen Bereich beispielsweise werden diese Veränderungen in den Tätigkeitsprofilen besonders deutlich: Serviceleistungen und Prozesse werden weiter automatisiert und z. B. einfache Finanzprodukte vollständig automatisiert vertrieben. Dadurch verschieben sich die Tätigkeiten von Bankangestellten auf den Bereich der Kundenberatung zu (komplexen) Finanzprodukten über multiple Kommunikationskanäle (Backer, 2017; Hackel, 2017). Ähnliche Entwicklungen lassen sich auch für traditionelle kaufmännische Berufe beobachten, in denen Routinetätigkeiten von automatisierten Systemen übernommen werden. Die Tätigkeiten der kaufmännischen Angestellten werden dadurch komplexer und fordern stärker Problembearbeitung, Informationsmanagement, Datenanalysen oder strategische Entscheidungen (Sachs et al., 2016, S. 11; Seibold & Stieler, 2016, S. 15; Kleemann & Glas, 2017; Wilbers, 2017, S. 23).

Digitalisierung, nochmals beschleunigt durch die Corona-Pandemie, verändert auch die *Organisation beruflicher Arbeit*. Mit steigendem Digitalisierungsgrad in Unternehmen (und durch Einbezug neuer Arbeitsmodelle wie *Crowd-* und *Clickworking*) kommt es zu Verschie-

bungen in der Zusammenarbeit weg von festen Arbeitsteams hin zu flexibler Einsetzbarkeit in verschiedenen Arbeitsbereichen und Teamstrukturen (Sachs et al., 2016). Erhebliche Veränderungen zeichnen sich auch in Kommunikation und Kooperation ab: Neben der schon länger genutzten *Groupware* für Zusammenarbeit (E-Mail, Kalender, Kontaktverzeichnisse) und etablierten Anwendungssystemen für das betriebliche Wissensmanagement gewinnen mit wachsender Digitalisierung für kaufmännische Angestellte Kollaborationsplattformen als „neuer Typus von Anwendungssystemen zur Unterstützung der räumlich verteilten Zusammenarbeit in Teams bzw. Projekten“ (Hardwig & Weißmann, 2021, S. 205) an Bedeutung. Die Veränderungen im Bereich digitaler Kommunikations- und Kooperationsstrukturen betreffen auch viele gegenstands- und personenbezogenen Berufe.

Entwicklungen in gegenstandsbezogenen Berufen

Zur Gruppe der gegenstandsbezogenen Berufe gehören sowohl Industriebetriebe als auch Handwerksbetriebe. Nahezu alle gegenstandsbezogenen Berufe sind von Veränderungen durch Digitalisierung betroffen, sei es durch Produkte, die mittels Digitalisierung flexibler gefertigt und individualisiert werden können (z. B. *On Demand* mit 3D-Druck) oder der eingesetzten Digitaltechnik (Arbeitsmittel, Datenerfassung) und damit verbundenen Prozessabläufen und Kommunikationswegen.

Am stärksten betroffen sind die Informations- und Kommunikationstechnik-Berufe (Winkler & Schwarz, 2021). Dabei variieren die Veränderungen in Tiefe und Fortschritt zwischen den Berufen, aber auch innerhalb eines Berufes zum Teil erheblich. Es gibt bereits bedeutsame Veränderungen von Tätigkeiten und Aufgaben beim IT-gestützten Messen und Prüfen, der Gewährleistung von IT-Sicherheit, der digital unterstützten Fehlersuche, beim Datenmanagement sowie bei prozessunterstützenden Tätigkeiten unter Verwendung von IT (Zinke, 2019, 50f.; Spöttl et al., 2016). Diese Veränderungen werden sich weiter verstärken und damit auch die Verantwortlichkeit von Fachkräften steigern. Dafür ist ein vertieftes Verständnis von Maschineninteraktionen, vernetzten Prozessen und Steuerung über IT-Systeme nötig (z. B. Conein, 2020; Wilbers & Windelband, 2021). Genutzte Geräte und Systeme sind weniger haptisch und optisch zugänglich, der Nachvollzug bzw. die Steuerung und Kontrolle von Prozessen erfordert daher die Analyse und Interpretation von Systemdaten (z. B. Abele, 2018; Link & Geißel, 2015; Norwig et al., 2021) bzw. Kompetenzen im Umgang mit komplexen Datenstrukturen und den darin modellierten Zusammenhänge (Geiser et al., 2021; Seeber et al., 2019; Wilbers & Windelband, 2021).

Auch im Handwerk ändern sich durch den Einsatz digitaler bzw. *smarter* Technologien die Anforderungen, z. B. bezogen auf die Kommunikation mit Dienstleistern und Kunden (Zinke, 2019). In einer aktuellen bitkom-Studie geben 68 Prozent der befragten Betriebe an, mindestens eine digitale Technologie oder ein digitales Verfahren zu nutzen, z. B. *Cloud Computing*, Drohnen oder *Extended Reality (XR)*-Technologien (Zentralverband des deutschen Handwerks, 2022). In Medienberufen (z. B. Mediengestaltung Digital und Print) ist die Digitalisierung schon sehr weit vorangeschritten. Verbreitet sind Prozessnetze mit digital organisiertem Workflow. Fachkräfte übernehmen IT-gestützt komplette Projektabwicklungen (Zinke, 2019, S. 65f.). Weniger von der Digitalisierung betroffen scheinen Tätigkeiten in der Baubranche, z. B. im Straßenbau (Zinke 2019) und im Maurerhandwerk (Felder et al., 2021).

Entwicklungen in personenbezogenen Berufen mit Schwerpunkt auf Pflegeberufe

Die personenbezogenen Dienstleistungsberufe umfassen Gesundheits-, Erziehungs- und Sozialberufe und bilden keine homogene Berufsgruppe. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Gesundheitsberufe – und hier exemplarisch auf die Pflege –, die quantitativ größte Gruppe unter den Gesundheitsberufen (Richter et al., 2022).¹⁹

Der veränderte Qualifikationsbedarf in der Pflege ergibt sich durch aktuelle Entwicklungen auf technischer Ebene und auf Prozessebene, die aufgrund der Spezifitäten des Pflegeberufs (u. a. Interaktion mit Kranken bzw. Pflegebedürftigen, Kooperation und Kommunikation mit anderen Berufsgruppen im beruflichen Handlungsfeld, Reflexion und Prozessorientierung) je nach Pflegesetting sehr unterschiedlich ausfallen können. In Pflegeberufen finden zunehmend technologiegestützte Systeme Eingang, die Routinetätigkeiten erleichtern und neue Wege der Kommunikation ermöglichen (Evans & Hilbert, 2019, 178f.). Innovative und automatisierte Dokumentationssysteme reduzieren den zeitlichen Aufwand von Dokumentationspflichten. Digital vernetzte sensorbasierte Monitoring- und Alarmsysteme unterstützen die pflegerische Prophylaxe und Therapie²⁰. Auch in Förderung von Prävention und Rehabilitation zeigt sich Potenzial digitaler Technologien, z. B. bei AR-Technologien im Rahmen des Wundmanagements (Mischak et al., 2020). Durch den Einsatz patientennaher Digitaltechnik

¹⁹ Ausführungen zu den Veränderungen im Bereich der sozialpädagogischen Berufe finden sich in Kap. 1.1.4.

²⁰ Siehe hierzu z. B. das Projekt *SomaCare* an der TH Köln.

werden Pflegesituationen aber auch komplexer, da sich die Anzahl der digital ermittelten Situationsmerkmale erhöht.

Digitale Pflegevisiten oder *Chatbots* bei Krankenhausaufenthalten entwickeln sich als neue Kommunikationswege (Mornhinweg, 2018). Der Einsatz humanoider Robotertechnik (*Pflege-roboter*) kann die Pflegenden zwar entlasten, damit einher gehen aber auch zahlreiche ethische Fragen (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018, S. 1; Booth et al., 2021, S. 2). Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung haben sich auch algorithmische Analyseverfahren auf der Grundlage großer Datenmengen entwickelt. In Zusammenhang mit diesen Entwicklungen werden im Bereich der Pflege auch Risiken wie die Herabsetzung des Anforderungsniveaus, der Deprofessionalisierung bis hin zu einer Dequalifizierung durch Automatisierungsprozesse diskutiert (Becka et al., 2017, 8f.; Hülsken-Giesler, 2015).

Veränderungen bei berufsfeldübergreifenden Kompetenzanforderungen

Aus den Veränderungen von Arbeitsprozessen, Organisationsformen und Produkten durch Digitalisierung ergeben sich höhere Anforderungen an personale und soziale Kompetenzen wie Team- und Kommunikationsfähigkeit für die Zusammenarbeit mit anderen Fachkräften, in multiprofessionellen Teams oder in projektförmig organisierter Arbeit. Die Fähigkeit und Bereitschaft selbstreguliert zu lernen sowie Flexibilität werden verlangt. Zudem folgt für die berufliche Ausbildung in allen drei Feldern auch Kompetenzen für eine proaktive Gestaltung von Arbeitsbedingungen und für eine aktive Mitwirkung bei der digitalen Transformation zu fördern (Geiser et al., 2021). Insbesondere zählen dazu Kompetenzen für die Gestaltung der Beziehung zwischen Mensch und digitaler Technologie (Winther, 2019), vor allem bezogen auf technikinduzierte Kontroll- und Steuerungsstrategien (Baethge-Kinsky et al., 2018, S. 99). Zum souveränen Umgang mit digitalen Technologien und damit zum kompetenten beruflichen Handeln in digitalisierten Arbeitskontexten gehören daher auch digitalisierungsbezogene ethisch-reflexive Kompetenzen zur Einschätzung von Grenzen und Gefahren der Technologien.

Im Einzelnen lassen sich auf Basis vorliegender Studien – trotz aller Unterschiedlichkeit und Heterogenität digitalisierungsbezogener Veränderungen in den Berufen – übergreifende Kompetenzen (Wilbers, 2019) ableiten, die durch die Digitalisierung in der Arbeitswelt an Relevanz gewinnen und auch in engem Bezug zu den *Future Work Skills* (IFTF, 2011) stehen:

- Abstraktionsfähigkeit, analytisches und symbolisches Denken (Winther, 2019), ein Verständnis soziotechnischer Systeme²¹, kritisches Denken und Problemlösekompetenzen, Flexibilität, Adaptivität, Kreativität (Bakhshi et al., 2017, S. 14f.) sowie Resilienz (OECD, 2019, S. 62f.);
- personale, kooperative, kommunikative und interkulturelle Kompetenzen (Bakhshi et al., 2017) zur Arbeit in analogen, agilen, virtuellen, auch interprofessionellen Teams, zur Interaktion mit Geschäftspartnern, Kunden und Klienten;
- Kompetenzen kritischer und systematischer Reflexion (Härtel et al., 2018) sowie zur proaktiven Gestaltung veränderter Arbeitsbedingungen;
- Kompetenzen zur Selbststeuerung der Organisation von Arbeit sowie des Lernens (Bakhshi et al., 2017, S. 14f.) als wesentlicher Faktor für die Weiterentwicklung von Kompetenzen und beruflicher Handlungsfähigkeit.

3.1.2 Digitalisierung in den berufsbildenden Curricula der drei Sektoren

Aufgrund unterschiedlicher rechtlicher Regelungen und Verantwortlichkeiten in der Entwicklung und Durchsetzung der Curricula wird nachfolgend sektorenspezifisch (duales System, Schulberufssystem und Übergangssektor²²) dargestellt, inwiefern die oben genannten Kompetenzen in den Curricula verankert sind.

Sektor I: Digitalisierung in Curricula des dualen Systems

Kompetenzziele und Ausbildungsinhalte (einschließlich der Regelungen zu Zwischen- und Abschlussprüfungen in Verantwortung der Kammern) sind bei den dualen Ausbildungen in Form standardisierter Vorgaben in den Ausbildungsordnungen (betriebliche und überbetriebliche Lernorte) und Rahmenlehrplänen (Berufsschule) festgelegt. Den Veränderungen in der Arbeitswelt wird zum Teil mit einer Flexibilisierung der Strukturmodelle für Berufe entsprochen. Ab dem Jahr 2000 ermöglichen z. B. Berufe mit Wahlqualifikationen eine spezifische

²¹ „Ein System wird als ‚soziotechnisch‘ bezeichnet, um die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen sozialen und technischen Systemen hervorzuheben und zu untersuchen [...]. Dabei werden soziale [(z. B. Berufs- oder Altersgruppen)] und technische Systeme zu Teilsystemen des soziotechnischen Systems (STS).“ (Karafyllis, 2019)

²² Berufsvorbereitungsjahr (BVJ), Berufsgrundbildungsjahr (BGJ), Berufsfachschule (BFS)

Profilbildung und ab dem Jahr 2005 ermöglichen Berufe mit Zusatzqualifikation eine Profilerweiterung. In der Zeit von 2011 bis 2020 wurden 122 Ausbildungsberufe neu geordnet, davon 118 modernisiert und vier neu geschaffen (Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), 2021a, S. 62f).

Ausbildungsordnungen (betriebliche und überbetriebliche Lernorte)²³

Für die Perspektive des Gutachtens ist besonders relevant, dass die Standardberufsbildpositionen insgesamt modernisiert wurden und in allen seit dem 01.08.2021 in Kraft getretenen (neuen und modernisierten) Ausbildungsordnungen die Standardberufsbildposition *Digitalisierte Arbeitswelt* (BIBB, 2021b) aufgenommen wird, in der die Förderung allgemeiner und berufs(feld)spezifischer digitaler Kompetenzen explizit als Ziel beruflicher Ausbildung verankert ist. Der Hauptausschuss des BIBB empfiehlt zudem, die modernisierten Standardberufsbildpositionen für sämtliche Ausbildungsberufe – auch jene mit vor 2021 in Kraft getretenen Ausbildungsordnungen – anzuwenden (BIBB, 2020, S. 1). Betriebe und Berufsschulen werden mit der Position zur digitalisierten Arbeitswelt aufgefordert, grundlegende Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien zur Herstellung von Produkten und Dienstleistungen, zur Kommunikation und Kooperation, zur Recherche, zur Informationsbeschaffung und -weiterverarbeitung sowie zu Datenschutz und Datensicherheit bezogen auf eigene und betriebliche Daten zu vermitteln. Auch werden reflexive Kompetenzen angesprochen wie das Einschätzen etwaiger Risiken bei der Nutzung digitaler Medien etwa in digitalen kommunikativen und kollaborativen Handlungssituationen. Ein weiterer, umfassend aufgenommener Bereich sind Kompetenzen zum selbstgesteuerten und lebenslangen Lernen mit digitalen Medien. Insgesamt werden in dieser Standardberufsbildposition die eingangs genannten digitalen Kompetenzen sehr umfassend adressiert.

Gegenstandsbezogene Berufe

Den veränderten Anforderungen in den beruflichen Handlungsfeldern wird bislang überwiegend konservativ mit der Einführung oder Ergänzung von Zusatzqualifikationen begegnet. Dies betrifft 16 der seit dem Jahr 2005 neu geordneten Berufe. Die technologiegetriebenen

²³ Zu den Lernorten siehe Kap. 3.1.5.

Entwicklungen in der industriellen Produktion durch das *Internet der Dinge* und der Verbreitung cyber-physischer Systeme²⁴ (M. Becker et al., 2021b) können hier bald eine weitere Überarbeitung der Ausbildungsordnungen nötig machen. Nur die IT-Berufe wurden komplett neu geordnet um der zunehmenden Vernetzung, dem Thema *Big Data*, dem Einsatz von KI sowie *IT-Security* Rechnung zu tragen, teilweise indem neue Profile eingeführt wurden.

Kaufmännisch-administrative Berufe

Eine Analyse von kaufmännischen Ordnungsmitteln zeigt, dass digitalisierungsbezogene Inhalte deutlich stärker in den Ausbildungsordnungen für den Lernort *Betrieb* adressiert sind als in den Rahmenlehrplänen für die beruflichen Schulen (Zarnow et al., 2020). Über den Zeitverlauf betrachtet, weisen jene Berufe, deren Neuordnung bzw. Modernisierung weniger als zehn Jahre zurückliegt, in Ausbildungsordnung und Rahmenlehrplan deutliche Annäherungen in den Digitalisierungsbezügen auf. In den letzten vier Jahren wurden einige kaufmännische Berufe neu geordnet (z. B. *Bankkaufmann/-kauffrau*, *Kaufmann/-frau für Groß- und Außenhandelsmanagement*, neu: *Kaufmann/Kauffrau im E-Commerce*). Hier finden sich explizit digitalisierungsbezogene Kompetenzziele, allerdings bleibt die Modernisierung deutlich hinter den Erfordernissen einer auf Gestaltung des digitalen Wandels ausgerichteten Ausbildung zurück. Auch wurden die beiden kaufmännischen IT-Berufe *IT-System-Kaufmann/-frau* und *Informatikkaufmann/-frau* sowie weitere kaufmännische Berufe wie *Kaufmann/Kauffrau für Versicherung und Finanzen*; *Hotelfachmann/-frau*; *Kaufmann /-frau für Hotelmanagement* neu geordnet.

Rahmenlehrpläne (Lernort Berufsschule)

Von den Berufsschulen wird gefordert, auf Basis der lernfeldstrukturierten Rahmenlehrpläne schulische Curricula für die einzelnen Berufe auszuarbeiten, um anschließend Lehr-Lernsituationen auf dieser Grundlage zu entwickeln. Das heißt, auf der Ebene der berufsschulischen Curricula sind allgemeine und berufs(feld)spezifische digitalisierungsbezogene sowie berufsübergreifende und berufsspezifische Kompetenzziele zu konkretisieren, Lerninhalte sind aus-

²⁴ „Cyberphysische Systeme (auch ‚cyber-physische Systeme‘ geschrieben, nach engl. ‚cyber-physical systems‘) sind Systeme, bei denen informations- und softwaretechnische mit mechanischen Komponenten verbunden sind, wobei Datentransfer und -austausch sowie Kontrolle bzw. Steuerung über eine Infrastruktur wie das Internet in Echtzeit erfolgen.“ *Gabler Wirtschaftslexikon* (2021)

zuwählen, zu strukturieren sowie Lernsituationen auszuarbeiten – dann auch mit Entscheidungen über zu nutzende digitale berufs(feld)typische Technologien, digitale Universalmedien und zu nutzende digitale Lernmedien mit Blick auf fachliche und überfachliche Ziele.

Bei den modernisierten und neu geschaffenen Ausbildungsberufen der letzten Jahre wurden auch in den Rahmenlehrplänen die Bezüge zu Digitalisierung deutlich geschärft. So zeigt sich in verschiedenen beruflichen Rahmenlehrplänen unlängst modernisierter Berufe, dass bei einem Großteil der Lernfelder Rechercheaufträge mit digitalen Medien, vor allem digitalen Universalwerkzeugen, und Präsentationen mit analogen und digitalen Medien verankert sind. Ebenso wurden in vielen modernisierten Berufen auch berufsübergreifende Kompetenzen, vor allem zur (digitalen) Kommunikation und Kollaboration, als Bildungsziele explizit aufgenommen. Reflexionen der Herstellungs- und Geschäftsprozesse werden in den Rahmenlehrplänen angeregt, jedoch ist das Thema der Mitgestaltung von Schnittstellen zwischen Menschen und Technik wenig präsent. Dies betrifft auch die oft fehlende kritische Reflexion branchenüblicher Software und der dort hinterlegten Algorithmen, z. B. im gesamten Bereich von Finanzen und Controlling bei kaufmännischen Berufen. Daher ist es mit den modernisierten Rahmenlehrplänen auch nicht gelungen, der Entkopplung berufsschulischer Lernprozesse von digitalen Transformationsprozessen an den Arbeitsplätzen entgegenzuwirken. Hier kommt auf die beruflichen Schulen eine umfängliche Aufgabe in der Ausarbeitung zukunftsgerichteter schulischer Curricula zu, insbesondere auch in der weiteren didaktischen Konzeptualisierung und Ausarbeitung adäquater Lernsituationen, um die Auszubildenden zukunftsfest auf eine Berufstätigkeit in einer digitalisierten Arbeitswelt vorzubereiten. Modernisierungen in Ausbildungsordnungen, gerade auch bei kleinteiligen Berufsbildern, binden jedoch auch viele Ressourcen in den beruflichen Schulen bei der Ausarbeitung der schulischen Curricula. Inwieweit die Berufsschulen innerhalb eines Bundeslands diese synchronisieren, kooperativ und arbeitsteilig vorgehen und somit auf schulübergreifende Ausarbeitungen zurückgreifen, dürfte zwischen den Ländern variieren.

Sektor II: Digitalisierung in Curricula des Schulberufssystems

Im Schulberufssystem ist nach landes- und bundesrechtlichen Berufen zu differenzieren. Hier eignen sich wieder die Pflegeberufe als Beispiel, weil dort Ausbildungen nach beiden Regelkreisen zu finden sind. In der seit 2020 zugrunde gelegten Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die generalistische Pflegeausbildung nach Bundesrecht ist ein Digitalisierungsbezug nur marginal gegeben. Bezogen auf die beruflichen Inhalte ist er lediglich in

Bezug auf digitale Dokumentationssysteme zu finden und im Begriff der technischen Assistenzsysteme. Darüber hinaus wird ein Digitalisierungsbezug im Zusammenhang mit der Übernahme von Eigeninitiative und Verantwortung für das eigene Lernen hergestellt. Ein expliziter Bezug zur Digitalisierung, z. B. unter KI-Gesichtspunkten, findet sich in den Kompetenzformulierungen der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung nicht wieder. Die anzubahrenden digitalen Kompetenzen der angehenden Pflegefachkräfte sind in den Rahmenplänen als begriffliche Komponente an ausgewählten Stellen zwar enthalten, jedoch rein technisch und ohne Bezug zu den durch die KMK-Strategie formulierten sechs Kompetenzbereichen²⁵ (KMK, 2017, S. 15ff.) und im Kontext spezifischer Pflegesituationen. Der Umgang mit digitalen Messinstrumenten (S. 48), digitalen Hilfsmitteln (S. 44), digitaler Dokumentation (S. 42), Notfallsystemen (S. 110) oder digitalen Assistenzsystemen (S. 135) wird aufgeführt, welche Kompetenzziele dabei zu adressieren sind, bleibt aber den Ausbildungsinstitutionen überlassen (alle Seitenangaben: Fachkommission nach § 53 Pflegeberufegesetz, 2019). Bezogen auf die einzelnen sechs Kompetenzbereiche der KMK-Strategie bleibt festzuhalten, dass der Kompetenzbereich zur Kommunikation und Kooperation insbesondere im Zuge der interprofessionellen Zusammenarbeit in der Pflege (Carron et al., 2021; Wittmann et al., 2020) eine hohe Bedeutung entfaltet. Dies betrifft auch die Kommunikation über digitale Medien mit den zu Pflegenden und ihren Angehörigen (z. B. *Telenursing*). Beides ist bislang nicht fundiert genug curricular verankert. Im Rahmen des Kompetenzbereichs der Analyse und Reflexion stellen sich ethische Fragen durch den Einsatz von digitaler Technik (Remmers, 2000, 2018), die zu wenig fallorientiert curricular eingebunden sind. Die deduktiv angelegten curricularen Einheiten (CE) der Rahmenpläne bieten gerade mit Blick auf die Besonderheit der Digitalität nur teilweise Orientierung; hier könnte der *NursingAI*-Kompetenzrahmen für technologiebezogene Kompetenzen in der Pflegepraxis Perspektiven erweitern und die Curricula zukunftsgerichteter gestalten helfen (Mink et al., 2021).

Ähnliches gilt auch für die nach Landesrecht ausgebildeten Pflegehelfer:innen. Die Ausbildungen in der Kranken- und Altenpflegehilfe unterliegen landesrechtlichen Regelungen und zeigen sich bereits mit Blick auf die Berufsbezeichnung²⁶ sehr heterogen. Die Unterschiede

²⁵ Die von der KMK formulierte Forderung nach „fachlichen Zielstellungen in der Kultur der Digitalität“ (KMK, 2021b, S. 7) wurde bisher für den Pflegeberuf ebenfalls nicht eingelöst. Hieran knüpfen sich genauso fachwissenschaftliche und fachdidaktische Fragestellungen an.

²⁶ Generalistische Gesundheits- und Krankenpflegehilfe (Bremen); Gesundheits- und Krankenpflegehilfe (Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Rheinland-Pfalz); Gesundheits- und Pflegeassistenz (Hamburg); Kranken-

betreffen zudem die Schulform als auch die Möglichkeit, im Rahmen der Ausbildung einen Schulabschluss zu erwerben (Jürgensen, 2019, 97ff.). Die Heterogenität spiegelt sich ebenfalls auf der Ebene institutioneller Zuständigkeiten, akteursbezogener Einbindung und vor allem in der curricularen Ausgestaltung wider (ebd.). Die *Eckpunkte für die in Länderzuständigkeit liegenden Ausbildungen zu Assistenz- und Helferberufen in der Pflege* der Gesundheitsministerkonferenz (GMK) sowie Mindestanforderungen der Arbeits- und Sozialministerkonferenz (ASMK) erwähnen die Digitalisierung nicht ein einziges Mal explizit (BMFSFJ & BMG, 2016). Auch hier bleibt es also den Schulen überlassen, inwiefern Digitalisierungsaspekte berücksichtigt werden. Aussagekräftige empirische Studien hierzu liegen nicht vor.

Sektor III: Digitalisierung in Curricula des Übergangssektors

Die Digitalisierung der Lebens- und Arbeitswelt berührt die Kompetenzziele und Inhalte der Angebote des Übergangssektors unter drei Perspektiven: Die Angebote sollen anschlussorientiert an eine berufliche Ausbildung und möglichst auch anrechenbar auf das erste Ausbildungsjahr sein. Zugleich zielen die (meisten) Maßnahmen auch auf den Erwerb oder die Verbesserung allgemeinbildender Schulabschlüsse, womit zugleich Berufswahlmöglichkeiten verbessert bzw. erweitert werden sollen. Schließlich wird mit Blick auf die spezifischen Zielgruppen des Übergangssektors der Subjektbezug und die Ausrichtung an individuellen Lern-, Berufsorientierungs- und Unterstützungsbedarfen in Rahmenrichtlinien betont. Das heißt hier stehen Lehrkräfte vor der Herausforderung, die auf eine digitale Lebenswelt bezogenen Kompetenzen mit jenen auf berufs(feld)spezifische Kompetenzen für eine digitale Arbeitswelt in den Lernangeboten zu verknüpfen, damit Abschluss- und Anschlussorientierung gelingen.

Die Adressierung digitaler Kompetenzen ist abhängig vom Stand in den jeweiligen berufsfeldbezogenen Rahmenlehrplänen. Es liegen keine Erkenntnisse vor, welchen Implementationsgrad die curricularen Vorgaben tatsächlich erreichen. In den KMK-Empfehlungen zum Übergangssystem (KMK, 2013) wird darauf verwiesen, dass die Curricula im Übergangssystem sich an den Zielen und Inhalten der anerkannten Ausbildungsberufe orientieren sollten. Die von der KMK ebenfalls empfohlenen, bundesweit anerkannten Qualifizierungs- und Ausbildungsbausteine, die auf eine anschließende Ausbildung angerechnet werden, wurden bis-

und Altenpflegehilfe (Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen); Krankenpflegehilfe (Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt); Pflegehilfe (Schleswig-Holstein); Pflegeassistent (Niedersachsen, Saarland); Pflegefachassistent (Nordrhein-Westfalen).

lang für die berufliche Erstausbildung in einem kleinen Segment von Ausbildungsberufen lediglich erprobt (Euler & Frank, 2021, S. 206ff.). Alles in allem ist bislang kaum davon auszugehen, dass digitale Kompetenzen und die erörterten übergreifenden Kompetenzen in den Bildungsgängen des Übergangssystems curricular verankert sind. Vorliegende Verankerungen, z. B. in medienbezogenen Lernfeldern bzw. curricularen Bausteinen, greifen zu kurz für den Aufbau grundlegender digitaler Kompetenzen, die eine wichtige Grundlage für die Teilhabe in der Lebens- und Arbeitswelt von heute und morgen darstellen.

3.1.3 Digitale Medien und Technologien in beruflichen Lehr-Lernprozessen

Für die in beruflichen Ausbildungsprozessen genutzten digitalen Medien und Technologien gilt – wie für alle Lernprozesse – das Primat des Berufspädagogischen und Didaktischen. Maßgeblich sind zu erreichende Kompetenzziele und zu schaffende Verbindungen zwischen berufstypischen Anforderungssituationen und der für die Bewältigung erforderlichen Formen des Wissens, der Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch Einstellungen und Wertorientierungen. Aktuelle Probleme der Ausbildung werden in der Abstraktheit, Linearisierung und Parzellierung von Zielen und Inhalten von Unterricht und Ausbildung sowie auf die mit wachsender Digitalisierung in den Unternehmen immer weniger direkt erfahrbaren internen Unternehmensprozesse gesehen (Winther, 2019). Hier bieten digitale Medien Chancen, den Zugang zu komplexen Zusammenhängen zu fördern sowie Prozesse und Vorgänge transparent zu machen (s. u.).

In Deutschland existiert eine Vielzahl an Initiativen zur Entwicklung und Implementation digitaler Technologien in die Lehr-Lernprozesse in der Ausbildung, denen aber eine sehr ernüchternden Forschungslage gegenübersteht. In den letzten Jahren sind viele Modellprojekte zur Förderung berufsfachlicher und berufsübergreifender Kompetenzen mit digitalen Medien und Technologien initiiert und gefördert worden²⁷, jedoch verbleiben aufgrund fehlender systematischer Begleitforschung, z. B. in Form von (randomisierten) Interventions- und Kontrollstudien, viele Fragen offen.

²⁷ Siehe Förderlinien *Digitale Medien in der beruflichen Bildung* (<https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/documents/digitale-medien-in-der-beruflichen-bildung.html>, aufgerufen am 27.07.2022), *Inno-VET* (https://www.inno-vet.de/innovet/de/home/home_node.html, aufgerufen am 27.07.2022); vgl. auch die Initiativen der Länder zur Einführung von Lernfabriken an beruflichen Schulen, z. B. in Baden-Württemberg (<https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/eine-million-euro-fuer-ausbildungsangebote-rund-um-kuenstliche-intelligenz/>, aufgerufen am 27.07.2022).

Gestaltung von Lehr-Lernsituationen

In welchem Verhältnis zum einen digitale Arbeitsmittel und Technologien, die vorrangig am Lernort *Betrieb* eingesetzt werden und nicht didaktisch strukturiert sind, zum anderen digitale Universalinstrumente des Alltags, z. B. mobile Endgeräte und Kommunikationswerkzeuge, sowie zum dritten digitale Lernmedien (Euler & Severing, 2019) in den Lernprozessen an den Lernorten bislang zum Einsatz kommen, ist kaum bekannt. Auch über die Lernergebnisse liegen wenig Erkenntnisse vor. Die vorliegenden, überwiegend deskriptiven Befunde zum Einsatz digitaler Medien in Betrieben, in überbetrieblichen Ausbildungsstätten und Berufsschulen lassen jedoch nicht erwarten, dass hier schon umfassende Nutzungsroutinen bei den Lernenden während der Ausbildung aufgebaut werden (Norwig et al., 2021; Winther, 2019). Darüber hinaus ist bei den Abwägungen zum Einsatz digitaler Medien für Lern- und Ausbildungsprozesse auch die Integrations- und Legitimationsfunktion beruflicher Ausbildung bzgl. individueller Förderung, Inklusion und Teilhabe einzubeziehen.

Erfahrungen im Einsatz digitaler Medien gibt es vor allem in der Nutzung von *Serious Games* oder *Unternehmenssimulationen*²⁸ in der Ausbildung in den verschiedenen Berufsfeldern. Hier werden diese teilweise seit vielen Jahren eingesetzt, um beispielweise Montage- und Reparaturabläufe in technischen Berufen zu visualisieren und einzuüben, (Problemlöse-) Kompetenzen in der Fehlersuche in technischen Systemen zu fördern, herausfordernde Handlungssituationen in Gesundheitsberufen zu simulieren, Abläufe der Problembewältigung zu trainieren (Abele et al., 2021), komplexe betriebliche Zusammenhänge in Geschäftsprozessen zu modellieren und der bestehenden Fragmentierung von Ausbildungsinhalten entgegenzuwirken (Spener & Schumann, 2021). Die dabei verfolgten Kompetenzziele sind heterogen. Sie reichen vom Trainieren bestimmter Fähigkeiten und (manueller) Fertigkeiten, über die Förderung bestimmter digitaler beruflicher Kompetenzen bis hin zur Entwicklung systemischen und vernetzten Wissens, komplexer beruflicher Problemlösekompetenzen und kommunikativer sowie kooperativer Kompetenzen.

Extended Reality (XR)-Technologien wie z. B. *Augmented* und *Virtual Reality (AR/VR)* können fehlende Einblicke in Wirkungszusammenhänge komplexer, automatisierter Maschinen und Anlagen in einer Vielzahl gewerblich-technischer Ausbildungen über Visualisierung un-

²⁸ *Serious Games* weisen einen *intendierten Lerninhalt* auf im Gegensatz zu Computerspielen, die rein auf Unterhaltung ausgerichtet sind. Sie „grenzen sich durch ihren spielerischen Charakter von eLearning Modellen und wissenschaftlichen Simulationen ab“ (Bopp, 2009, S. 3).

terstützen (Fehling, 2017) und auch soziales Lernen ermöglichen²⁹. Auch in kaufmännischen und gesundheitsberuflichen Ausbildungen kommen diese Technologien zunehmend zum Einsatz (Conrad et al., im Druck). Kärner et al. (im Druck) zeigen in einem Literaturreview zum Einsatz von *AR* auf, dass diese in sehr unterschiedlichen Berufsfeldern in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt wird. Die veröffentlichten Studienergebnisse verweisen auf insgesamt förderliche Effekte bezüglich des Kompetenzerwerbs und motivationaler Dispositionen. Allerdings sind die Befunde aufgrund von Stichproben und Studiendesigns nur begrenzt belastbar (Kärner et al., im Druck). Kritisch gesehen wird auch die teils fehlende didaktische Einbettung. Für den Bereich der Gesundheitsberufe werden zusammenfassend Belege dafür gesehen, dass die zeitgleiche Abbildung vieler unterschiedlicher patienten- und versorgungsbezogener Situationsmerkmale und die Darstellung ihrer Zusammenhänge insbesondere in *AR*- und *VR*-Szenarien gelingen kann (Koschel & Weyland, 2017, 2019; Maheu-Cadotte et al., 2020; Menon et al., 2021; Wüller et al., 2019). Internationale Befunde zur Nutzung von *AR* in der Ausbildung zu Gesundheitsberufen verweisen auf positive Effekte von *AR* im Vergleich zu traditionellen Lehr-Lernmaterialien. Insbesondere konnte über die Visualisierung von Zusammenhängen ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge und Funktionsweisen sowie der notwendigen medizinischen oder pflegerischen Behandlungen erreicht werden (Menon, 2021, 10ff.; Booth et al, 2021). Insgesamt sprechen erste Erkenntnisse also für erhebliche Lernpotenziale von *AR*- und *VR*-Technologien in beruflichen Kontexten, allerdings ist der Forschungsbedarf hinsichtlich der Wirkungen und vor allem der didaktischen Konzeptualisierung und Einbettung noch erheblich.

Entscheidungen für bestimmte digitale Medien und Technologien zur Erreichung ausgewählter fachlicher Lernziele sind auch mit Fragen der Förderung überfachlicher beruflicher Kompetenzen zu verbinden. Hier bieten digitale Arrangements wie Lernfabriken (Wilbers & Windelband, 2021), Planspiele (Kleinhans, 2018) oder *Social Augmented Reality* (Fehling, 2017) Chancen einer berufs- und fachübergreifenden Kooperation. Ein systematisches Review zum Einsatz digitaler Technologien für die Förderung von Kooperations- und Kommunikationsfähigkeiten von Schwendimann et al. (2015) kommt zu dem Ergebnis, dass die Forschungslage zur Nutzung digitaler *Tools (Computer-Supported Collaborative Learning Technologies, CSCL)* für die Förderung der prozess- und teamübergreifenden Zusammenarbeit im beruflichen Ausbildungskontext schmal ist. Die Stichproben der identifizierten 26 Studien

²⁹ www.social-augmented-learning.de (aufgerufen am 27.07.2022)

sind häufig sehr klein und wenig repräsentativ, sie beziehen sich überwiegend auf nur einen Berufsbereich und sind daher nicht generalisierbar. Die Mehrzahl der Studien wurde in der Schweiz und in Finnland durchgeführt (keine in Deutschland). Eine aktuelle Studie von Schottmann et al. (2021) deutet darauf hin, dass digitale Medien dann als kompetenzförderlich betrachtet werden, wenn sie eine domänen-, abteilungs- und prozess- und teamübergreifende Zusammenarbeit mehrerer Akteure ermöglichen und auf die Bewältigung nicht standardisierter Situationen abzielen.

Eine Studie zu angebotenen digitalen berufsbezogenen Lehr-Lernmaterialien auf einer Bildungsmesse im deutschsprachigen Raum im Jahr 2019, bei der knapp 100 Angebote gesichtet wurden, deutet ebenso ernüchternde Befunde an: Zwar enthalten die Angebote vielfältige authentische Lernsituationen, aber Anregungen zur Gestaltung von Konstruktions- und Interaktionsprozessen wie *Scripted Protocols* zur Kollaboration werden den Lehrenden kaum oder gar nicht angeboten (Weber et al., 2020, S. 15). Dies verweist zugleich auf die Risiken des Einsatzes kommerziell entwickelter digitaler Medien, wenn sie lernpsychologische Annahmen der Modellierung, die didaktische Einbettung und den (fach-)didaktischen Mehrwert nicht offenlegen.

In verschiedenen Ländern gibt es an Berufsschulstandorten – teils standortübergreifend – Lernfabriken (Miniatur-Fabriken mit digital vernetzten Produktions- und Geschäftsprozessen), bei denen Auszubildende aus verschiedenen Berufen von Handwerk, Industrie und Handel zusammenwirken und dabei in ihrem jeweiligen Beruf berufliche Handlungskompetenzen erwerben. Teilweise werden diese auch bildungsbereichsübergreifend, z. B. für eine Verknüpfung von Ausbildung und Studium oder von Aus- und Fortbildung, genutzt. Systematische Daten zu den Wirkungen und Ergebnissen liegen allerdings (bisher) nicht vor.

Analysen zu den Potenzialen digitaler Technologien zeigen bezogen auf die Ausbildungsintegration, dass ein hoher Digitalisierungsgrad in Unternehmen die Inklusionsorientierung und die Chancen der Ausbildungsteilhabe von behinderten Personen erhöht (Weller & Rausch-Berhie, im Druck). Diverse Modellprojekte erproben in verschiedenen Berufen digitale Medien zur Verbesserung des Lernens von behinderten und lernbenachteiligten jungen Menschen, allerdings ist ein Großteil der Projekte nicht durch eine Evaluation begleitet, sodass Wirkungen auf Lernprozesse und -ergebnisse und Transferbedingungen kaum systematisch herausgearbeitet wurden (BIBB, 2022).

Gestaltung von Prüfungen

Bei der Gestaltung von Prüfungen stellen sich bezogen auf Digitalisierung vor allem zwei Fragen: Erstens, in welchem Ausmaß werden berufs(feld)spezifische digitale Kompetenzen und berufsübergreifende Kompetenzen in den Abschlussprüfungen adressiert? Und zweitens, inwiefern werden digitale Medien genutzt, um berufliche Handlungskompetenzen valide zu erfassen und um Prüfungsleistungen über digitale Medien zu protokollieren?

Die Integration digitaler Tools in Abschlussprüfungen verfügt einerseits über eine lange Tradition in Form von PC-gestützten schriftlichen Abschlussprüfungen, die seit mehr als 30 Jahren in der Prüfungspraxis eingesetzt werden. Diese Tradition hat andererseits aber nur begrenzt Breitenwirkung entfaltet (2018 ca. fünf Prozent aller Zwischen-, Abschluss- und Fortbildungsprüfungen; Hollmann et al., 2022, S. 30). Digitale Medien werden darüber hinaus nur sehr begrenzt in wenigen Berufen und auch nur in einzelnen Handlungsfeldern in Abschlussprüfungen genutzt etwa zur Simulation von Arbeitsprozessen und der Gestaltung authentischer Anforderungssituationen. Als Hauptursachen für die geringe Verbreitung werden rechtliche Fragen einer PC-gestützten Prüfung, Fragen der Infrastruktur (z. B. die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von Endgeräten; Hollmann et al., 2022, S. 31), Akzeptanzprobleme bei den an der Prüfung Beteiligten (Prüfungsaufgabenerstellende und Prüfer:innen) sowie aufgabenformatbezogene Limitationen (z. B. Ablehnung von *Multiple-Choice*-Aufgaben; Hollmann et al., 2022, S. 39) genannt.

Abschlussprüfungen in der dualen Ausbildung (kaufmännische und gegenstandsbezogene Berufe)

In den dualen Ausbildungsberufen liegt die Prüfungsverantwortung bei den Kammern. Hollmann et al. (2022, S. 20f.) verweisen darauf, dass unter den Akteuren beruflicher Ausbildung kein einheitliches Verständnis darüber vorliegt, was unter der Digitalisierung des Prüfungswesens zu verstehen ist. In ihrem Review stellen sie exemplarisch den Stand der Umsetzung von Prüfungen mit digitalen Medien in der dualen Ausbildungspraxis dar, vor allem in Bezug auf die in den Ausbildungsordnungen festgesetzten verbindlichen Standards. Dabei zeigt sich, dass insbesondere in hochtechnisierten und stark digitalisierten Berufen (z. B. Eisenbahner:in oder Mathematisch-technische:r Softwareentwickler:in) sowie teilweise in neu geordneten Berufen (z. B. Kaufmann:frau für Büromanagement) Elemente digitaler beruflicher Kompetenzen in Prüfungen erfasst werden, teils als Option, teils verbindlich vorgeschrieben.

Zwar werden digitale Medien punktuell in Prüfungen zur Simulation beruflicher Anforderungssituationen, und um so die berufliche Handlungskompetenz authentisch zu messen, eingesetzt, jedoch kann nicht von einer breiten Nutzung ausgegangen werden. In Förderprogrammen wie ASCOT (2011–2014) wurden simulationsgestützte digitale Instrumente zur Messung beruflicher Handlungskompetenz in ausgewählten gegenstandsbezogenen, kaufmännischen und Gesundheitsberufen entwickelt und erprobt (Beck et al., 2016), die allerdings bislang kaum Eingang in das Prüfungswesen gefunden haben. In der Förderlinie ASCOT+ wird seit 2019 an diese Forschungserkenntnisse angeknüpft und eine Weiterentwicklung mit Blick auf Transfer in die Ausbildungs- und Prüfungspraxis vorangetrieben. Studien zu Abschlussprüfungen in kaufmännischen Berufen legen nahe, dass sowohl mit Blick auf Messgenauigkeit (vor allem über das ganze Leistungsspektrum hinweg) als auch auf Validität (Erfassen aller relevanten Kompetenzdimensionen) deutliches Weiterentwicklungspotenzial besteht (Klotz & Winther, 2012; Wuttke et al., 2022).

Abschlussprüfungen in Ausbildungen des Schulberufssystems (personenbezogene Berufe)

Anders als im dualen System sind bei den Ausbildungen im Schulberufssystem in der Regel die Länder und die Berufsschulen für Prüfungen verantwortlich. Nachfolgend werden exemplarisch Prüfungen bei den Pflegefachkräften betrachtet.

Die Konzeption und Auswahl der Prüfungsaufgaben für die schriftliche Prüfung erfolgt in Abgleich mit dem Anforderungsprofil auf Grundlage der *Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Pflegeberufe* (PflAPrV). Da der explizite Bezug zur Digitalisierung in der PflAPrV nur sehr marginal gegeben ist, wird über diesen Weg die Prüfung digitalisierungsbezogener Kompetenzen nicht sichergestellt.

Bei der Durchführung der Prüfungen überwiegen *Paper and Pencil*-Verfahren. Simulationsprüfungen zeigen sich eher selten, meist handelt es sich dann auch nicht um digitale Simulationen, sondern um die Nachstellung von Pflegesituationen. Das Potenzial von digitalen Technologien wie z. B. *Extended Reality* (XR)-Szenarien für situationsorientierte Prüfungen wird derzeit bei weitem nicht ausgeschöpft.

3.1.4 Professionalisierung des Bildungspersonals

Ausgehend vom Einsatzfeld und der Professionalisierung ist grob zwischen dem schulischen und dem betrieblichen bzw. überbetrieblichen Bildungspersonal zu unterscheiden. Zu beiden Gruppen ist der Forschungsstand defizitär und variiert zudem abhängig vom jeweiligen Sektor. Dies gilt noch mehr für das betriebliche und überbetriebliche Bildungspersonal als für das Lehrpersonal an berufsbildenden Schulen. Aktuelle Studien belegen, dass ein Großteil der Lehrenden und Auszubildenden (noch) nicht die Potenziale digitaler Medien in beruflichen Ausbildungsprozessen erkennt und dementsprechend auch Einsatz und Nutzung digitaler Medien für effektive Lern- und Prüfungsprozesse deutlich hinter den Möglichkeiten zurückbleiben (Meiners et al., im Druck). Ein systematisches Literaturreview zum Lehr- und Ausbildungspersonal im Bereich digitaler Medien kommt darüber hinaus zu dem Ergebnis, dass die meisten Studien vor allem die duale Berufsausbildung in den Blick nehmen. Systematische Forschung zu den digitalisierungsbezogenen Herausforderungen, Kompetenzen und Einstellungen des Bildungspersonals, das ausschließlich oder überwiegend in anderen Bereichen der beruflichen Bildung eingesetzt ist (Schulberufssystem oder in außerschulischen Maßnahmen des Übergangssektors) liegt kaum vor (Hähn & Ratermann-Busse, 2020).

Während Fragen der Lehrkräftebildung sowohl für allgemeinbildende als auch für berufsbildende Schulen in Kapitel 4 adressiert werden, können Aspekte der Professionalisierung des betrieblichen und überbetrieblichen Bildungspersonal hier nur kurz angerissen werden. Zum einen liegt deren Professionalisierung außerhalb des Zuständigkeitsbereichs der KMK. Zum anderen handelt es sich um eine sehr diverse Gruppe, deren Professionalisierungswege sich sektorspezifisch unterschiedlich darstellen. Das im dualen System tätige Ausbildungspersonal aller Wirtschaftsbereiche³⁰ verfügt in der Regel zusätzlich zur berufsfachlichen Kompetenz über eine formale berufs- und arbeitspädagogische Qualifizierung nach Ausbildereignungsverordnung (AEVO)³¹. In den Empfehlungen zum Rahmenlehrplan für die Ausbildung nach AEVO aus dem Jahr 2009 finden sich allerdings außer dem Kompetenzziel, den Einsatz von *E-Learning* beurteilen zu können, keinerlei Hinweise auf digitalisierungsbezogene

³⁰ Dies gilt für das hauptamtliche und teilweise auch für das nebenamtliche Ausbildungspersonal. Ausgenommen sind die freien Berufe.

³¹ Die aktuell gültige AEVO wurde 2009 auf Grundlage des Berufsbildungsgesetz (wieder) in Kraft gesetzt (Ausbildereignungsverordnung vom 21. Januar 2009 (BGBl. I S. 88). https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/rahmenbedingungen-und-gesetzliche-grundlagen/ausbildereignungsverordnung-aevo/ausbildereignungsverordnung-aevo_node.html (aufgerufen am 27.07.2022).

Kompetenzen (Hauptausschuss des BIBB, 2009, S. 22). Selbsteinschätzungen des betrieblichen Ausbildungspersonals verweisen insbesondere auf das fehlende technische Wissen. Zudem gibt weniger als die Hälfte aller Befragten an, berufspädagogische Konzepte zu kennen, die einen sinnvollen und gewinnbringenden Einsatz digitaler Medien ermöglichen (Breiter et al., 2018). Für den betrieblichen Teil der beruflichen Ausbildung gilt darüber hinaus, dass nicht einzelne Personen ausbilden, „sondern der Betrieb in seinem Gesamtgefüge“ (Bahl et al., 2012, S. 6). Dementsprechend bestimmt der Digitalisierungsgrad eines Betriebs in hohem Maß darüber, welche digitalisierungsrelevanten Lerngelegenheiten und Anleitung die Auszubildenden dort erhalten. Als Kompensation von teilweise großen Unterschieden im Digitalisierungsgrad der ausbildenden Betriebe gewinnen für den Erwerb der notwendigen digitalen Kompetenzen daher die in berufliche Ausbildung integrierten, systematischen Lerngelegenheiten an der Berufsschule sowie in den überbetrieblichen Ausbildungseinrichtungen stark an Bedeutung.

Vorliegende Befunde weisen auch darauf hin, dass informelle Weiterbildungsaktivitäten eine erhebliche Rolle beim Erwerb medienpädagogischer und digitaler Fachkompetenzen spielen: 19 Prozent der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen und 17 Prozent der betrieblichen Ausbilder:innen haben ihr Wissen über den Umgang mit digitaler Technologie und dessen Vermittlung in der Berufsausbildung ausschließlich informell erworben. Wie stark dies auch mit einem Mangel an geeigneten Angeboten zusammenhängen könnte, macht die Allensbach-Studie deutlich: Drei Viertel der Ausbilder:innen sind der Meinung, dass nicht genügend Fortbildungsangebote zum Einsatz digitaler Medien in der Ausbildung vorliegen (Autorengruppe Bildungsberichterstattung (AGBB), 2020, S. 275).

Für den berufsbildenden Bereich liegen bereits Kompetenzmodelle bzw. Modellkomponenten vor. So ist das Rahmenmodell zur Professionellen Kompetenz von Lehrpersonen im Kontext des digitalen Wandels (Seufert et al., 2019) zu nennen, welches für Lehrkräfte der kaufmännischen Domäne validiert ist. Das Modell schließt an das klassische Modell professioneller Kompetenzen von Baumert und Kunter (2006) an, integriert Modelle zum Umgang mit digitalen Medien (TPACK, medienpädagogische Kompetenz) und nimmt Bezug auf die Unterrichts- und die Schulentwicklungsebene (vgl. Kap. 0.2). Als Basis für die medienpädagogische Kompetenzbeschreibung und -entwicklung des betrieblichen Bildungspersonals legen Härtel et al. (2017, S. 15ff.) ein Kompetenzmodell vor, das ausgehend von der individuellen Medienkompetenz als einer notwendigen, aber nicht hinreichenden Voraussetzung die darauf aufbauenden Dimensionen Mediendidaktik, Medienerziehung und Medienintegration

ausweist. Insgesamt gibt es allerdings basierend auf diesen Modellen – außer Selbsteinschätzungen – keine Studien zu Kompetenzausprägung digitaler bzw. medienpädagogischer Kompetenzen des Bildungspersonals.

3.1.5 Organisationen der beruflichen Ausbildung (Lernorte)

Ausbildungsbetriebe

Am berufspraktischen Lernort *Betrieb*³² findet die Ausbildung unter sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen statt. Betriebliches Lernen ist überwiegend ein Lernen am Arbeitsplatz und im Arbeitsprozess, bei größeren Unternehmen zusätzlich auch in ausgelagerten Bildungszentren und -werkstätten. Unternehmensumfragen zeigen, dass abhängig von Unternehmensgröße und Branche, Innovationsaktivität und Region der Digitalisierungsgrad und damit arbeitsplatzbezogene Lerngelegenheiten im Erwerb allgemeiner und berufs(feld)spezifischer digitaler Kompetenzen in den Betrieben sehr stark variieren (Gensicke et al., 2020, S. 30; Busse et al., im Druck). So weisen Unternehmen im Bereich Finanz- und unternehmensnaher Dienstleistungen sowie im Fahrzeug- und Maschinenbau einen höheren Digitalisierungsgrad auf als beispielsweise die Baubranche; die geringste Digitalisierung ist in Gastronomiebetrieben und Groß- und Einzelhandelsunternehmen anzutreffen (Gensicke et al., 2020, S. 30; Risius & Seyda, 2020, S. 7). Darüber hinaus liegt eine hohe Spannweite zwischen den Berufen vor (s. Kap. 3.1). Aktuelle (meist nicht repräsentative) Studien legen nahe, dass in fast allen Ausbildungsbetrieben digitale Elemente in der Ausbildung eine Rolle spielen. Internetfähige Endgeräte gehören weithin zur Standardausstattung (Gensicke et al., 2020). Am häufigsten werden Kompetenzen im Umgang mit digitalen Kommunikationsmitteln und betriebsspezifischer Software in der Ausbildung vermittelt. Viel seltener werden Kompetenzen gefördert, um Probleme bei der Anwendung digitaler *Tools* und Technologien selbstständig lösen oder eigenständig programmieren zu können (Risius & Seyda, 2020, S. 9). Eine Einbindung von Beschäftigten (und Auszubildenden) in die digitale Transformation, z. B. zur Gestaltung von Arbeitsprozessen und Arbeitsorganisation, findet nur bei einem kleinen Teil der Unternehmen und hier eher bei größeren Betrieben statt (Gensicke et al., 2020, S. 50). Digitalisierungsaffine Unternehmen verfolgen zudem eher ein längerfristiges Konzept

³² *Betrieb* dient als Sammelbegriff für Ausbildungsinstitutionen, die für die praktische Ausbildung verantwortlich sind; dieser umfasst auch öffentliche Verwaltungen, Vereine, non-profit-Organisationen, kommunale Träger, verschiedene Gesundheitseinrichtungen sowie diverse institutionalisierte Niederlassungsformen freier Berufe.

im Einsatz digitaler Lernformate und -medien, während Unternehmen mit geringem Digitalisierungsgrad überwiegend spontan und zufällig digitale Lernmedien einsetzen. Lernplattformen, Lernmanagementsysteme (LMS), *E-* und *Mobile Learning* sind ein Thema in der Aus- und Weiterbildung der Unternehmen, aber auch hier nicht flächendeckend und noch weniger konzeptionell eingebunden. Innovative Lernumwelten wie *Extended Reality* werden bislang kaum genutzt (Gensicke et al., 2020, S. 56ff). Nur gut ein Drittel der Unternehmen weist bislang eine explizite Strategie für eine systematische Vorbereitung der Auszubildenden auf eine digitalisierte Arbeitswelt auf. Je stärker Unternehmen digitalisiert sind, desto eher werden digitale Kompetenzen im Ausbildungsprozess vermittelt.

Rund ein Viertel der ausbildenden Unternehmen ist jedoch gar nicht oder nur wenig digital aufgestellt, vor allem ausbildende Klein- und Kleinstbetriebe (KuK). Zugleich bilden diese Betriebe mit etwa 70 Prozent der Ausbildungsplätze das Rückgrat der dualen Ausbildung (Baas & Baethge, 2017, S. 39). Das benachteiligt verstärkt Jugendliche mit niedrigem sozioökonomischem Status und schwächeren Leistungen, die dadurch doppelt benachteiligt werden. Sie werden überwiegend in KuK ausgebildet und auch häufiger in Berufen, die gegenwärtig nicht so stark von der Digitalisierung betroffen sind (z. B. Berufe in Gastronomie, Bau, Handel). Häufig verfügen zudem gerade diese Jugendlichen über schlechtere allgemeine digitale Kompetenzen, wie die Daten von Achtklässlern in der Studie *ICILS 2018* nahelegen (Eickelmann et al., 2019; AGBB, 2020, S. 284ff).

Überbetriebliche Berufsbildungsstätten

Hinsichtlich der ungleichen Verteilung von Lernchancen in den Betrieben sind *Überbetriebliche Berufsbildungsstätten* (ÜBS) von zentraler Bedeutung.³³ Sie bieten Ausbildungsbestandteile an, die insbesondere in KuK aufgrund der betrieblichen Struktur und des Spezialisierungsgrades nicht ausreichend abgedeckt werden können. In der Regel beschäftigen sie qualifiziertes hauptamtliches Ausbildungspersonal. Im Handwerk sind ÜBS stark verbreitet und vom Deutschen Handwerksinstitut wird bundesweit die Inanspruchnahme der Ausbildungskurse erfasst und jährlich berichtet (Franke & Sachse, 2021). Jedoch gibt es wenig empirische Berufsbildungsforschung zu ÜBS. Zurzeit laufen zwei Förderprogramme des

³³ Nach § 5 Abs. 2 Nr. 6 BBiG sind sie der betrieblichen Seite des dualen Systems zugeordnet und agieren meist in Trägerschaft der Korporationen (Rebmann et al., 2011).

Bundes, das vom BMWK geförderte *Digitale Kompetenzzentrum Handwerk*³⁴, in dem u. a. Fortbildungen für das Ausbildungspersonal angeboten werden, und das vom BMBF geförderte Sonderprogramm *ÜBS-Digitalisierung* zur Förderung der digitalen Ausstattung von ÜBS und der Weiterentwicklung und Erprobung von Ausbildungskursen. Die empirische Befundlage wird sich damit jedoch kaum verbessern, da diese Programme nicht durch eine systematische Begleitforschung flankiert werden (BMBF, 2022b).

ÜBS sind neben Betrieben und Schulen auch relevante Akteure in der Berufsorientierung und im Übergangssektor. Einige bieten berufsvorbereitende Maßnahmen als Praktika an. Die von der Bundesagentur für Arbeit ausgeschriebenen und akkreditierten berufsvorbereitenden Maßnahmen (BvB) finden vor allem bei freien Trägern statt (z. B. Berufsbildungswerke, Stiftungen, Vereine etc.). Im viel kleineren Umfang fungieren ÜBS auch in öffentlich geförderten Berufsausbildungen nach Berufsbildungsgesetz (BBiG) bzw. Handwerksordnung (HWO) oder im Schulberufssystem als betrieblicher Lernort (z. B. Produktionsschulen, Übungsfirmen). Hinsichtlich ihres Digitalisierungsgrades liegen keine Untersuchungen vor. Es gibt Indizien, dass je nach fachlicher Ausrichtung schon beim pädagogischen Personal erheblicher Nachholbedarf in Bezug auf digitale Kompetenz besteht (Helbig et al., 2020, S. 86ff.).

Angesichts des ungleichen Entwicklungsstandes von Betrieben im gleichen Berufsfeld könnten ÜBS auch bei der systematischen Vermittlung grundlegender digitaler Kompetenzen, z. B. der Standardberufsbildposition *Digitalisierte Arbeitswelt*, eine wichtige Funktion übernehmen und so Betriebe, die weniger digitalisierungsbezogene Lerngelegenheiten anbieten können, entlasten.

Berufsbildende Schulen

Berufsbildende Schulen sind komplexe Organisationen des Bildungssystems, die mehrere unterschiedliche Schularten und Bildungsgänge unter einem Dach vereinen (Deutscher Bundestag - Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt, 2021, S. 165f.). Die vorliegenden empirischen Daten zur Digitalisierung an berufsbildenden Schulen zeichnen ein gemischtes Bild. Befragungen von Lehrkräften berufsbildender Schulen deuten auf eine im Vergleich zu allgemeinbildenden Schulen bessere Ausstattung mit digitalen Techno-

³⁴ <https://www.handwerkdigital.de> (aufgerufen am 27.07.2022)

logien hin (Hähn & Ratermann-Busse, 2020, S. 146ff.). In die gleiche Richtung deuten die Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von über 1.000 MINT-Lehrkräften an allgemein- und berufsbildenden Schulen zu Personal für die IT-Ausstattung (Vairo Nunes et al., 2021). Dem gegenüber stehen die Befunde einer bundesweiten Studie der Bertelsmann Stiftung (Ulrich Schmid et al., 2017), dass Lehrkräfte die digitale Infrastruktur und Unterstützung an berufsbildenden Schulen eher kritisch bewerten. Dem entsprechen auch die Ergebnisse einer aktuellen bundesweiten Studie zur Bewältigung des Lockdowns mit über 3.000 Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen (Gerholz et al., 2022).

Ähnlich wie bei Betrieben ist von einer erheblichen Varianz des Digitalisierungsgrades innerhalb der berufsbildenden Schulen auszugehen. Auf der Ebene einzelner Berufsfelder zeigen sich erwartungsgemäß Unterschiede, wonach die IT-Infrastruktur und Nutzung digitaler Medien an den auf gewerblich-technische Berufe ausgerichteten Schulen sowie den Schulen mit kaufmännisch-verwaltendem Schwerpunkt ausgeprägter ist als z. B. in den personenbezogenen Berufsfeldern oder der Gastronomie (AGBB, 2020). Studien, die im Rahmen regionaler oder bundesweiter Entwicklungsprojekte zur Digitalisierung stattfinden, beschränken sich auf wettbewerblich selektierte Schulen (Gerick & Eickelmann, 2017; Reinhold et al., 2021). Selbst in diesen Schulen sind vor allem lokale Projektgruppen innerhalb der Schule aktiv, die nicht durchgängig in Schul- oder Medienkonzepte eingebunden sind (Gerick & Eickelmann, 2017, S. 72). Für die Sicherung der Nachhaltigkeit ist dies ein ebenso entscheidender Faktor wie die Beschaffung und Wartung der Technik (Hähn & Ratermann-Busse, 2020, S. 137). Auf den Mangel an schulübergreifenden Strategien und Konzepten zur Implementierung digitaler Technologien über die verschiedenen Stufen beruflicher Bildung hinweg – von der Ausbildungsvorbereitung bis zur Fortbildung – wurde bereits vor der Pandemie verwiesen (AGBB, 2020, S. 300). Aktuellere Befunde liegen nicht vor. Die Pandemie hat ggf. zu einer gewissen Verbreiterung des Repertoires an digitalen Lernanwendungen geführt. Ob sich dieser Entwicklungsschub fortsetzt oder ob wieder zur didaktischen Praxis vor der Pandemie zurückgekehrt wird, wird u. a. abhängig von der Schulentwicklung, der notwendigen Unterstützung von Schulleitungen sowie der Ausstattung von Schulen mit Technik und dem notwendigen Fortbildungsbudget sein.

Lernortkooperation und Vernetzung von Lernorten

Ein konzeptionelles Kernelement beruflicher Bildung ist die Professionalisierung von Lernenden über eine didaktisch formalisierte Integration des Erwerbs von Wissen und praktischer

Erfahrung. Daher spielt die Lernortkooperation (LOK) in der beruflichen Bildung eine große Rolle. Mit der Digitalisierung sind die Möglichkeiten der Vernetzung von formalen Lernorten (Berufsschule, Betrieb, ÜBS) nicht nur auf organisatorischer Ebene, sondern auch auf der Lernprozessebene deutlich gestiegen, was Lernortkooperation bzw. Konnektivität wieder in den Fokus aktueller Diskussionen rückt (Aprea et al., 2020; Seufert & Guggemos, 2021).

Bei der Gestaltung der LOK gibt es jedoch allein auf organisatorischer Ebene noch immer deutlichen Entwicklungsbedarf. Das Zusammenwirken zwischen Lernorten im dualen System ist in Curricula hinsichtlich der Zielsetzungen zwar rechtlich-administrativ geregelt, aber die Kooperation zwischen betrieblichem und schulischem Bildungspersonal variiert stark (Euler, 1999, S. 255; Reinhold et al., 2021, S. 37ff.). Mehrheitlich erfolgt sie pragmatisch und findet eher anlass- und problembezogen statt. Wenngleich digitalen *Tools* auf der Akteursebene ein hohes Potenzial zur Intensivierung der Zusammenarbeit zugesprochen wird (Risius et al., 2021, S. 7; Reinhold et al., 2021, S. 51ff.), erfolgt die Umsetzung kaum systematisch. Inwieweit die aktuell vom BMBF geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekte wie *DiBB-LoK*³⁵ oder *LoK-DiBB*³⁶ bzw. die im Programm *InnoVET* geförderten Projekte (2020-24), die auch Lernortkooperation adressieren (BMBF, 2021a, S. 8), diesbezüglich Veränderungen bewirken, muss abgewartet werden. Der Fokus dieser Projekte liegt stärker auf organisatorischen Kooperationen als auf der Lernprozessebene. Zudem findet häufig keine angemessene Begleitforschung zu Wirkungen sowie zu den Bedingungen oder Barrieren einer erfolgreichen Verstetigung statt. Die Befundlage zur lehr-lernprozessbezogenen LOK ist insgesamt dürftig. In einer aktuellen Studie zur Nutzung digitaler Medien für die LOK wird eine systematisch angelegte Kooperation mit längerfristiger inhaltlicher und pädagogisch-didaktischer Perspektive kaum dokumentiert. Gemeinsame Projekte und eine gemeinsame Entwicklung von Lehr-Lernmaterialien sind nur bei einer Minderheit ausbildender Betriebe anzutreffen (Gensicke et al., 2020, S. 99, 101). Auf Basis weniger, methodisch zudem schwacher Studien (Barczik et al., 2020) sind evidenzbasierte Empfehlungen nur eingeschränkt möglich. Wichtige Einflussfaktoren für die Nutzung digitaler Technologien in der LOK sind demnach institutionell-strukturelle Aspekte (Verfügbarkeit, Zugänglichkeit, Wartung der Technik, Fortbil-

³⁵ <https://u-dresden.de/gsw/ew/DiBBLok>: Diffusion digitaler Technologien in der Beruflichen Bildung durch Lernortkooperation (aufgerufen am 27.07.2022).

³⁶ <https://digi-ebf.de/lok-dibb>: Verbundvorhaben - Bedingungen gelingender Lernortkooperationen im Kontext der Digitalisierung in der beruflichen Bildung (aufgerufen am 27.07.2022).

dungsangebote, Medienkonzepte von Betrieb und Berufsschule) und individuelle Merkmale (Technikaffinität, digitale Kompetenzen, Bereitschaften).

In den personenbezogenen Dienstleistungsberufen ist LOK nicht durchgängig gesetzlich geregelt und obliegt in erster Linie den Lernorten. In der pflegeberuflichen Ausbildung, auf die sich dieses Gutachten exemplarisch bezieht, wurde 2020 mit der PflAPrV die Regelung getroffen, dass die Praxisanleiter:innen in den Gesundheitseinrichtungen für die praktischen Teile der Ausbildung verantwortlich sind und auch Kooperationen mit der Berufsschule initiieren und gestalten sollen, während die Praxisbegleitung der einzelnen Schüler:innen den Lehrpersonen der Berufs- oder der Gesundheitsschulen obliegt. Die dazu vorliegenden Studien sind eher evaluativer Art ohne explanative Forschungsansätze, sodass keine belastbaren Befunde zur LOK in den personenbezogenen Gesundheitsberufen vorliegen (Briese, 2018; Kerres & Wissing, 2021; Pfeifer et al., 2021).

Im Bereich der Pflegeausbildung wird für die *Kooperationsentwicklung* zwischen den beteiligten Ausbildungsakteur:innen auf die Erkenntnisse des entgrenzten Lernens (Schön & Ebner, 2018; Wong, 2012) und auf die Befunde zum mobilen Lernen (Y.-M. Lee et al., 2021; Witt & Gloerfeld, 2018) rekurriert. Hier zeigt sich durch die Digitalisierung eine größer werdende Schnittmenge. Das durchgängige Lernen wird z. B. auch als *Seamless Mobile Assisted Learning* bezeichnet (Schön & Ebner, 2018, S. 288). Die Ausnutzung der Potenziale von LMS kann neue, digitale Lernorte schaffen, in denen die beteiligten Akteur:innen³⁷ orts- und zeitflexibel in gemeinsam genutzten Lernszenarien, auch in XR, aufeinandertreffen. Darüber hinaus existieren in der Pflegeausbildung stellenweise dritte Lernorte in Form von *Skills Labs* oder *Schulstationen* in den Einrichtungen der praktischen Ausbildung. Hier können berufliche Handlungen gefahrlos ausprobiert werden, z. B. in Simulationen oder XR-Szenarien.³⁸

Vor allem auf der Lernprozessebene bietet die Digitalisierung neue Chancen der Vernetzung. Durch *E-Learning* wird die örtliche und zeitliche Bindung an den Lernort aufgehoben. Lernende können selbstgesteuert von jedem Ort aus auf Lernangebote zugreifen und sie allein oder kooperativ nutzen. Diese Möglichkeiten wurden schon sehr früh in Konzepten zur *virtuellen Berufsschule* aufgegriffen und erprobt (z. B. Euler, 1998) und werden derzeit wie-

³⁷ Lehrpersonen, Praxisanleiter:innen, Schüler:innen, Mediziner:innen, Therapeut:innen und/oder ggf. auch Patient:innen und/oder Klient:innen, die eine Binnenperspektive in den Lernprozess einbringen.

³⁸ Hierzu beispielsweise das Projekt *Virtual Reality* basierte *Digital Reusable Learning Objects* in der Pflegeausbildung (ViRDIPA) (<https://www.fh-bielefeld.de/inbvg/projekte/bildungsforschung/virtual-reality-basierte-digital-reusable-learning-objects-in-der-pflegeausbildung>, aufgerufen am 27.07.2022).

der aktiviert. Ohne dass besondere technische Geräte nötig sind, können über klassische *Interfaces* wie Tastatur und Bildschirm zudem leicht weitere Lernorte in Lernsettings einbezogen werden (z. B. ein virtueller Rundgang durch verschiedene Produktionsstätten oder ein Museum). Durch die Weiterentwicklung der *XR*-Technologien erhöht sich darüber hinaus das Potenzial, Lernräume virtuell zu generieren, die Interaktionen sowie den Erwerb psychomotorischer und affektiver Fähigkeiten ermöglichen (Wölfel, 2021). Darüber hinaus steigen durch Digitalisierung die Möglichkeiten der offenen Partizipation. Sowohl selbstgesteuertes Lernen kann besser unterstützt werden als auch die lernortungebundene Teilhabe an kollaborativen oder ko-konstruktiven Lernprozessen. Hinzu kommen Optionen zur Individualisierung des Lernens hinsichtlich Auswahl von Aufgaben und durch Echtzeit-Feedback bzw. Assessments durch die Nutzung von KI (Ifenthaler & Yau, 2021; Seufert & Guggemos, 2021). Voraussetzung dafür sind lerntheoretisch und pädagogisch fundierte Konzepte und verlässliche diagnostische Instrumente.

Vor allem im Einsatz von KI sehen Seufert und Guggemos (2021, S. 204) berufsfeldübergreifend ein hohes Potenzial für die lernortintegrierte Kompetenzentwicklung. Sie beschreiben in einem Reifegradmodell die digitale Transformation der LOK in drei Stufen: Der Ausgangspunkt wird als *digital effizient/explorierend* charakterisiert, Entwicklungsstufe I als *digital transformierend* und Entwicklungsstufe II als *digitales Ökosystem*. Den Ausgangspunkt kennzeichnet, dass die eigene Organisationslogik an den Lernorten beibehalten wird, Veränderungen bei der Anwendung digitaler Technologien (wie z. B. Lernplattformen) finden eher isoliert statt. Es werden etablierte Technologien eingesetzt und neue digitale Technologien überwiegend auf bestehende Prozesse angewendet. Beispiele für diese Stufe sind *E-Portfolios* und *Online*-Berichtshefte, die über Nachweisfunktion klassischer Berichtshefte hinaus Reflexionen und neue Kommunikationskanäle zwischen Auszubildenden, Auszubildenden sowie Lehrenden eröffnen (Albrecht et al., 2012; Burchert & Schulte, 2011). Diese werden aktuell beforscht. Um die erste Entwicklungsstufe einer lernortintegrierenden Kompetenzentwicklung zu erreichen, bedarf es auf der Mesoebene veränderter Organisationslogiken. Auf der Makroebene ist ein *E-Government* zur Sicherstellung von Datensicherheit und eines rechtlich geschützten Datenraums nötig, sowie agilere Steuerungsmechanismen und entsprechende Rahmenbedingungen, z. B. eine *OER*-Strategie und nationale Plattformen für den geschützten Datenzugriff der Beteiligten. Ein Anstreben der Entwicklungsstufe I und damit Ausnutzen der durch die Digitalisierung gebotenen Möglichkeiten könnte positiv einwirken auf die Divergenzen zwischen Berufsschule und Betrieb in den „Lernräumen und Lernarchitekturen“ (Dehnbostel, 2021, S. 121; Stenström & Tynjälä, 2009) sowie auf eine Neugestal-

tung der Verbindung des betrieblichen und berufsschulischen Lernens. Um den geringeren Möglichkeiten eines erfahrungsbasierten Lernens im Prozess der Arbeit entgegenzuwirken, gibt es bereits entsprechende konzeptionelle Ansätze unter Ausnutzung der Potenziale der Digitalisierung, die aber in der beruflichen Bildung – zumindest in Deutschland – noch nicht systematisch erprobt und evaluiert werden.

Schwendimann et al. (2015, S. 373) schlagen z. B. ein multidimensionales pädagogisches Modell für die Verknüpfung des Lernens im Betrieb und in der Berufsschule über neue digitale Medien und Technologien vor (*digitaler Erfahrungsraum*). In diesem Ansatz werden in einem digitalen Raum Berufsschule und Betrieb/Arbeitsplatz sowie Lehrende und Auszubildende verbunden. Kontextualisierung, De-Kontextualisierung und Re-Kontextualisierung von Ausbildungsinhalten stehen im Zentrum. Mit digitalen Technologien wird die Verbindung zwischen den Lernorten Berufsschule und Betrieb/Praxisträger und den dortigen unterschiedlichen formalen, nonformalen und informellen Lerngelegenheiten in Form von *iterativen Loops* hergestellt sowie ein digitaler Raum für ein verständnisvolles Lernen und eine pädagogisch strukturierte Reflexion geschaffen, der für Auszubildende die Integration unterschiedlicher Wissenstypen und die Förderung einer umfassenden, reflexiven beruflichen Handlungskompetenz unterstützt. Eine so umgesetzte LOK würde bereits der Entwicklungsstufe II und einem *digitalen Ökosystem* (Seufert & Guggemos, 2021) sehr nahekommen.

3.2 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe

3.2.1 Bildungsziele und Curricula

In den gegenstandsbezogenen Berufen und in den kaufmännischen Berufen im dualen System findet eine Entwicklung hin zu komplexeren Aufgaben und einer Abnahme von Routine-tätigkeiten statt (Hammermann & Stettes, 2016, S. 88; Seibold & Stieler, 2016, S. 14f.). Die Veränderungen im Bereich der personenbezogenen Berufe, die hier exemplarisch an den Pflegeberufen dargestellt werden, sind vergleichbar (Becka et al., 2020, S. 8), durch die besondere Nähe zum Menschen liegt hier noch ein starker Fokus auf „ethischen Kompetenzen im Kontext der Digitalisierung“ (Becka et al., 2020, S. 11ff.). Die Nutzung der Technik bedeutet eine Erhöhung der Komplexität und verlangt nach Kompetenzen im Umgang mit komplexen Datenstrukturen, wie Datenanalyse, Plausibilitätsprüfung und Dateninterpretation, sowie im Bereich von Datensicherheit und -schutz.

Neben diesen berufs(feld)spezifischen Kompetenzen müssen die Auszubildenden auch berufsfeldübergreifende digitale Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien und Daten, allgemeine IT- und Softwarekenntnisse sowie allgemeine Kompetenzen zu IT-Sicherheit und Datenschutz erwerben. Zusammenfassend lässt sich hier festhalten, dass sich rasch wandelnde Technologien mit ihren Wirkungen auf Tätigkeiten, Organisations- und Kooperationsformen von Arbeit in Zukunft ein viel höheres Maß an Flexibilität und Lernkompetenz verlangen. Dies gilt es in der Ausbildung zu fördern, damit Veränderung nicht als Bedrohung wahrgenommen wird. Dabei darf Digitalisierung in der beruflichen Bildung nicht darauf reduziert werden, allgemeine und berufs(feld)spezifische digitale Kompetenzen als *Add On* zu vermitteln.

Diese Anforderungen sind bislang nicht systematisch in den Curricula für die Lernorte in der dualen Ausbildung verankert. Auch in neueren Curricula sind berufsübergreifende Kompetenzziele eher punktuell vorzufinden und als Anpassung an die aktuelle Situation (Nutzung digitaler Medien und Technologien, Beachtung von Datenschutz/Datensicherheit etc.) und weniger mit Blick auf die grundlegenden Veränderungen in Geschäfts- und Arbeitsorganisationsprozessen durch digitale Technologien und die Entwicklungen in Kerntätigkeiten einer ganzen Reihe von Berufen. Auch in den Curricula, Ausbildungsordnungen bzw. Rahmenlehrplänen der Berufsgruppen der anderen Sektoren sind die mit Digitalisierung verbundenen Kompetenzziele unterrepräsentiert, gerade auch in Hinblick auf eine Mitgestaltung des digitalen Wandels.

3.2.2 Digitale Medien in Lehr-Lernprozessen und Abschlussprüfungen

Zum effektiven und lernwirksamen Einsatz digitaler Medien – insbesondere zur pädagogisch-didaktisch sinnvollen Strukturierung von Lernpfaden – und zu Lernerfolgskontrollen liegen bislang wenig empirische Forschungsergebnisse vor. Gleiches gilt für die institutionellen und unterrichts- bzw. ausbildungsbezogenen Gelingensbedingungen von Inklusion und individualisierter Förderung in heterogenen Lerngruppen durch den Einsatz digitaler Technologien. Zudem ist in den letzten Jahren z. B. die Bandbreite verfügbarer Simulationen in der beruflichen Bildung nochmals deutlich angestiegen, sodass es für das berufsschulische und betriebliche Bildungspersonal immer schwieriger wird, zielgerichtet Entscheidungen zur Beschaffung, Nutzung und zum Einsatz bestimmter digitaler Medien, Werkzeuge und Technologien in Lernprozessen zu treffen.

Die in Kapitel 3.1 skizzierten veränderten Arbeitsmittel, -technologien, -prozesse und Formen der Arbeitsorganisation und die damit verbundenen beruflichen Kompetenzanforderungen verweisen auf einige didaktische Implikationen: Die Auswahl der Lerninhalte ist – noch viel stärker als bislang – nicht nur aus der Perspektive eng funktionsbezogener fachlicher Lernziele zu treffen, sondern muss wirksamer funktions- und prozessübergreifende Perspektiven integrieren. Darüber hinaus sind lernunterstützende Medien auch danach auszuwählen, ob sie nicht mehr direkt im Arbeitsprozess erfahrbare Abläufe und Zusammenhänge transparent machen können. Ergänzend sind Interaktionsformen zwischen menschlicher und technischer Aktivität sowie Kommunikation und Kooperation innerhalb technischer Assistenzen als systematische Ausgangspunkte für die Gestaltung von Lernsituationen zu wählen (Winther, 2019; Schlicht, 2019).

Die Entwicklung und Implementation digitaler Prüfungsmedien und -umgebungen darf nicht bei Aspekten der Erfassung digitaler berufs(feld)spezifischer Kompetenzen oder einer möglichst authentischen Messung beruflicher Handlungskompetenz mittels digitaler Technologien (z. B. Simulationen) enden, sondern muss verbunden werden mit diagnostischen Gütekriterien der beruflichen Abschlussprüfungen. Der Forschungsstand dazu ist in den dualen Ausbildungsberufen rudimentär. Noch gravierender sieht es bei Abschlussprüfungen im Schulberufssystem aus. Insbesondere bezogen auf die Validität (Erfassen aller relevanten Kompetenzdimensionen) besteht deutliches Weiterentwicklungspotenzial durch digitale Technologien, z. B. über simulationsgestützte Verfahren, Nutzung digitaler beruflicher Standardtechnologien zur Messung berufs(feld)spezifischer digitaler Kompetenzen oder die Nutzung voll- und teilautomatisierter Auswertungen von Prüfungsaufgaben. Dazu ist, neben den technologischen Entwicklungsarbeiten und rechtlichen Abklärungen, vor allem die Weiterbildung und Professionalisierung der ehrenamtlichen Aufgabenerstellenden und der Personen in zentralen Prüfungsinstitutionen nötig. Inwiefern Lehrende und Auszubildende, die ehrenamtlich Prüfungsaufgaben entwickeln oder als Prüfende in den paritätisch besetzten Prüfungsausschüssen an Abschlussprüfungen mitwirken, auf die diagnostischen Anforderungen der Messung digitaler und bedeutsamer werdender berufsübergreifender Kompetenzen vorbereitet sind, ist nicht systematisch untersucht. Angesichts der hier dargestellten Herausforderungen und Probleme in der Prüfungsdurchführung einschließlich deren Qualitätssicherung ist davon auszugehen, dass ein erheblicher Fortbildungsbedarf besteht und auch an der Akzeptanz veränderter Prüfungsmodalitäten gearbeitet werden muss.

3.2.3 Organisationen der Ausbildung und Lernorte – Ausbildungsbetriebe und Lernortkooperationen

Angesichts der sehr hohen Varianz in den betrieblichen Ausbildungsbedingungen zum Erwerb digitaler berufs(feld)spezifischer Kompetenzen ergeben sich Risiken einer Benachteiligung für bestimmte Gruppen: Für Auszubildende in KuK mit geringerem Digitalisierungsgrad und geringen informellen Lernchancen an den Arbeitsplätzen sowie einer meist weniger gut ausgebauten professionalisierten Aus- und Fortbildungsstruktur können sich Ungleichheiten im Erwerb berufs(feld)spezifischer digitaler, aber auch berufsübergreifender Kompetenzen vertiefen. Jene Gruppen, die ohnehin ungünstigere allgemeine Kompetenzen (einschließlich digitaler Kompetenzen) beim Verlassen der allgemeinbildenden Schule und beim Eintritt in eine Ausbildung aufweisen, sind durch einen erschwerten Zugang zu digitalen Technologien im Aufbau (digitaler) beruflicher Kompetenzen und der Förderung überfachlicher Fähigkeiten durch das Lernen am Arbeitsplatz und im Arbeitsprozess strukturell benachteiligt.

Studien zur Umsetzung systematischer digitaler Lehr-Lernkonzepte in der betrieblichen Ausbildung verweisen darauf, dass solche Konzepte kaum bei den KuK und eher kleinen mittleren Unternehmen (unter 250 Beschäftigte) vorliegen. Auch in größeren Unternehmen mit ausgebauter Bildungsinfrastruktur erfolgen Auswahl und Einsatz digitaler Lernmedien überwiegend spontan. Es ist daher unklar, ob die Potenziale digitaler Medien hinreichend genutzt und ob lernpsychologische und didaktische Gestaltungskriterien und damit der Mehrwert der eingesetzten digitalen Medien hinlänglich abgeklärt werden. Inwieweit auch individuelle Unterstützungsbedarfe der Auszubildenden im Lernen mit digitalen Medien in stärker selbstorganisierten betrieblichen Lernsettings (z. B. *E-Learning*, mobile Lern- und Prüfungsvorbereitungs-Apps) in den betrieblichen Lernangeboten berücksichtigt werden und eine Begleitung zielgerichtet erfolgt, muss gleichfalls offen bleiben, da die meisten der vorliegenden Umfragen und Studien zum Ausbilden und Lernen mit digitalen Medien in Betrieben diese grundlegenden Fragestellungen kaum adressieren. Gleichwohl gibt es stark digitalisierte Unternehmen mit einer professionalisierten Aus- und Weiterbildung, die Vorreiterrollen einnehmen. Sie decken aber nicht die breite Masse der Ausbildungen ab.

Bezogen auf die ÜBS sind Fragen der Digitalisierung kaum erforscht, sodass hier keine Aussagen möglich sind. Offen bleibt, ob das laufende Förderprogramm des BMBF (2022) einen Beitrag leistet, dass ÜBS auch im Bereich der Digitalisierung eine kompensatorische Funktion übernehmen können. In Bezug auf die Weiterentwicklung der LOK mit beruflichen Schulen liegen bei den ÜBS größere Potenziale als bei den KuK, da sie eine primär

berufsbildende Funktion haben und ihr Fokus daher auf der Gestaltung beruflicher Lehr-Lernprozesse liegt. Unklar ist, ob und inwieweit diese Potenziale ausgeschöpft werden.

Zu berufsbildenden Schulen ist die empirische Befundlage insgesamt defizitär, was auch durch die komplexe Struktur dieser Bildungsorganisationen bedingt ist. Von einer Gesamtstrategie der berufsbildenden Schulen ist nicht auszugehen. Inwieweit sie zum Beispiel unterschiedliche betriebliche Lernchancen beim Erwerb digitaler Kompetenzen bis zu einem gewissen Grad kompensieren kann bzw. ob sich die Akteure in dieser Funktion wahrnehmen, wäre zu erkunden. Die Mehrheit der berufsbildenden Schulen befindet sich zurzeit eher in einer reaktiven Phase und versucht, die vielfältigen Herausforderungen zu bewältigen als die Entwicklungen konzeptionell vorausschauend zu gestalten.

In einer Vernetzung der Lernorte sowie einer Modernisierung des Verständnisses von Lernort und Lernortkooperation werden Chancen gesehen, innovative und didaktisch anspruchsvolle Lernkonzepte berufs(feld)spezifisch und auch berufsübergreifend zu entwickeln. Allerdings liegen für die dualen und vollzeitschulischen Ausbildungen kaum systematische und verallgemeinerbare Forschungsbefunde über eine effektive Kooperationsgestaltung in den Lern- und Ausbildungsprozessen vor.

Im Bereich der Pflegeausbildung können Lernorte in Form von *Skills Labs* oder *Schulstationen* das Ausprobieren beruflicher Handlungen ermöglichen. Dadurch können die Chancen einer didaktisch geförderten Verknüpfung von Wissen und Erfahrungen, die an unterschiedlichen Lernorten erworben werden, erhöht werden, da über die reine Fertigkeitperspektive hinausgegangen wird.

3.3 Empfehlungen für die berufliche Bildung

Welche Transformationen durch Digitalisierung in der Arbeitswelt weiterhin zu erwarten sind, ob und welche Berufe verschwinden oder welche neuen Berufe geschaffen werden, wird auch davon abhängen, inwieweit es gelingt, in der beruflichen Bildung auf die Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt angemessen zu reagieren. Unzureichend ausgebildete Fachkräfte sowie ein Mangel an Fachkräften in neuralgischen Berufsfeldern und Branchen werden Strategien zur *Substituierung* menschlicher Tätigkeiten durch Technologien verstärken. Hingegen dürften gut ausgebildete Fachkräfte eher Prozesse in Richtung *Augmentation* bzw. Komplementarität von Technik und Mensch befördern (M. Becker et al., 2021a; Seufert et al., 2021). In diesem Sinne fokussieren die hier formulierten Empfehlungen auf die als nächstes

umzusetzenden Schritte, die nötig sind, um das System der beruflichen Bildung in die Lage zu versetzen, Fachkräfte mit einer zukunftsorientierten beruflichen Ausbildung auf die Herausforderungen der Digitalisierung vorzubereiten.

Empfehlung 6) *Modernisierung der Bildungsziele und Curricula*

Die Ordnungsarbeit im dualen System der Berufsausbildung folgt hoch standardisierten Prozessen im Konsens zwischen Sozialpartnern, Kammern und Staat. Sie konnte daher in der Vergangenheit wie auch in der Gegenwart nur verzögert auf Entwicklungen in der Arbeitswelt reagieren, z. B. mittels der Modernisierung von Berufen, der Abschaffung nicht mehr benötigter Berufe oder der Entwicklung und Einführung neuer Berufe. Modernisierungen der Curricula folgen den Entwicklungen in der Arbeitswelt mit teils erheblichem Zeitverzug. Auch bei jüngst modernisierten Berufen ist eher eine Anpassungsstrategie an digitalisierungsinduzierte Kompetenzanforderungen zu beobachten als die Einrichtung einer proaktiv ausgerichteten Berufsausbildung, die zur Mitgestaltung des Wandels von Arbeitsprozessen und Arbeitsumwelten befähigt. Dies gilt für die vollzeitschulischen Assistenzbildungen im kaufmännischen und technischen Bereich ebenso wie für die Curricula in den Gesundheitsberufen.

Um dem hohen Tempo von Innovationen in einer digitalisierten Arbeitswelt und den genannten Zielperspektiven einer zukunftsfähigen Berufsausbildung gerecht zu werden, sind daher die Gestaltungsprinzipien der Curricula neu zu denken:

- *Enge Berufszuschneidungen auflösen:* Einer weiteren Spezialisierung und Diversifizierung beruflicher Curricula sollte entgegengewirkt werden. Zwar sind klar abgegrenzte Berufsprofile durch ihren Anwendungsbezug eine wichtige Orientierung für Betriebe und unterstützen die berufliche Identitätsbildung künftiger Fachkräfte. Sie erschweren jedoch, Veränderungen in der Arbeitswelt zeitnah aufzugreifen und umzusetzen. Enge Berufszuschneidungen, wie sie gegenwärtig noch immer in einer Reihe von dualen und vollzeitschulischen Berufen anzutreffen sind, können der Geschwindigkeit digitaler Technologieentwicklung nur begrenzt Rechnung tragen und kaum die dafür nötige Förderung einer umfassenden reflexiven beruflichen Handlungskompetenz leisten. Zudem erschweren sie die Flexibilität und Mobilität und somit die Verwertbarkeit der erworbenen Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt, was letztlich zu Attraktivitätsverlusten einer beruflichen Ausbildung beitragen kann.

- *Berufliche Grundbildung und Future Work Skills als curriculare Bezugspunkte:* Als Bezugspunkte für die Entwicklung beruflicher Curricula sind breite berufliche Kernkompetenzen zugrunde zu legen. Daneben sind jene Kompetenzen explizit als Ziele aufzunehmen, die angehende Fachkräfte dazu befähigen, technologische Entwicklungen und die damit verbundene Vernetzung von Prozessen in der jeweiligen beruflichen Handlungsdomäne zu durchschauen. Dies umfasst Kompetenzen zur Steuerung von Prozessen und technologiebezogene Fähigkeiten: Die angehenden Fachkräfte müssen zum einen die in den Technologien hinterlegten Algorithmen und abgebildeten Zusammenhänge kennen sowie ihre Implikationen für den Betrieb, sich selbst, die Belegschaft, Geschäftspartner:innen und Kund:innen beurteilen können. Zum anderen müssen sie die Technologien zielgerichtet anwenden, kritisch reflektieren und die Rahmenbedingungen ihrer Entwicklung und ihres Einsatzes mitgestalten können. Daher sind auch *Future Work Skills* in der domänenspezifischen Ausformung systematisch und über die gesamte Ausbildungszeit in die Curricula zu integrieren.
- *Flexibilisierung durch Anschlussfähigkeit:* Durch die starken digitalisierungsgetriebenen Veränderungen in der Arbeitswelt sind die Curricula in der beruflichen Ausbildung einschließlich Berufsvorbereitung stärker im Sinne lebenslangen Lernens zu konzipieren (einschließlich der Förderung von Kompetenzen zur Berufsweg- und Karriereplanung). Nur so kann effektiv auf die zukünftig zu erwartenden Veränderungen reagiert und der durch die Digitalisierung wachsenden Gefahr einer stärkeren Polarisierung von Berufen entgegengewirkt werden. Auf allen Stufen des beruflichen Bildungssystems sollten daher auch verlässlich geregelte Anschlüsse an die nächsthöhere Qualifikationsebene möglich sein: von der Berufsvorbereitung oder den ein- bis zweijährigen Assistenz- und Helferausbildungen an die mittlere Qualifikationsebene sowie von den Berufsabschlüssen auf mittlerer Qualifikationsebene an die berufliche Fortbildung und akademische (Weiter-)Bildung. Dafür sind klar geordnete und transparente Anrechnungsverfahren für erbrachte Bildungsleistungen zwischen beruflicher sowie akademischer Bildung und umgekehrt zu implementieren.
- *Erwerb digitaler Kompetenzen im Übergangssektor:* Die Vermittlung digitaler Kompetenzen gemäß den zu entwickelnden Standards für die Sekundarstufe I muss in den curricularen Vorgaben der Bildungsgänge im Übergangssektor verankert werden. Zudem muss ein Abgleich mit den Berufsprofilen und beruflichen Curricula vollqualifizierender Ausbildungen erfolgen (z. B. in Form zertifizierter und anrechnungsfähiger

Ausbildungsbausteine), damit Jugendliche durch die Vermittlung beruflicher Kompetenzziele während der Berufsvorbereitung besser Anschluss an eine vollqualifizierende Ausbildung finden. Insgesamt besteht ein Bedarf an verbindlichen Regelungen zur Anrechnung berufsfeldspezifischer Kompetenzen, die im Übergangssektor erworben werden. Unter der Zielperspektive der Chancengleichheit und Teilhabe an einer digitalisierten Arbeitswelt sollten (erneut) Diskussionen über berufliche Teilqualifizierungen und -zertifizierungen im Kontext ganzheitlicher Berufskonzepte oder die Konzeption zieldifferenter Ausbildungsniveaus mit Anschlussperspektiven an Berufsprofile auf mittlerer Ebene geführt werden. Das gilt insbesondere für die Inklusion und Integration spezifischer Gruppen,³⁹ für die sich die mit der Digitalisierung entwickelnden teils anspruchsvolleren Berufsprofile als zusätzliche Integrationsbarriere erweisen können.

- *Gemeinsame Ausarbeitung schulischer Curricula*: Aufgrund des erheblichen Aufwands, der an Berufsschulen in der Ausarbeitung schulischer Curricula im berufsbezogenen Unterricht entsteht, wird empfohlen, die dafür notwendigen Ressourcen stärker zu bündeln, z. B. über Kooperationen zwischen Berufsschulen mit Verantwortlichkeiten für einzelne Lernfelder oder über das bundesweite Verfügbarmachen ausgearbeiteter Konzepte über *OER*. Es wird eine Ausweitung der geplanten länderübergreifenden Kooperationen (*Portal für berufliche Bildung*; KMK, 2021a) zur Ausarbeitung berufsschulischer Curricula und Unterrichtsmaterialien über duale Ausbildungsberufe hinaus angeregt. Die vollzeitschulischen Ausbildungen und die Kernangebote des Übergangssektors sollten dabei einbezogen werden. In solche Ansätze sollten zugleich Maßnahmen der Qualitätssicherung implementiert werden (siehe auch Empfehlung 8: Aufbau von *Clearing, Transfer und Leading Houses*).

Empfehlung 7) Weiterentwicklung des Prüfungswesens

Die Veränderungen in den Berufsbildern, Curricula und Kompetenzzielen erfordern eine Neuausrichtung des Prüfungswesens für die Zwischen- und Abschlussprüfungen sowohl im dualen als auch im Schulberufssystem. Damit richten sich die Empfehlungen an verschiede-

³⁹ U. a. Personen mit fehlenden Ausbildungsvoraussetzungen, mit Behinderungen, jenseits des typischen Ausbildungsalters ohne Berufsabschluss oder bei vorhandenen Sprachbarrieren.

ne Adressatenkreise. Während in den dualen Ausbildungsberufen die Prüfungsverantwortung bei den Kammern liegt, sind in vollzeitschulischen Ausbildungen in der Regel die Länder bzw. die einzelnen Schulen für die Abschlussprüfungen zuständig. Insgesamt stellen sich folgende Handlungserfordernisse, die auch in Verbindung mit in Empfehlung 8 genannten forschungsorientierten *Clearing, Transfer und Leading Houses* bearbeitet werden könnten:

- *Nutzung der Potenziale digitaler Technologien für Prüfungen:* Die Möglichkeiten digitaler Technologien zur Konstruktion authentischer Handlungssituationen für die Messung beruflicher Handlungskompetenz sind konsequenter zu nutzen. Technologiegestützte Aufgabendatenbanken sind zu erstellen, denn sie erleichtern auch die Erstellung und Auswahl von Prüfungsaufgaben⁴⁰. Zugleich wären Modifikationen an den Aufgaben mit überschaubarem Aufwand möglich. Ungelöste rechtliche Probleme computer- bzw. technologiegestützter Prüfungen sind zügig zu klären. Darüber hinaus wären die Chancen automatisierter Auswertung (und damit auch der Entlastung ehrenamtlicher Prüfer:innen) bei (teil-)offenen und textbasierten Aufgabenformaten zu nutzen, die zugleich eine höhere Akzeptanz bei Prüfenden im Vergleich zu den bisher weitgehend abgelehnten geschlossenen Formaten finden könnten.
- *Berufs(feld)spezifische digitale Kompetenzen prüfen:* Diese Kompetenzen werden bislang nur in wenigen Ausbildungsberufen im Rahmen von Zwischen- und Abschlussprüfungen einbezogen. Hier sollten durch den Einsatz digitaler Medien auch diese zentralen Bestandteile beruflicher Handlungskompetenz Gegenstand der Prüfungen sein. Bei den einzusetzenden *Tools* wäre vor allem an digitale Universalwerkzeuge und branchenübliche digitale Medien zu denken.
- *Übergreifende Kompetenzen (Future Work Skills) prüfen:* Die mit der Digitalisierung stärker zu fördernden übergreifenden Kompetenzen spiegeln sich noch zu wenig in den Abschlussprüfungen wider. Hier wären gerade für diese anspruchsvollen, komplexen und interaktiven Kompetenzen digitale Medien nutzbar (siehe die ASCOT-Initiative oder ASCOT+). Daher sollten konsequent diese Kompetenzen in die Abschlussprüfungen einbezogen und vorhandene Prototypen technologiebasierter Diagnostik weiterentwickelt werden.

⁴⁰ z. B. Projekt ASPE in ASCOT+, <https://www.ascot-vet.net> (aufgerufen 27.07.2022)

- *Monitoring der diagnostischen Qualität:* Über die diagnostische Qualität der Prüfungen, auch digital gestützter Prüfungsteile, herrscht wenig Transparenz. Das gilt besonders für Prüfungen in vollzeitschulischen Ausbildungen des Schulberufssystems. Letztere unterliegen allenfalls schulinterner Beobachtung, jedoch keiner systematischen übergreifenden Qualitätssicherung. Hier ist ein Monitoring der diagnostischen Qualität zur Weiterentwicklung nötig. Digital gestützte Prüfungen böten umfassende Datenbestände, die dann auch einem Qualitätsmonitoring im Hinblick auf basale Testgütekriterien – zumindest stichprobenartig – unterzogen werden können.
- *Qualifizierung des Prüfungspersonals:* Der Einsatz digitaler Medien erfordert eine entsprechende Qualifizierung des Prüfungspersonals (Prüfer:innen in paritätisch besetzten Prüfungsausschüssen des dualen Systems und Lehrkräfte der vollzeitschulischen Ausbildung). Die bisher üblichen Leitfäden für Aufgabenerstellende werden kaum ausreichen, um die Potenziale digitaler Medien für eine authentische, valide und effiziente Prüfungsgestaltung auszuschöpfen. Hier sind passgenaue Qualifizierungsangebote auszuarbeiten, die nicht nur die Aufgabenkonstruktion und -auswertung umfassen, sondern auch eine Qualifizierung im Bereich von Mediendidaktik und standardisierter Diagnostik einschließen.

Empfehlung 8) Stärkere Wissenschaftsorientierung durch den Aufbau einer Struktur aus Clearing, Transfer und Leading Houses

Derzeit laufen verschiedene Entwicklungsprogramme zur Implementierung von innovativen Konzepten zur Digitalisierung (s. Kap. 3.1.3). Zudem gibt es mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) eine etablierte Organisation und gut institutionalisierte Prozesse zur kontinuierlichen Weiterentwicklung der Ausbildungsgänge im Dualen System. Auch berufliche Schulen befassen sich seit Jahren in durch die Länder und Stiftungen geförderten Projekten mit der Umsetzung von Digitalisierung und entwickeln Konzepte. Die dabei entstandenen Konzepte besitzen als *Good Practice*-Beispiele ein hohes Weiterentwicklungs- und Transferpotenzial. Umfang und Qualität des Erkenntnisstands zur Wirksamkeit dieser Ansätze und Konzepte bezogen auf die Lernwirksamkeit sind aber sehr begrenzt. Von einer übergreifenden und belastbaren empirische Basis, von der ausgehend eine evidenzbasierte Weiterentwicklung und Elaboration von Lehr-Lernkonzepten und damit einer Ausschöpfung der Potenziale der Digitalisierung, ist man in der beruflichen Bildung noch weit entfernt. Die vorliegenden Studien weisen Schwächen in der theoretischen Untermauerung der Erklärungsansätze

auf, in der Operationalisierung der Konstrukte, in den Erhebungskonzepten und dem nicht systematischen Umgang mit den unterschiedlichen Lernorten (s. Kap. 3.2). Die Aktivitäten folgen zudem weitgehend der Entwicklung an den Arbeitsplätzen, sodass eine Strategie der Anpassung überwiegt.

Um sich konstruktiv und langfristig mit den durch Digitalisierung ausgelöste Dynamiken auseinandersetzen zu können, muss dringend in einen Gestaltungsmodus gewechselt werden. Lehr-Lernkonzepte für eine innovative berufliche Bildung müssen sowohl Fachkräfte proaktiv auf den stetigen Wandel einer digitalisierten Arbeits- und Lebenswelt vorbereiten und zu einer reflexiven Mitgestaltung befähigen als auch den Einsatz digitaler Technologien und künstlicher Intelligenz darauf ausrichten, bestehende Schwächen, z. B. in der Kooperation der Lernorte, der beruflichen Ausbildung oder der Integration von Jugendlichen aus diversen Risikolagen, zu bearbeiten.

Dafür notwendig sind übergreifende Organisationsstrukturen, die alle Sektoren, Berufsfelder und Lernorte der beruflichen Bildung adressieren und eine kontinuierliche Qualitätsentwicklung vorantreiben. Dies umfasst zum einen die Bilanzierung, Auswertung und kritisch-konstruktive Begutachtung dessen, was bereits erreicht wurde, im Sinne von *Clearing Houses*. Dies umfasst zum anderen aber auch die kontinuierliche und evidenzbasierte (Weiter-)Entwicklung verbunden mit einer systematischen Wirkungsforschung zu Konzepten, digitalen Lehr-Lernmedien, Lernräumen und den Aufbau einer Transferstruktur, die Implementationsprozesse begleitet (im Sinne von Entwicklungs- und *Transfer Houses*). Als Vorbild könnten die in der Schweiz eingerichteten *Leading Houses* dienen, in denen über längere Zeiträume hinweg in größeren Konsortien auf bestimmte Problemstellungen fokussiert, evidenzbasiert geforscht und Lösungsansätze entwickelt werden. Das aktuelle Förderprogramm des BMBF (2022a) zum Aufbau von digitalen Kompetenzzentren kann als Startpunkt dienen, doch sind für die Umsetzung und eine nachhaltige Wirksamkeit langfristige, verlässliche Investitionen nötig, die über einen zeitlichen begrenzten Förderzeitraum von zweieinhalb Jahren hinausgehen. Aufgrund der komplexen Struktur des beruflichen Bildungssystems und der vielen Stakeholder und Institutionen muss so eine Struktur zudem unter Einbeziehung der etablierten Organisationen und Institutionen aus der beruflichen Forschungs- und Bildungspraxis sukzessive, aber mit der Perspektive auf eine Verstetigung, aufgebaut werden. Es wird daher der Aufbau von Organisationsstrukturen im Sinne der oben beschriebenen *Clearing, Transfer und Leading Houses* empfohlen, in denen nachfolgend beschriebene Aufgaben prioritär zu bearbeiten sind:

- *Evaluation vorhandener Good Practice-Ansätze:* Im Kontext der Digitalisierung berufliche Bildung *Good Practice*-Beispiele zu sammeln – vor allem im Hinblick auf Erfolgsbedingungen und deren Transferpotenzial – mit dem Ziel diese zu bilanzieren und über Handreichungen die Dissemination von tragfähigen Ansätzen zu forcieren. Die Einrichtung von Plattformen ohne die Einbettung in eine umfassendere, proaktive Disseminations- und Qualitätssicherungsstrategie ist nicht ausreichend.
- *Grundlegende Forschung zum Aufbau beruflicher Handlungskompetenz:* Den Aufbau einer zukunftsgerichteten reflexiven beruflichen Handlungskompetenz über berufsfeldbezogene Lernaufgaben durch den Einsatz digitaler Technologien zu erforschen in enger Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen der beruflichen Rehabilitation und der Sonderpädagogik, um auch die Bedürfnisse von Lernenden mit spezifischen Beeinträchtigungen zu berücksichtigen.
- *Verknüpfende Lernumgebungen entwickeln:* Lernumgebungen entwickeln, die Lernorte über digitale Räume verknüpfen und einen systematischen und vernetzten Kompetenzaufbau durch die Nutzung digitaler Technologien unterstützen. Dies muss mit Wirkungs- und Transferforschung einhergehen und langfristig angelegt sein, weil die umfassende Entwicklungsarbeit, die notwendig ist, um anspruchsvolle digitale Lernumgebungen zu entwickeln, nicht nur punktuell erfolgen kann, sondern in Zukunft ein kontinuierlich bearbeitetes Handlungsfeld sein wird. Entsprechende technologiebasierte Lernumgebungen können auch für den Einsatz zur Kompetenzerfassung im Prüfungs- und Zertifizierungsbereich angepasst und genutzt werden. Zudem wären auch Erweiterungen auf den Bereich der beruflichen Fortbildung anzulegen.
- *Abbau von Barrieren:* Die Potenziale digitaler Medien für die Integration von Jugendlichen mit Behinderungen und Lernbeeinträchtigungen in Ausbildung sollten erprobt sowie systematisch evaluiert werden. Das betrifft zum einen die Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen insbesondere auch für die spezifischen Bedürfnisse der Jugendlichen im Übergangssektor, und zum anderen der Inklusion dieser Jugendlichen in reguläre Ausbildungsgänge und zum dritten den Abbau von Barrieren bei Prüfungen zur besseren Teilhabe von Personen mit Behinderungen (z. B. digitale Prüfungsformate für Personen mit eingeschränkter Mobilität zur ortsunabhängigen Teilnahme an Abschlussprüfungen oder barrierefreie Zugänge zu den Prüfungsmaterialien, z. B. für seh- und hörbeeinträchtigte Personen).

- *Weiterentwicklung digitaler Medien zur Berufsberatung:* Digitale Medien sollten auch zur Gestaltung und vor allem zur Individualisierung von *Berufsorientierungsmaßnahmen* und zur Förderung von Berufswahlkompetenz ausgebaut, weiterentwickelt und in ihren Wirkungen evaluiert werden. Auch hier können die aufzubauenden Strukturen eine wichtige Funktion übernehmen.
- *Fort- und Weiterbildung des berufspädagogischen Bildungspersonals (Schulen, ÜBS, Betriebe):* Dies kann mit einer umfassenderen Professionalisierungsperspektive dahingehend erfolgen, dass Lehrenden und Auszubildenden ermöglicht wird, über eine längere Phase an der Entwicklung und Evaluierung von digitalen Lernumgebungen mitzuarbeiten. Dies schließt gleichfalls das Zusammenwirken mit vorhandenen Fort- und Weiterbildungsinstitutionen ein. Die Übernahme von Aufgaben zur Fort- und Weiterbildung des Bildungspersonals aus verschiedenen Lernorten leistet auch einen Beitrag zur Verbesserung der Lernortkooperation auf organisationaler und insbesondere auf instruktionaler Ebene.
- *Strategische und konzeptionelle Beratung anbieten:* Für Bildungsorganisationen (Schulen, ÜBS, Betriebe) eine strategische und konzeptionelle Beratung anbieten, um die Qualität der beruflichen Bildungsangebote angesichts einer sich dynamisch verändernden digitalen Arbeitswelt aufrecht zu erhalten. Dies kann neben der Qualitätssicherung auch einen wichtigen Beitrag für die Unterstützung von Klein- und Kleinstbetrieben leisten und deren Teilnahme an einer zukunftsorientierten beruflichen Ausbildung fördern.

Wie diese Strukturen konkret auszugestalten sind und wie sie administriert sowie finanziert werden, muss auf politischer Ebene einvernehmlich mit den maßgeblichen Akteuren der beruflichen Bildung verhandelt werden. Es ist zu entscheiden, welche fachlichen Cluster gebildet und priorisiert werden sollen, insbesondere vor dem Hintergrund, dass mit der Digitalisierung auch fachlich hybride Berufsprofile zunehmen.

Zentral ist,

- dass es Organisationen in öffentlich-rechtlicher Hand sind,
- die nicht ausschließlich den dualen Sektor adressieren, sondern auch das Schulberufssystem mit dem wachsenden Gesundheits- und Erziehungsbereich sowie den Übergangssektor mit seinen Anschlüssen an duale und vollzeitschulische Ausbildungen integrieren,

- dass Fachexpertise aus den Bereichen berufsbezogener Lehr-Lernforschung sowie digitaler Medienentwicklung und Informationstechnologie systematisch einbezogen werden,
- und dass nicht nur Praxisentwicklung im Fokus steht, sondern auch die Erweiterung der Erkenntnisgrundlage für die evidenzbasierte Gestaltung beruflicher Bildung.

4. Digitalisierung und Lehrkräftebildung

Zentrales Ziel der Lehrkräftebildung ist die Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften für eine lern- und entwicklungsförderliche Gestaltung von Schule und Unterricht – auch in multiprofessionellen Teams – mit der Perspektive, allen Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen in der Schule sowie in der beruflichen Ausbildung gleichermaßen und unabhängig von ihren herkunftsbedingten Chancen eine bestmögliche Bildung und demokratische Teilhabe in der digitalen Welt zu ermöglichen und Bildungsungleichheit entgegenzuwirken. Vor diesem Hintergrund wurde für den Unterricht in allgemeinen und berufsbildenden Schulen (vgl. Kap. 2 und 3) herausgearbeitet, wie zentral die lernzielbezogene, reflektierte Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge ist, um eine sinnvolle komplementäre Orchestrierung digitaler und analoger Lehr-Lernaktivitäten zu ermöglichen. Um diese Orchestrierung im Unterricht oder anderen Lehr-Lernszenarien – u. a. im Ganztage – umzusetzen, braucht es Lehrkräfte, die medienpädagogisch und digitalisierungsbezogen in ihren Fächern bzw. beruflichen Fachrichtungen sowie im Bereich der informatischen Bildung fundiert aus- und kontinuierlich fort- und weitergebildet sind. Wie die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften entsprechend weiterentwickelt werden kann, ist Gegenstand dieses Kapitels. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung und Förderung der Kompetenzen, die zum einen für eine Gestaltung qualitativvoller und lernwirksamer fachbezogener Lehr-Lernszenarien *mit* digitalen Medien und die zum anderen für das Gestalten von (fachnahem) Lernen *über* Medien nötig sind. Dazu gehört auch die Verbindung von Digitalisierung mit querschnittlich angelegten Professionalisierungsaufgaben, um etwa ein Bewusstsein für Potenziale der digitalen Lernunterstützung, aber auch für mögliche (Lern-)Barrieren digitaler Lernangebote und deren adaptive Gestaltung zu schaffen.

(Angehende) Lehrkräfte müssen sich in einem hochdynamischen Kontext orientieren können und wollen, der u. a. geprägt ist durch kontinuierliche technische Innovationen sowie Weiterentwicklung der Lerninhalte und in dem es vielfältige Unsicherheiten und disruptive Entwicklungen, aber auch damit verbundenen Möglichkeiten, gibt. Hinzu kommen Zugänge zu neuen Medien, die die kommunikative Praxis verändern und zugleich vielfältige informelle Lernprozesse der Schüler:innen außerhalb der Schule ermöglichen (Iske & Fromme, 2021). Digitalisierung verändert die Rolle, aber auch die Möglichkeiten, von Lehrkräften bzw. von Schule als Organisation und Lernort: Bildungs- und Erziehungsprozesse in hybriden Szenarien können etwa zeitlich und örtlich flexibler, adaptiver und auch inklusiver gestaltet werden und so erweiterte und auch neue Lerngelegenheiten schaffen (Kammerl, 2019).

4.1 Digitale Kompetenzen und Kompetenzerwerb von Lehrkräften in den drei Phasen

Mit den Überarbeitungen der *Ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung* (KMK, 2019b) sowie der *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften* (KMK, 2019a) wurden digitalisierungsbezogene Anforderungsprofile und Kompetenzerwartungen geschärft. Die verbindliche Verankerung medienpädagogischer bzw. digitalisierungsbezogener Inhalte im Rahmen der Professionalisierung von Lehrpersonen wird schon seit drei Jahrzehnten u. a. auf Basis von Erkenntnissen nationaler und internationaler Forschung gefordert.⁴¹ In Deutschland gibt es auf Länderebene allerdings Hinweise auf recht heterogene Entwicklungsstände bezogen auf die Anwendung entsprechender Kompetenz- bzw. Orientierungsrahmen (Engec et al., 2021; KMK, 2021b).

Jedoch müssen Lehrkräfte zur vollen Ausschöpfung der in Kapitel 2 und 3 beschriebenen medien- und fachdidaktischen Potenziale digitaler Medien eine entsprechende professionelle Kompetenz erwerben (s. Kap. 0.4). Nur dann können sie diese Potenziale erkennen sowie für eine fachdidaktisch und pädagogisch angemessene Gestaltung der Lehr-Lernprozesse und der fachlichen Lerngegenstände nutzen.

Diese Kompetenz besteht zum einen aus dem digitalisierungsbezogenen Professionswissen wie es im TPACK-Modell (s. Kap. 0.2) beschrieben wird. Dieses umfasst nicht nur technologische Bedienfertigkeiten (technologisches Wissen), sondern vor allem die Verknüpfung dieses Wissens mit fachlichem, fachdidaktischem und pädagogischem Wissen. Dabei muss das TPACK-Modell jeweils fachdidaktisch untermauert werden (Ratnayake et al., 2020). Gleichzeitig muss die relative Bedeutung von technischem (TK), technologiebezogenem pädagogischem (TPK) und technologiebezogenem fachdidaktischem Wissen (TPACK) für guten Unterricht und die Entwicklung dieser Komponenten empirisch geklärt werden, da dies Konsequenzen für die Verankerung in den Bildungswissenschaften und/oder Fachdidaktiken in der Lehrkräftebildung hat (Petko, 2020). Das DPACK-Modell als Erweiterung ist inhaltlich vielversprechend, aber noch nicht operationalisiert.

⁴¹ U. a. Schulen ans Netz (Prasse & Scholl, 2000; Schulz-Zander et al., 2000), SITES (Schulz-Zander et al., 2003), SEMIK (Gräsel et al., 2000; Schumacher, 2004), ICILS 2018 (Eickelmann & Bos, 2019), Länderindikator-Studien (z. B. Lorenz et al., 2021).

In diesen Wissensbereich gehören auch medienethische, medienerzieherische und gesellschaftstheoretische Aspekte und Herausforderungen (z. B. kritisch-konstruktiver Umgang mit Daten, Nutzung digitaler Medien zur Verringerung von Bildungsungleichheit). Außerdem benötigen Lehrkräfte im Hinblick auf die gleichzeitige Adressierung der Professionalisierungsaufgaben Inklusion und Medienbildung zum einen das Wissen um die spezifische Mediennutzung von vulnerablen Gruppen (I. Bosse & Hasebrink, 2016) und zum anderen Wissen um spezifische Unterstützungsmöglichkeiten durch Medien und Technologien (Bosse, 2019; Schluchter & Bosse, 2019).

Neben diesen, auf das Professionswissen orientierten Kompetenzen benötigen Lehrkräfte auch die entsprechenden Überzeugungen und motivationalen Orientierungen, um fachdidaktische Ziele durch digital gestützten Unterricht erreichen zu können (u. a. die Überzeugung, die dazu nötigen Fähigkeiten zu besitzen). Diese Nützlichkeits- und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bestimmen nicht nur wesentlich die Bereitschaft für den Einsatz digitaler Medien im Unterricht (Scherer & Teo, 2019; Thurm & Barzel, 2021), sondern auch die Qualität des resultierenden Unterrichts (Backfisch et al., 2020).

Im Folgenden wird der Forschungsstand zu digitalisierungsbezogenen professionellen Kompetenzen von Lehrkräften dargestellt (Kap. 4.1.1). Um diese Kompetenzen erwerben zu können, benötigen (angehende) Lehrkräfte in allen drei Phasen Lerngelegenheiten. Entsprechend werden in Kapitel 4.1.2 die Angebotsstrukturen und die Gestaltung der ersten, zweiten und dritten Phase bezogen auf den Erwerb digitalisierungsbezogener Kompetenzen dargestellt. In einem separaten Kapitel (Kap. 4.1.3) wird abschließend auf die Kompetenzen der Lehrkräftebildner:innen eingegangen.

4.1.1 Kompetenzen und Einstellungen angehender Lehrkräfte

Professionswissen von Lehrkräften

Bislang ist wenig über die faktischen digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte und deren Entwicklung bekannt, da es zu wenige objektive Tests gibt, die Wissen und Fertigkeiten erfassen. Bezogen auf die Kompetenzen von Lehrkräften zum Einsatz digitaler Medien existieren zwar eine Reihe internationaler und nationaler Studien. Diese erfassen allerdings vorrangig selbst- oder fremdeingeschätzte Kompetenzen der Lehrpersonen. Jedoch sind Selbsteinschätzungen häufig schwer von Selbstwirksamkeitserwartungen abzugrenzen und stellen kein valides Maß für Kompetenz dar. Hämäläinen et al. (2021) finden in einer Sekundärda-

tenanalyse von PIAAC und TALIS-Daten nur schwache Assoziationen zwischen objektiven Tests digitaler Kompetenzen und entsprechenden Selbsteinschätzungen der Lehrkräfte.

Eine auf das TPACK-Modell bezogene Studie in Finnland, bei der Lehrende der Sekundarstufe II und Berufsschullehrkräfte befragt wurden, weist auf einen Zusammenhang zwischen der persönlichen Nutzung von *Social Software* und der Häufigkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht, aber nicht in Bezug auf die Ausschöpfung der didaktischen Potenziale, hin (Valtonen et al., 2013).

Vergleichbare Herausforderungen bestehen bei der Erfassung digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Lehrkräften. Auch bezogen auf diese Zielgruppe werden bislang überwiegend Selbsteinschätzungen eingesetzt (u. a. Link & Nepper, 2021; Runge et al., 2021; Mirjam Schmid et al., 2020; Valtonen et al., 2020). Bemühungen um Kompetenzmessungen für diese Zielgruppe stehen noch am Anfang (Lachner, Fabian et al., 2021).

Im Bereich der angehenden Lehrkräfte deuten Auswertungen von Daten des Nationalen Bildungspanels (NEPS) auf Kompetenzdefizite von Lehramtsstudierenden im Bereich *ICT-Literacy* als Facette von Medienkompetenz im Vergleich zu anderen Studierenden hin (Senkbeil et al., 2020). Insbesondere Lehramtsstudierende ohne mathematisch-naturwissenschaftliches Unterrichtsfach weisen vergleichsweise geringe digitale Kompetenzen auf. Bislang erreicht nur ca. ein Drittel der Lehramtsstudierenden am Ende der ersten Studienphase den normativ festgelegten Mindeststandard *Proficient* und damit „ein erweitertes Grundbildungsniveau, welches Studierende im Verlauf ihres Studiums im Hinblick auf spätere berufliche Anforderungen erwerben sollten“ (Senkbeil et al., 2020, S. 11).

Als besonders komplex erweist sich die Professionalisierung im berufsbildenden Bereich aufgrund des doppelten Gegenstandsbezugs: Angehende Lehrkräfte müssen auf ihre Fächer und zugleich auf im Kontext von Digitalisierung dynamische Berufsfelder vorbereitet werden (s. Kap. 3.1). Laut Bildungsbericht berichteten trotzdem etwa „zwei Drittel der befragten Lehrerinnen und Lehrer an beruflichen Schulen – und damit deutlich mehr als an allgemeinbildenden Schulen – [...], Kompetenzen für das digitale Lehren und Lernen bereits während der Ausbildung oder des Studiums erworben zu haben“ (AGBB, 2020, S. 274); allerdings handelt es sich auch hier um Selbstberichte. Bei Roll und Ifenthaler (2021) zeigen sich bezogen auf das Konstrukt MCD (*Multidisciplinary Digital Competencies*) mittlere Ausprägungen bei Studierenden des beruflichen Lehramts (kaufmännische Domäne), die über externe Kompetenzeinschätzungen weitgehend bestätigt werden.

Einstellung und Haltungen von Lehrkräften zum Einsatz digitaler Medien

Zur professionellen Kompetenz wird nicht nur das Professionswissen gezählt, sondern auch die Überzeugungen, Werthaltungen und Orientierungen einer Lehrkraft (vgl. Kap. 0.4). Im TPACK-Modell werden motivationale und einstellungsbezogene Komponenten sowie informatische Kompetenzen nicht (explizit) berücksichtigt. In diesem Zusammenhang international etabliert und breit erforscht ist das *Technology Acceptance Model (TAM)* (Bürger et al., 2021; Scherer et al., 2019), in dem davon ausgegangen wird, dass die tatsächliche Nutzung von Technologien bzw. digitalen Medien durch Einstellungsvariablen (Einstellungen gegenüber der Nutzung, subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit und subjektiv leichte Benutzbarkeit) abhängig ist. Eine ähnliche Perspektive auf Einstellungen und Haltungen vertreten Autor:innen von Studien zum medialen Habitus (Dertinger, 2021; Kommer & Biermann, 2012) oder Medienintegrationsmodelle, wie das *Will-Skill-Tool-Modell* (Knezek & Christensen, 2016; für Erweiterungen s. Farjon et al., 2019).

Lehrpersonen, die gegenüber digitalen Medien positiv eingestellt sind und ihnen für den Unterricht einen didaktischen Mehrwert zuschreiben, nutzen diese häufiger als Lehrpersonen, die eher skeptisch sind (Eickelmann & Vennemann, 2017; Endberg et al., 2015; Lorenz et al., 2019; Petko, 2012; Scherer et al., 2019). Nützlichkeitsüberzeugungen sind nicht nur für die Bereitschaft zur Mediennutzung entscheidend, sondern auch für die Unterrichtsqualität, und zwar konsistenter als z. B. Selbstwirksamkeit (Backfisch et al., 2020; Backfisch et al., 2021).

Grundsätzlich scheint der Anteil der Lehrpersonen, die die Nutzung digitaler Medien positiv beurteilen, höher zu sein als der Anteil derjenigen, die dem Einsatz digitaler Medien skeptisch bzw. ablehnend gegenüberstehen. Endberg et al. (2015) beschreiben auf Grundlage einer repräsentativen Stichprobe von Lehrpersonen der Sekundarstufe I in Deutschland die vier Typen: *Enthusiasten* (54,6 Prozent), *Reflektierte* (20,6 Prozent), *vorsichtige Optimisten* (13,5 Prozent) und *Skeptiker* (11,3 Prozent). Gleiches gilt für die Studie von Eickelmann und Vennemann (2017) auf Grundlage der kumulierten ICILS-2013-Lehrer:innenstichproben in Deutschland, Norwegen und der Tschechischen Republik. Hier werden fünf Einstellungstypen charakterisiert: *ICT Enthusiasts* (26,0%), *Partial ICT Enthusiasts* (21,4%), *Information-focused Teachers* (20,4%), *Partial Doubters With Some Hope* (19,1%), *Absolute Doubters Who Reject The Use of ICT In School* (13,2%). Lehrkräften an beruflichen Schulen wird allgemein eine eher positive Einstellung gegenüber Digitalisierung und digitalen Medien bescheinigt (Hähn & Ratermann-Busse, 2020).

Dennoch weist mehr als jede zehnte Lehrkraft eine skeptische oder ablehnende Haltung auf (Endberg et al., 2015; Eickelmann & Vennemann, 2017), was bezogen auf die notwendigen Schulentwicklungsprozesse bzw. die Innovations-, Re-Organisations- und Transformationsprozesse, wie sie im Digitalisierungskontext auch in (un-)mittelbarer Zukunft anstehen, zur Herausforderung werden kann. Dies muss bereits in der Lehrkräfteausbildung und auch im Rahmen von Fort- und Weiterbildungsangeboten konstruktiv aufgegriffen werden.

4.1.2 Aufbau von Kompetenzen in den drei Phasen der Lehrkräftebildung

Bezogen auf den Erwerb digitaler Kompetenzen gibt es in den drei Phasen der Lehrkräftebildung große Unterschiede beim Verbindlichkeits- und Differenzierungsgrad der curricularen Anforderungen, ihrer Verortung im Ausbildungsverlauf (Kohärenz zwischen Bachelor- und Masterprogrammen sowie zwischen den Phasen der Lehrkräftebildung) und der Verbindlichkeit der Vermittlung. Eine Vermittlung digitaler Kompetenz kann nur dann zielgerichtet erfolgen, wenn Kohärenz zwischen Fachwissenschaften, Fachdidaktiken und Bildungswissenschaften (Hellmann, 2019) besteht und in Praxisphasen diese Kompetenz erprobt werden kann. Wie gut das möglich ist, hängt von standortspezifischen Faktoren ab, wodurch die Kohärenz auf verschiedenen Ebenen leiden kann und die Implementation der digitalisierungsbezogenen Inhalte nicht kontinuierlich oder aneinander anknüpfend erfolgt. Daher sind verbindliche Verabredungen innerhalb der Lehrkräftebildung (Reintjes et al., 2021) und ein kontinuierlicher professionsorientierter Diskursraum über Kerninhalte und zentrale Kompetenzen nötig.

Tulodziecki et al. (2021) differenzieren die Aufgabenfelder der Lehrer:innenaus- und -fortbildung im Kontext der Medienbildung wie folgt: Weiterentwicklung der eigenen Medienkompetenz, Nutzung von Medien bzw. digitalen Umgebungen für Lernprozesse, Wahrnehmung von medienbezogenen Erziehungs- und Bildungsaufgaben sowie Entwicklung schulspezifischer Konzepte zur Medienbildung. Die einzelnen Phasen der Lehrkräftebildung (Tab. 1) bauen dabei so aufeinander auf, „dass in den jeweils vorangehenden Phasen [...] die entsprechende medienpädagogische Kompetenz erworben wurde. Sollte dies nicht der Fall sein, müssen in den jeweils nachfolgenden Phasen Maßnahmen ergriffen werden, um die [...] notwendigen Voraussetzungen nachträglich zu schaffen“ (Tulodziecki et al., 2021, S. 363-364).

Hochschule/Universität	Vorbereitungsdienst/Referendariat	Fortbildungen
Defizite bezüglich der eigenen Medienkompetenz aufarbeiten + Wissenschaftliche Grundlagen für die weiteren Aufgabenfelder erwerben	Konsequente Anwendung der in der ersten Phase erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten im Kontext des beruflichen Handelns	Aktualisierungen der eigenen Medienkompetenz angesichts der Informations- und kommunikationstechnologischen Entwicklungen
Analysen und Bewertungen von relevanten Medienangeboten sowie von vorhandenen Ansätzen und Beispielen zur Medienbildung + erste eigene Entwürfe und Erprobungen von Unterricht <i>mit</i> und <i>über</i> Medien	Unterricht oder Projektarbeit <i>mit</i> und <i>über</i> Medien planen, durchführen und evaluieren	Weiterentwicklung, Umsetzung und Evaluation schulspezifischer Konzepte zur Medienbildung
Erste Analysen und curriculare Entwürfe von schulspezifischen Konzepten zur Medienbildung	Mitwirkung an Bestandsaufnahmen zu medienpädagogischen Aktivitäten sowie an der (Weiter-)Entwicklung schulspezifischer Konzepte zur Medienbildung	

Tabelle 1: Entwicklung der Medienkompetenz über die drei Phasen der Lehrkräftebildung (eigene Darstellung in Anlehnung an Tulodziecki et al., 2021, S. 362)

Für den Kompetenzerwerb haben sich z. B. Lehr-Lernlabore als authentische Lehr- und Erfahrungsräume zur Erprobung digitaler Medien bewährt (Rehfeldt et al., 2020). Über den Erwerb digitalisierungsbezogener professioneller Kompetenzen hinaus können in allen Phasen digitale Medien auch den Erwerb weiterer professioneller Kompetenzen unterstützen. Das gilt besonders für die erste Phase der Lehrkräftebildung: Videoanalysen werden z. B. erfolgreich dafür eingesetzt, die professionelle Wahrnehmung von Lerngelegenheiten zu fördern und *XR*-Anwendungen ermöglichen es, auch mit simulierten Schüler:innen zu interagieren und Instruktionstechniken oder Techniken der Klassenführung zu erwerben (Hellermann et al., 2015; Huang et al., 2021; Kramer et al., 2017; Wiepke et al., 2019). Videos ermöglichen auch, Unterrichtssituationen aus unterschiedlicher Kameraperspektive zu betrachten (Seidel et al., 2013). Das wirkt sich positiv auf Leistung und Perspektivenübernahme der Lehrkräfte aus (z. B. Goeze et al., 2014). Lernvideos verbinden theoretisches Wissen mit Praxiserfahrungen und können potenzielle Praxisschocks verringern (Blomberg et al., 2013). Neben dem reinen Rezipieren hat die eigene Erstellung von Erklärvideos das Potenzial, Lernergebnisse und Wissenstransfer bei Lehramtsstudierenden zu fördern (Lachner, Hoogerheide et al., 2021).

Nachfolgend werden Strukturen und Gestaltprinzipien hinsichtlich der Herausforderungen und Möglichkeiten weiter differenziert auch mit Blick auf die Notwendigkeit der Abstimmung über die drei Phasen (KMK, 2021b).

Gestaltung der ersten Phase der Lehrkräftebildung

Strategische Leitlinien und Standards, die in den vergangenen Jahren in der KMK und in den Ländern abgestimmt wurden, sind ein möglicher Ausgangspunkt für einen Transformationsprozess, bei dem die lehrerbildenden Institutionen Rahmenvorgaben interpretieren, in ihren Curricula konkretisieren und in Lehr-Lernsituationen implementieren. Fraglich ist dabei allerdings, wie kohärent die intendierten, implementierten und realisierten Curricula bezogen auf die erworbenen digitalisierungsbezogenen Kompetenzen sind (Reintjes et al., 2021) – zwischen den Ländern, aber auch zwischen und innerhalb der Ausbildungsinstitutionen, nicht zuletzt bei wechselnden Dozierenden.

Ein Querschnittsthema werden digitalisierungsbezogene Kompetenzen faktisch erst, wenn sie systematisch im Studium verankert sind, etwa in den Bildungswissenschaften, in den berufspädagogischen Anteilen, in den Fachdidaktiken bzw. den Fachwissenschaften sowie in den Praxisphasen, und zwar so verbindlich, dass sich Lehrende und Studierende dem nicht entziehen können. Die systematischen Bestandsaufnahmen des *Monitor Lehrerbildung* (2020) zeigen aber, dass in der Mehrheit der Länder keine landesweit einheitlichen Vorgaben zum Erwerb professioneller Kompetenzen zum Umgang mit digitalen Medien im Rahmen von Lehrveranstaltungen existieren. Auch gaben nur 19 von insgesamt 60 befragten Hochschulen an, dass Inhalte zum Thema Medienkompetenz in einer digitalen Welt in allen Fachdidaktiken curricular verankert sind. Daten des *Monitor Lehrerbildung*, die auf dem Höhepunkt der ersten Corona-Welle im Frühjahr 2020 erhoben wurden, bestätigen, dass Studieninhalte zu Medienkompetenz und digitalisierungsbezogenen Kompetenzen weiterhin kaum verbindlicher Bestandteil des Lehramtsstudiums sind (Monitor Lehrerbildung, 2021).

Die Aufgabe, Digitalisierung in die Curricula zu integrieren, ist allerdings alles andere als trivial. Mittlerweile sollen etwa in den Bildungswissenschaften so viele Themen (z. B. Digitalisierung, Inklusion, Bildungsungleichheit etc.) verankert werden, dass die verfügbaren Leistungspunkte nicht mehr ausreichen, um die Vielzahl an Reformanliegen und die grundlegenden Wissensbestände zu Unterricht, Schule und Professionalisierung zu vermitteln. Zudem kann eine starke Reformorientierung im bildungswissenschaftlichen Anteil der Ausbildung dazu beitragen, dass der Reformzwang in den Fächern abnimmt.

Hier lassen sich Bezüge zu den SQD-Strategien (*Synthesis of Qualitative Data*; Tondeur et al., 2012) herstellen, mit denen sich pädagogisch-didaktische Handlungskompetenzen von Lehrkräftebildner:innen beschreiben lassen, die zur Vorbereitung angehender Lehrkräfte auf das Unterrichten mit digitalen Medien notwendig sind. Besonders effektive Strategien, um

Lehramtsstudierende auf den qualitätsvollen Einsatz digitaler Medien im Unterricht vorzubereiten, sind nach dem SQD-Modell: 1) die Arbeit mit Vorbildern (also Lehrkräftebildner:innen mit vorhandenen Kompetenzen und Erfahrungen), 2) die Etablierung eines Diskurses über den Stellenwert digitaler Medien für das Lehren und Lernen, 3) die Planung, Gestaltung und Erprobung eigener Unterrichtsentwürfe/Lehr-Lernszenarien, 4) Kooperation, 5) die Bereitstellung authentischer Erfahrungsräume in der Auseinandersetzung mit digitalen Medien und 6) eine kontinuierliche (Peer)-Feedback-Kultur (Tondeur, 2018).

Gerade bei der Digitalisierung sind Netzwerke und systematische Kooperationen wichtig und sinnvoll, um Konzepte schneller zu verbreiten. „Tatsächlich agieren die Hochschulen in den meisten Ländern noch zu wenig und nicht systematisch in Verbänden, um die Digitalisierung in der Lehrkräftebildung flächendeckend und unter Ausnutzung von Synergieeffekten voranzutreiben“ (Monitor Lehrerbildung, 2020, S. 17). In der ersten Förderphase der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* war Digitalisierung trotz der bereits bestehenden Relevanz wenig im Fokus. Verbundanträge wurden kaum gestellt. Der Ausschreibungsschwerpunkt zur Digitalisierung in der zweiten Förderphase (BMBF, 2018) hat hier einen richtigen und wichtigen Akzent gesetzt. In diesem Sinne arbeiten in NRW in der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* im Projekt *Communities of Practice NRW – für eine innovative Lehrerbildung (Comeln)* alle zwölf lehrerbildenden Universitäten, das Schul- und das Wissenschaftsministerium, Bezirksregierungen, das Landesinstitut sowie Vertretungen der zweiten und dritten Ausbildungsphase zusammen mit dem Ziel, Ressourcen (z. B. *Tools*, Kurse) entlang der schulischen Bedarfe im Bereich Digitalisierung sowie Prototypen für die Zusammenarbeit von Wissenschaft und (Fortbildungs-)Praxis zu entwickeln. Ausbaufähig bleibt aber insgesamt auch die internationale Vernetzungsperspektive. Diese könnte viele Anregungen gerade auch aus Systemen geben, in denen Ausbildungsstrukturen anders gedacht und flexibler mit Raum für Experimente angegangen werden.

Gestaltung der Lehrkräftebildung in der zweiten und dritten Phase

Gekennzeichnet sind diese Phasen bezogen auf Digitalisierung von einer großen Heterogenität der Zielgruppe. Diese zeigt sich in den unterschiedlichen Funktionen (Schulleitung, Steuergruppenmitglieder, Fachlehrkräfte, Mentor:innen in der Begleitung von Praxisphasen etc.), den Spezifika der verschiedenen Schul- und Jahrgangsstufen oder unterschiedlicher Individualmerkmale (u. a. Alter, Geschlecht, Berufserfahrung, Bundesland, Region, Schulstandort). Insbesondere besteht sie aber auch aufgrund der sehr unterschiedlichen digitali-

sierungsbezogenen, medienpädagogischen und informatischen Kenntnisse und Kompetenzen der einzelnen Akteure.

Die Situation in der zweiten Phase der Ausbildung in den Studienseminaren erweist sich bezüglich einer systematischen bundesweiten Bestandsaufnahme noch als blinder Fleck; hier ist weiterer Forschungs- und Analysebedarf angezeigt. Ebenso mangelt es an Ausbildungskonzepten zum Themenfeld der Digitalisierung vor allem in der zweiten Phase.

Mit Blick auf die dritte Phase liegen empirische Daten zu Fortbildungsaktivitäten von Lehrpersonen sowohl im internationalen Vergleich als auch im Bundesländervergleich vor und verweisen auf eine ausbaufähige Situation (Eickelmann et al., 2021; Gerick et al., 2019; Kammerl et al., 2016). Die Teilnahmedaten lassen dabei jedoch nur eingeschränkt Rückschlüsse auf das tatsächlich zur Verfügung stehende Angebot zu. Einen Hinweis auf den hohen Bedarf zur Qualifizierung der Lehrkräfte liefert eine repräsentative Lehrkräftebefragung, die im Auftrag der Robert-Bosch-Stiftung zu verschiedenen Zeitpunkten während der Pandemie durchgeführt wurde. Während zu Beginn der Pandemie im April 2020 etwa zwei Drittel der Lehrkräfte die Kompetenzen der Kolleginnen und Kollegen mit digitalen Lernformaten als zu den größten Verbesserungsbedarfen bewerteten, so waren dies im September 2021 noch immer die Hälfte der Lehrkräfte (Monitor Lehrerbildung, 2021). Diese Zahlen lassen darauf schließen, dass das entsprechende Fortbildungsangebot die wahrgenommenen Bedarfe bislang noch nicht angemessen abdeckt.

Engel et al. (2021) stellen zentrale Befunde zu Strategien, Strukturen und Maßnahmen von Fortbildungs- und Unterstützungssystemen in allen Bundesländern mit dem Fokus Digitalisierung zusammen. Sie zeigen, dass nicht in allen Bundesländern Strategien für Digitalisierung im Bildungs- bzw. Schulbereich vorhanden, publiziert oder transparent sind, die vorhandenen Strukturen hinsichtlich beteiligter Institutionen und Akteure sehr komplex und heterogen sind, kein einheitliches Verständnis von Digitalisierung vorherrscht (dazu auch Binder & Cramer, 2020), Fortbildungsangebote nicht systematisch entlang aus der Forschung bekannter Merkmale wirksamer Fortbildungen konzipiert zu sein scheinen und weitere Unterstützungsleistungen für Schulentwicklung im Kontext der Digitalisierung (u. a. Schulentwicklungsberatung) nicht flächendeckend vorhanden sind bzw. angeboten werden.

Zur Gestaltung wirksamer Fortbildungen gibt es eine Reihe von Forschungsergebnissen, die sich allgemein auf die Lehrkräftefort- und Weiterbildung beziehen (z. B. Darling-Hammond et al., 2017; Kennedy, 2016; Lipowsky & Rzejak, 2021). Ein wichtiges Kriterium ist demnach, dass mehrteilige und längerfristige Angebote geschaffen werden, in denen Lehrkräfte die

neu erworbenen Kenntnisse anwenden und reflektieren können (vgl. auch die Ländergemeinsamen Eckpunkten zur Fortbildung von Lehrkräften; KMK, 2020a). Die immer noch vorherrschenden halb- und eintägigen Veranstaltungen können in der Regel keine langfristige Änderungen im eigenen Unterrichtsverhalten bewirken (Garet et al., 2001). Dazu bedarf es Ansätze, die Lehrkräften dabei helfen, ihre bestehenden Unterrichts- bzw. lehr-lernbezogenen Routinen zu hinterfragen, zu verändern und kontinuierlich zu reflektieren. Dies ermöglichen insbesondere solche Angebote, in denen Lehrkräfte über einen längeren Zeitraum zusammenarbeiten oder Feedback erhalten (z. B. *Professional Learning Communities*, Coachingangebote, Sims et al., 2021). Untersuchungen, die sich mit den Effekten digitaler Fortbildungen im Vergleich zu Präsenzfortbildungen beschäftigen, konnten keine Nachteile von *Online*-Angeboten feststellen (Becker et al., 2014; Fishman et al., 2013).

4.1.3 Kompetenzen von Lehrkräftebildner:innen

Auch zu den Kompetenzen von Lehrkräftebildner:innen kann das SQD-Modell (Tondeur, 2018; s. Kap. 5.1.2) Hinweise liefern. Die dort geforderten Aspekte sind auf der Ebene der hochschulischen Lehr-Lernsituationen angesiedelt und sollten durch weitere Maßnahmen auf institutioneller Ebene gerahmt und unterstützt werden. Dazu zählen u. a. Führung und strategisches Handeln, Fortbildungsangebote für hochschulische und außerhochschulische Lehrkräftebildner:innen, Zugang zu (technischen) Ressourcen oder die inner- und außerinstitutionelle Kooperation. Bei einer gelingenden Unterstützung und Vorbereitung angehender Lehrkräfte bildet die ausbildende Institution eine *Veränderungseinheit (Unit of Change)* (Tondeur, 2018, S. 220), die die digitalisierungsbezogene Lehrkräftebildung als systematisch anzugehenden Prozess begreift, der auf der Institutionenebene unterstützt wird, sodass er auf der Mikroebene gelebt werden kann. Die Unterstützung durch die Institution kann dabei „sowohl inhaltlich, technisch als auch emotional“ sein (Capparozza & Irle, 2020, S. 122).

4.2 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe

Aus den digitalisierungsgetriebenen Opportunitäten und Anforderungen an die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen ergeben sich Anforderungen an die Lehrkräftebildung in allen Phasen. Grundsätzlich sollte Lehrkräftebildung evidenzbasiert gestaltet werden und sich an Modellen zur Entwicklung von professioneller Kompetenz (Baumert & Kunter, 2006) und des technologiebezogenen Professionswissens (TPACK, Koehler & Mishra, 2016; s. Kap. 0.4)

orientieren. Ausgehend von allgemeinen Befunden zur Gestaltung wirksamer Lehr-Lernprozesse müssen die spezifischen Potenziale digitaler Medien identifiziert, genutzt und reflektiert werden, wobei auch potenziellen Risiken – etwa im Rahmen des Jugendmedienschutzes – konstruktiv begegnet werden muss. Ein breites Kompetenzverständnis sollte leitend sein, das kognitive, motivationale und einstellungsbezogene Aspekte umfasst. Es eignen sich besonders Trainingsformate und Settings, die eigene Experimente und gemeinsame Reflexion ermöglichen (Hochschulrektorenkonferenz (HRK), 2022). Dies stellt die Grundlage für die Entwicklung digitalisierungsbezogener, medienpädagogischer sowie informatischer Kompetenzen von Lehrkräften dar, die im Zusammenspiel betrachtet werden sollten.

Die dynamischen Entwicklungen im Feld der Digitalisierung stellen erhebliche Anforderungen an die Professionalisierung der Lehrkräfte. Zu berücksichtigen ist dabei in allen Phasen der Lehrkräftebildung auch, dass sich die fachlichen Gegenstände selbst verändern – etwa unter dem Stichwort *Digital Humanities* an der Schnittstelle von Geisteswissenschaften und Informatik sowie im Hinblick auf *Big Data*, KI, *Cyber Physical Systems* etc. – und diese Entwicklungen wiederum systematisch in die Lehrkräftebildung einfließen müssen (Gesellschaft für Fachdidaktik e. V (GFD), 2018). Auch angesichts dieser Dynamik braucht es eine Lehrkräftebildung, die substanzielle wissenschaftsbasierte Inputs mit entwicklungs-offenen Diskurs- und Experimentierräumen verknüpft, etwa in Form von professionellen Lerngemeinschaften und Vernetzungsstrukturen, und so Professionalisierungsanlässe bietet. Dazu gehört auch der kollaborative Umgang mit fachbezogenen sowie querschnittlichen Themen und Herausforderungen (z. B. Heterogenität und Inklusion, Demokratiebildung, Nachhaltigkeit, Schulentwicklung etc.), aber auch eine meta-reflexive Perspektive auf den Gegenstand der Digitalisierung (Cramer, 2020). Aus den skizzierten Erkenntnissen lassen sich aus Sicht der SWK insbesondere folgende zentrale Herausforderungen ableiten, die anschließend im Kapitel 4.3 in konkretere Handlungsempfehlungen münden.

4.2.1 Ein gemeinsames, forschungsbasiertes Kompetenzverständnis entwickeln

Aus dem dargestellten Status quo wird deutlich, dass verschiedene Forschungsstränge vorliegen und sich Modelle in ihren Fokussen und berücksichtigten Kompetenzfacetten unterscheiden (z. B. TPACK versus TAM). Erstrebenswert erscheint ein breites Verständnis analog zu generischen Modellen professioneller Kompetenzen (Baumert & Kunter, 2006), um professionelle Kompetenzen im Kontext der Digitalisierung modellieren zu können. Dazu zählt auch, gesellschaftstheoretische und ethische Aspekte (z. B. zur Frage, welche ethi-

schen Konsequenzen die Nutzung von KI hat etc.) hier stärker zu fokussieren bzw. überhaupt zu modellieren. Als ein weiteres Handlungsfeld erweist sich die Messung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften, da es bislang wenig Instrumente gibt, die performanz- oder testbasiert Kompetenzen dieser Zielgruppe erfassen.

Die bisherige empirische bildungsbezogene Forschung deutet darauf hin, dass deutschlandweit die Lehrkräftebildung nicht systematisch darauf ausgerichtet ist, die Kompetenzen von Lehrkräften und in der Folge von Schüler:innen zu fördern. Bisher gibt es – abgesehen von Initiativen einzelner Länder – auch keinen von allen Bundesländern geteilten, zwischen Bildungspolitik und Forschung abgestimmten Kompetenz- bzw. Orientierungsrahmen für die Lehrkräftebildung im Kontext der Digitalisierung. Digitalisierungsbezogene Bestandteile der Standards für die Lehrkräftebildung weisen in eine gute Richtung, erscheinen jedoch noch ausbaufähig insbesondere im Hinblick auf eine fachbezogene Ausdifferenzierung.

4.2.2 Formale und nachhaltige Strukturen der Professionalisierung in allen Phasen

Digitalisierungsbezogene Inhalte sind kaum kohärent, spiralcurricular, verbindlich und prüfungspflichtig in der Lehrkräftebildung und ihren Phasen bzw. abgestimmt zwischen den Phasen verankert. Die Situation stellt sich sehr unterschiedlich zwischen Ländern und Ausbildungsstandorten dar und es mangelt vielfach noch an klaren Vorgaben der Länder. Die Ländergemeinsamen Anforderungen von 2019 (KMK, 2019b) sind vage formuliert und eröffnen zu viele Spielräume. Zudem fehlt es an systematischen Vorschlägen, wie – etwa basierend auf dem (ggf. erweiterten) TPACK-Modell und seiner fachdidaktischen Ausdifferenzierung – fachspezifische Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften erfolgen kann.

Insbesondere in der ersten Phase gibt es keine kontinuierliche und kohärente Förderung mediendidaktischer Kompetenzen; dies hängt vielmehr von entsprechenden Schwerpunktsetzungen und vom Engagement an den einzelnen Ausbildungsstandorten ab. Digitalisierung ist noch allzu oft kein Pflicht- und kein Querschnittsthema, etwa auch in Verbindung mit inklusiven Lehr-Lernsettings. Die Situation betrifft Basismodule in den Bildungswissenschaften, insbesondere aber auch Pflichtelemente in allen Unterrichtsfächern und beruflichen Fachrichtungen. Eine große Herausforderung scheint insbesondere die Klärung der Frage zu sein, wie Digitalisierung in die Fächer bzw. Fachdidaktiken kommt, wo sich klarere Verbindungen digitaler Ansätze mit schulischen Inhalten ergeben. Es ließe sich bei der Entwicklung und Gestaltung der Lehrangebote auch an von Medienpsycholog:innen und Fachdidaktiker:innen

gemeinsam verantwortete Module denken, in denen fachdidaktische und digitalisierungsbezogene Kompetenzen im Zusammenhang vermittelt werden. Studierende sollten frühzeitig die Möglichkeit erhalten, mit Prinzipien für die Gestaltung digitalisierungsbezogenen Unterrichts in Berührung zu kommen. Das SQD-Kompetenzentwicklungsmodell von Tondeur et al. (2012) kann hier einen zielführenden Ausgangspunkt darstellen. Die Approximation an die Praxis stärkt Nützlichkeitsüberzeugungen, wenn Studierende positive Erfahrungen sammeln bzw. *Good Practice*-Beispiele kennenlernen.

Digitalisierung sollte viel stärker bei der Professionalisierung bezogen auf Assessments und Prüfungen berücksichtigt werden. Hier dürfte viel Potenzial digitaler und digital unterstützter formativer und summativer Prüfungen zu heben sein (siehe auch Kap. 3; Hochschulforum Digitalisierung (HFD), 2016; Michel, 2015), wobei die Pandemie im Bildungsbereich (insbesondere in den Hochschulen, vgl. Kap. 5) verdeutlicht, dass es vielfach an didaktischen, technischen, organisatorischen und rechtlichen Lösungen fehlt, um Prüfungen digital umzusetzen und kompetenzorientiert zu gestalten.

Ebenso werden die Praxisphasen noch nicht in der Breite systematisch mitgedacht; eine praktische Erprobung digitaler Medien ist kaum verbindlich vorgesehen. Sie sollten die Beobachtung im Bereich Digitalisierung sowie die Erprobung von digitalen Medien in den Schulen und Betrieben beinhalten und Studierende in Seminaren sowohl kognitiv als auch motivational vorbereiten und begleiten. Auch die Kooperation und die Kompetenz dazu erweist sich als Desiderat systematischer Förderung. Gute Praxis kennen zu lernen, (gemeinsam) zu erproben und zu reflektieren, stärkt Nützlichkeitsüberzeugungen und die Bereitschaft der Medienutzung im Hinblick auf die Qualitätsentwicklung von Lehr-Lernprozessen einschließlich von Test- und Prüfungsszenarien.

Die Zentren für Lehrkräftebildung bzw. *Schools of Education* könnten stärker in der Vermittlung und Abstimmung zwischen den Phasen aktiv gemacht werden. Sie sind jedoch sehr unterschiedlich legitimiert und ausgestattet (Arnold et al., 2021; KMK, 2021b).

Insgesamt erscheint es zielführend, (digitalisierungsbezogene) Kooperationsstrukturen, Erfahrungsräume und Feedback-Möglichkeiten (SQD-Modell, Tondeur et al., 2012) zwischen den an der Lehrkräfteausbildung beteiligten Disziplinen und Akteuren innerhalb der einzelnen Hochschulen, aber auch über verschiedene Hochschulstandorte und weitere an der Lehrkräftebildung beteiligte Institutionen hinweg, auszubauen bzw. zu intensivieren. Dazu ist es notwendig, entsprechende hochschuldidaktische Strategien auf- bzw. auszubauen.

Die Rolle und die Möglichkeiten der zweiten Phase der Lehrkräftebildung erscheinen im Vergleich zur ersten Phase noch deutlich unterbelichtet. Hier mangelt es an Konzepten und an Forschung. Einzelne Länder haben damit begonnen, verpflichtende und auch prüfungsrelevante Elemente für den Vorbereitungsdienst vorzusehen und die Studienseminare auch technisch entsprechend auszustatten. Hier scheint es jedoch noch Unterschiede bzw. länderübergreifenden Abstimmungsbedarf zu geben.

Die Lehrkräftefort- und Weiterbildung hat als dritte Phase der Ausbildung besondere Bedeutung, um Lehrkräfte im Beruf und somit die Unterrichtspraxis sowie die Schüler:innen zu erreichen. Mit berufsbegleitender Lehrkräftefort- und weiterbildung können forschungsfundierte medien- und fachdidaktische Innovationen schneller als durch die ersten beiden Phasen in die Schulwirklichkeit hineingetragen werden. Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass Lehrkräfte teils sehr unterschiedliche digitalisierungsbezogene, medienpädagogische und informatische Kenntnisse und Kompetenzen aufweisen. Dementsprechend braucht es auch nach Kompetenzniveaus differenzierte Angebotsstrukturen (z. B. in Anlehnung an den Europäischen Referenzrahmen *DigCompEdu*, Redecker & Punie, 2017), die in der Praxis vorhandene Expertise von Pionieren und *Early Adoptern* konstruktiv einbinden. Die Angebote sollten verstärkt digital verfügbar sein, um Zeitressourcen zu schonen und das Thema Digitalisierung auch unmittelbar zum Gegenstand der Fortbildung zu erheben.

Fortbildung in traditionellen Formaten, die z. B. vielfach kurzfristig angelegt sind, wird den neuen Anforderungen kaum gerecht. Es braucht – auch auf Basis forschungsbasierten Inputs – fach- bzw. berufsfeldbezogene Netzwerke bzw. *Communities of Practices*, die langfristig für fachbezogenes, digital gestütztes Unterrichten professionalisieren. Die Schulpraxis ist hier zudem bislang kaum ko-konstruktiv beteiligt – abgesehen von einzelnen älteren Initiativen im Rahmen der MINT-Fächer⁴² und aktuell im Rahmen der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*. Bislang wird auch zu wenig systematisch auf Multiplikatorenkonzepte gesetzt und die Rolle von Spezialisierungen (z. B. für Medienbeauftragte) thematisiert.

⁴² Im Bereich der Naturwissenschaften wurden in den 2000ern eine Reihe von Projekten zur Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts unter Federführung des IPN in Kiel durchgeführt, bei denen ein zentrales Element die Kooperation von Lehrkräften und deren Einbindung auf Augenhöhe mit Fachdidaktikern und Bildungswissenschaftlern gewesen ist: SINUS und SINUS-Transfer (www.sinus-transfer.de/startseite.html), ChiK (www.chik-sh.de/index2.htm), piko (www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko), BiK (www.uni-muenster.de/Biologie.Didaktik/forschung/abgeschlossen/bik.html). Von diesen Projekten konnten die SINUS-Projekte die größte Breitenwirkung entfalten. Die letzten Projekte wurden 2007 eingestellt. (Internetseiten aufgerufen am 27.07.2022)

Für die Umsetzung entsprechender Qualifizierungsangebote bedarf es entsprechend qualifizierte Fortbildner:innen. Hierfür fehlt es bislang an einheitlichen, länderübergreifenden Kompetenzanforderungen, die deutlich machen, über welche fachlichen, methodischen und personalen Kompetenzen Fortbildner:innen verfügen sollten. Auch ist mitzudenken, dass sich aktuell eine zunehmende Anzahl weiterer nicht-staatlicher Anbieter von Fortbildungen etabliert, deren Stellung im Verhältnis zum staatlichen Fortbildungssystem noch nicht geklärt ist. Lehrerbildende Universitäten sollten stärker als mögliche Anbieter wissenschaftlich fundierter Fortbildungen eingebunden werden.

Eine regelmäßige, datengestützte systematische Analyse der Angebote bzw. Bedarfe ist ebenfalls nicht in allen Ländern implementiert. In einigen Bundesländern gibt es Förderlinien, Innovationsfonds, Fellowships u. ä. (teils in Kooperation mit dem Stifterverband) zur Entwicklung und Implementation von (innovativen) digitalen Lehr- und Lernformaten, die auch die Lehrkräftebildung einschließen können (z. B. Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, NRW, Thüringen) (Arndt et al., 2019). Dies könnte bundesweit gedacht werden. Ebenso fehlt ein Qualitätssicherungssystem unter Berücksichtigung der Forschung zu wirksamer Fortbildung.

Unklar ist, wie die Qualifizierung des Personals in Aus-, Fort- und Weiterbildung erfolgt. Dies erscheint bislang nicht systematisiert, sodass von einer starken Heterogenität der Kompetenzen, Erfahrungen, Einstellungen und Fachzugehörigkeit auszugehen ist. Um Vorbildfunktion zu übernehmen, brauchen Lehrkräftebildner:innen neben technischen auch pädagogische Kompetenzen. Zudem sind geeignete Formate für den Austausch pädagogisch-didaktischer Fragestellungen nötig. Da der Großteil der staatlichen Fortbildungsangebote durch Lehrkräfte an Landesinstituten für Lehrkräftefortbildung bzw. die entsprechenden nachgeordneten Stellen realisiert wird, bedarf es zunächst eines abgestimmten Qualifizierungskonzeptes für diese Gruppe. Dabei sollte auch anerkannt und wertgeschätzt werden, dass es Pioniere im Feld gibt, deren Kompetenzen und Engagement ggf. für alle Phasen der Lehrkräftebildung systematisch nutzbar gemacht werden könnten.

Die Hochschulen und Forschungseinrichtungen sind zumeist nur vereinzelt in die Lehrkräftefortbildung eingebunden, obgleich sie wichtige Beiträge liefern und so Innovationen und forschungsbasierte Erkenntnisse in das System bringen. Sie haben in der Regel keinen eigenen Akteursstatus und sind nicht systematisch sichtbar. Die KMK (2020a) fordert in den *Ländergemeinsamen Eckpunkten zur Fortbildung von Lehrkräften* explizit eine Wissenschaftsbasierung. Hürden ergeben sich u. a. im Hinblick auf die Lehrverpflichtungsverord-

nung. So forderte der Wissenschaftsrat bereits 2001 ein stärkeres Engagement der Hochschulen in der Fort- und Weiterbildung, stellte 2019 aber auch fest, dass es hierfür einer Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie guter Organisations- und Unterstützungsformen bedarf. Die Aufgabe der Fort- und Weiterbildung müsse in die Entwicklungsplanung der Hochschulen einbezogen werden (WR, 2019, 68ff.). Die HRK (2022) unterstreicht eine wissenschaftsbasierte Lehrerfort- und -weiterbildung und betont u. a. die Bereitstellung und Pflege der erforderlichen Infrastruktur mit entsprechenden Supportstrukturen und rechtssichere Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der Lehrkräftebildung im digitalen Kontext.

Angesichts eines zunehmenden Bedarfs von Spezialist:innen im digitalen Kontext, etwa bei informatischen Fragen im engeren Sinne, Fragen des Internetrechts, der Gestaltung viraler Kampagnen, der Entwicklung netzbasierter Bildungsangebote oder im Bereich von datenbezogenen Kompetenzen wird zunehmend auch mit diesen speziellen Kompetenzen vorgebildetes Personal gefragt sein (Kammerl, 2019, S. 429).

Auch auf der Schulebene zeigen sich Desiderata. Dies betrifft etwa Fortbildungskonzepte, die Fragen der Digitalisierung in Schule und Unterricht maßgeblich einschließen. Eine Pflicht des Nachweises erworbener Kompetenzen ist nicht die Regel. Klärungsbedürftig ist zudem, wie informell erworbene Kompetenzen der Lehrkräfte anerkannt werden können.

4.3 Empfehlungen für die Lehrkräftebildung

Die Empfehlungen beziehen sich einerseits auf eine verbindliche Verankerung von Inhalten in den Curricula der Lehrkräftebildung auf der Grundlage eines Modells digitalisierungsbezogener Kompetenzen von Lehrkräften. Andererseits ist es auch notwendig, Perspektiven für Forschung und Entwicklung, praxisnahe Experimentierräume sowie Gelegenheiten für Vernetzung über Hochschulen und Phasen der Lehrkräftebildung hinweg zu eröffnen.

Die hier formulierten Empfehlungen 10 zur Lehrkräftefortbildung und 11 zur Strukturentwicklung an lehrerbildenden Hochschulen stehen in enger Beziehung zu den im Kapitel 2 zu den allgemeinbildenden Schulen vorgeschlagenen Zentren digitaler Bildung (ZdB, vgl. Kap. 2.1.3). Die Empfehlung 10 kann als detailliertere Beschreibung des Aufgabenfeldes 2.1 der ZdB verstanden werden, während bei der Gestaltung der Struktur der ZdB die Empfehlung 11 berücksichtigt werden sollte.

Empfehlung 9) Implementation digitalisierungsbezogener und mediendidaktischer Inhalte sowie informatischer Grundlagen in die Lehrkräftebildung

- *Digitalisierungsbezogenen Referenzrahmen abstimmen:* Es sollte ein gemeinsamer, deutschlandweit einheitlicher Referenzrahmen für die Lehrkräftebildung zu miteinander verzahnten, allgemeinen und fachspezifisch digitalisierungsbezogenen Kompetenzen einschließlich einer basalen informatischen Grundbildung für alle Lehrkräfte abgestimmt werden, der an die vorhandenen Vorarbeiten (KMK, 2017, 2021b) anknüpft. Im Sinne eines breiten Kompetenzverständnisses sollten auch gesellschaftstheoretische, medienethische und medienerzieherische Aspekte, die Bedeutung von Querschnittsthemen (wie z. B. Inklusion und Umgang mit Heterogenität und besonderen Unterstützungsbedarfen) sowie die Ebene der Entwicklung von Schule als Organisation berücksichtigt werden.
- *Kompetenzen sukzessive und kohärent aufbauen:* Es ist ein sukzessiver Kompetenzaufbau über die drei Phasen hinweg anzustreben. Für angehende Lehrkräfte müssen das Lernen und Prüfen der Schüler:innen mit und über digitale Medien und die zugrundeliegenden informatischen Prinzipien spiralcurricular verankert werden. Kohärenz zwischen Bildungswissenschaften, Fachdidaktiken, Fachwissenschaften und Praxisphasen, den berufspädagogischen Anteilen (im Bereich der entsprechenden Lehrämter) und dem Bereich Deutsch als Zweitsprache muss, auch über die Ausbildungsphasen hinweg (HRK, 2022), gewährleistet sein. Dies erfordert eine Umgestaltung des Curriculums ausgehend von der Initiative der Leitungen der Ausbildungseinrichtungen und überprüfbare Verabredungen zur Umsetzung.
- *Wissenschaftsorientierung stärken:* Die Modellierung des Kompetenzaufbaus über die drei Phasen hinweg sollte auf der Grundlage von Forschung und orientiert an etablierten Modellen erfolgen (z. B. an einem um informatische sowie motivationale und einstellungsbezogene Kompetenzdimensionen erweiterten *TPACK*-Modell).
- *Fachgesellschaften einbinden:* Die einschlägigen Fachgesellschaften⁴³ sollten in den Prozess eingebunden werden, die aus ihrer Fachperspektive unabdingbaren Inhalte

⁴³ Z. B. Gesellschaft für Fachdidaktik (GfD), Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaften (DGfE), Deutsche Gesellschaft für Psychologie (DGPs).

in den jeweiligen Teildisziplinen (digitalisierungsbezogene Fachdidaktik, Medienpädagogik, Medienpsychologie, Medienethik, Mediensoziologie) ausformulieren und den Hochschulen als Grundlage für die Modulentwicklung zur Verfügung stellen.

- *Authentische Lerngelegenheiten schaffen und digitale Möglichkeiten nutzen:* In Schule, geschützten Lehr-Lernlaboren an den Hochschulen, im Austausch zwischen Studierenden und Referendar:innen, im Rahmen von sich zunehmend etablierenden Universitätsschulen sowie insbesondere im berufsbildenden Bereich in außerschulischen Praxisformen sollten authentische Lern- und Erfahrungsräume die Erprobung von digitalen Medien und die gemeinsame Reflexion ihres Einsatzes ermöglichen (HRK, 2022). Lehramtsstudierende sollten dabei in Seminaren sowohl kognitiv als auch motivational vorbereitet und begleitet werden. Der Einsatz und die Zugänglichkeit von Material-, Konzept- und Videoplattformen⁴⁴ bzw. Videos für mikrodidaktische Settings zur Förderung von generischen und fachbezogenen Kompetenzen der professionellen Wahrnehmung sollten fortgeführt werden. Hier wurde vieles im Rahmen der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* initiiert, was nachhaltig zu erhalten und qualitätsgesichert weiterzuentwickeln ist, z. B. perspektivisch in den *Kompetenzzentren*.

Empfehlung 10) Strukturelle Weiterentwicklung der hochschulischen Lehrkräfteausbildung

An der Ausbildung von Lehrkräften sind verschiedene Institutionen beteiligt. Der Großteil der Ausbildung in der ersten Phase findet an lehrkräftebildenden Hochschulen statt. Daher wird an dieser Stelle auf die Empfehlungen im Kapitel 5.3 verwiesen, die insbesondere auch für die lehrkräftebildenden Hochschulen gelten. Im Folgenden werden bzgl. Hochschulen nur die Aspekte adressiert, die spezifisch für die Lehrkräftebildung sind.

- *Stärkung der Zentren für Lehrerbildung:* Die Zentren für Lehrkräftebildung bzw. die *Schools of Education* sollten dazu beitragen, die Implementation digitalisierungsbezogener Kompetenzen im Lehramtstudium zwischen den Fächern und zwischen den drei Phasen der Lehrkräftebildung abzustimmen (KMK, 2021b). Dazu müssen sie mit entsprechenden Mitsprache- und Entscheidungskompetenzen, etwa bei Berufungs- und anderen Stellenbesetzungsverfahren, sowie mit Ressourcen ausgestattet wer-

⁴⁴ z. B. www.unterrichtsvideos.net/metaportal/ (aufgerufen am 27.07.2022)

den, um die Implementationsaufgabe fächerübergreifend koordinieren zu können (zur Institutionalisierung der Lehrkräftebildung Arnold et al., 2021).

- *Strukturentwicklungen auf verschiedenen Ebenen abstimmen:* Bundes-, landesweite und lokale Strukturentwicklungen (z. B. länderübergreifende digitale Zentren sowie landesbezogene Fortbildungsstrukturen und Initiativen in lokalen Ausbildungsregionen) sollten im Hinblick auf Aufgaben und Ziele synergetisch abgestimmt werden, um Parallelstrukturen zu vermeiden.
- *Spezialisierungen ermöglichen:* Angesichts eines zunehmenden Bedarfs von Spezialist:innen im digitalen Kontext sollten die lehrkräftebildenden Einrichtungen Qualifizierungsangebote entwickeln, etwa im Rahmen von Zertifikatsstudien und (weiterbildenden) Studiengängen. Absolvent:innen entsprechender Ausbildungswege, wie z. B. pädagogisch-technische Assistent:innen, sind dringend notwendig, um die Lehrkräfte in der Betreuung digitaler Systeme zu unterstützen.

Empfehlung 11) Strukturelle Stärkung der Lehrkräftefortbildung und eine stärker wissenschaftsorientierte Ausrichtung

- *Ländergemeinsame Eckpunkte umsetzen:* Die *Ländergemeinsamen Eckpunkte zur Fortbildung von Lehrkräften* (KMK, 2020a) sollten im Hinblick auf die digitalisierungsbezogene, überfachliche und fachbezogene Professionalisierung in der dritten Phase der Lehrkräftebildung schnellstmöglich umgesetzt werden.
- *Fortbildungsangebote qualitativ und quantitativ ausbauen:* Von besonderer Bedeutung ist der quantitative Ausbau und die qualitative inhaltliche Ausgestaltung von Fortbildungsangeboten, die den komplexen Anforderungen (Kompetenzförderung, eine reflexive Haltung im Sinne einstellungs- und motivationsbezogener Aspekte ermöglichen) sowie wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Ausgestaltung wirksamer Fortbildung Rechnung tragen. Dabei sollten verstärkt Angebote für verschiedene Zielgruppen (z. B. Multiplikator:innen, Schulleitungen, Mentor:innen) und Anforderungsniveaus (z. B. für *Pioniere*) gestaltet werden. Die Expertise und Kompetenzen der *Pioniere* könnten selbst für die Aus- und Fortbildung nutzbar gemacht werden.
- *Lehrkräftefortbildner:innen qualifizieren:* Es bedarf eines abgestimmten Qualifizierungskonzeptes für die Gruppe der fachbezogenen Lehrkräftefortbildner:innen an den Landesinstituten für Lehrkräftefortbildung bzw. den entsprechenden nachgeordneten

Stellen, damit digitalisierungsbezogene Kompetenzen nicht nur in überfachlichen Fortbildungen thematisiert, sondern stets auch in fachdidaktische Zusammenhänge integriert werden.

- *Digitale Fortbildungsformate nutzen:* Für die Umsetzung entsprechender Fortbildungen sollten verstärkt digitale und hybride Formate genutzt werden. Diese vergrößern die Reichweite der Angebote und ermöglichen stärkere überregionale Vernetzungen, da sie nicht mehr nur auf eine bestimmte Region beschränkt sind und Anreisezeiten zur Veranstaltung entfallen.
- *Ein umfassendes Fortbildungs- und Unterrichtsentwicklungsprojekt auflegen:* Bund und Länder sollten mit den einzurichtenden fachbezogenen bzw. berufsfeldbezogenen, aber auch Querschnittsthemen adressierenden *Zentren für digitale Bildung* (vgl. Kap. 2.1.3) und *Clearing, Transfer und Leading Houses* (vgl. Kap. 3.3) ein umfassendes Fortbildungs- und Unterrichtsentwicklungsprojekt auflegen, das Lehrkräfte in fach- bzw. berufsfeldbezogenen Netzwerken (d. h. moderierten, fachbezogenen *Communities of Practices*) langfristig für fachbezogenes digital gestütztes Unterrichten professionalisiert und an der Entwicklung der digitalen Lernangebote der Zentren ko-konstruktiv beteiligt, etwa auch auf Basis eigener Praxisforschung. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von Prinzipien der Barrierefreiheit bei der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen und Materialien, um eine inklusive Unterrichtsentwicklung zu gewährleisten. Als Fachnetzwerkeleitungen werden Multiplikator:innen qualifiziert, die mediendidaktisch übergreifende und fach- bzw. berufsfeldspezifische Inhalte systematisch verschränken und mit den Fachnetzwerken weiter entwickeln können.

5. Digitale Medien in der Hochschulbildung

In der Stellungnahme der SWK zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (SWK, 2021) wurde der Bildungsbereich der Hochschule ausgespart. Hier wird dieser Bereich nun explizit mit aufgegriffen und dargestellt, wie der aktuelle Stand bei der Digitalisierung in der hochschulischen Lehre ist und welche Herausforderungen und Chancen damit verbunden sind. Aspekte der hochschulischen Verwaltung werden nicht aufgegriffen, der Fokus liegt auf der Lehre.

Während Kitas und Schulen einen klaren Erziehungs- und Bildungsauftrag haben, gehört Lehre zwar zu den Kernaufgaben aller Hochschulen, sie verfolgen aber ebenso prioritär Aufgaben wie Forschung, Transfer oder die Mitwirkung am gesellschaftlichen Diskurs. Die Einheit von Forschung und Lehre ist zentraler Teil des Bildungsverständnisses von Hochschulen, sowohl im Allgemeinen als auch in der professionsorientierten Ausbildung (z. B. Medizin oder Lehramt). Kern des Bildungsverständnisses ist das klassische humboldtsche Selbstverständnis einer humanitären Bildung im Sinne der Bildung einer Haltung oder eines Charakters, nicht die Ausbildung zu einem spezifischen Beruf. Damit einher geht ein anderes Selbstverständnis der an Hochschulen Lehrenden im Vergleich zu Lehrenden in anderen Bildungsbereichen. Trotz des zunehmenden Fokusses auf Lehre und Lehrqualität (WR, 2017, 2022b) sind Dozierende – qua Ausbildung – keine Pädagog:innen, sondern Expert:innen ihres Faches. Sie werden in ihrer Karriere, je nach Hochschultyp, vor allem für gute Forschungsleistungen oder Praxiskooperationen belohnt. Dozierende müssen in der Regel an den Hochschulen keine pädagogische oder fachdidaktische Ausbildung vorweisen, um unterrichten zu können. Es gilt die Freiheit der Lehre: Methodisch und didaktisch gibt es an Universitäten kaum Vorgaben zur Lehre, in vielen Fächern besteht eine große Freiheit, die Themen und wie sie vermittelt werden selbst auszuwählen. Hinzukommt, dass die gelehrten Fächer ganz eigene Forschungs- und Lehrtraditionen mit sich bringen. Damit ist die Lehre an Hochschulen sehr viel heterogener als z. B. in Schulen oder der frühen Bildung und Aussagen zur Digitalisierung der Lehre an Hochschulen sind nur auf sehr globaler Ebene oder sehr differenziert möglich.

5.1 Aktueller Stand der Digitalisierung im Bildungsbereich Hochschule

5.1.1 Medienkompetenz als Lernziel in den Curricula

Digitalisierung verändert berufliche Tätigkeitsfelder und erfordert neue Kompetenzen. Das verändert auch die Bildungsziele der Hochschulen (KMK, 2021b; Baumgartner et al., 2018) und hat an vielen Hochschulen bereits zur Einrichtung neuer Studiengänge wie z. B. *Data Science* oder *Digital Humanities* geführt. Auch innerhalb der bestehenden Fächer ändern sich Studieninhalte, z. B. durch die Nutzung digitaler *Tools* (u. a. Datenbanken), und neuer, z. B. KI-basierter Forschungsmethoden (Gilch, Book & Wannemacher, 2021). Dennoch fühlen sich gegenwärtig Berufseinsteiger:innen nach ihrem Studium oft nicht ausreichend auf die dynamischen Auswirkungen der digitalen Transformation in der Arbeitswelt vorbereitet (Hofmann et al., 2021; Senkbeil et al., 2019; Autorengruppe Corona-KiTa-Studie, 2021). Die derzeit diskutierte, anlaufende Erweiterung von Studienangeboten und Curricula (A. Michel et al., 2018), die in einzelnen Fächern durchaus kontrovers geführt wird (z. B. Gottburgsen et al., 2019), scheint daher nicht ausreichend. Auch wenn es an einigen Hochschulen bereits studiengangübergreifende Angebote zu Medienkompetenz gibt,⁴⁵ hat die reflektierte Nutzung digitaler Medien, d. h. der Erwerb allgemeiner digitaler Kompetenzen sowie akademischer und fachspezifischer digitaler Kompetenzen, häufig noch keine Verankerung in den Curricula. Das gilt auch und insbesondere für die Lehramtsstudiengänge (s. Kap. 4.1).

5.1.2 Potenziale der Digitalisierung für die Gestaltung von Lehren und Lernen

Flexibilisierung und Entgrenzung der Hochschullehre

Digitalisierung kann einen Beitrag zur Flexibilisierung der Hochschulbildung und Entgrenzung verschiedener Lehrformate leisten. Die steigende Bedeutung lebenslangen Lernens und die damit einhergehende Ansprache neuer Zielgruppen erfordert eine Erweiterung und Öffnung der Hochschulbildung, die zukünftig wahrscheinlich neben grundständigen Studiengängen vermehrt auch flexible, modulare Formate umfassen wird (FernUniversität in Hagen, 2020; Orr et al., 2019). Digitale Medien ermöglichen Lehre in unterschiedlichen Formaten (physische Präsenz, synchron *online*, asynchron *online*, hybrid) und erlauben eine stärkere

⁴⁵ z. B. das IT-Zertifikat der Philosophischen Fakultät der Universität zu Köln, <https://dh.phil-fak.uni-koeln.de/it-zertifikat-der-philosophischen-fakultaet> (aufgerufen am 27.07.2022)

Diversität von Lernangeboten (z. B. linear, modular, Vollzeit berufsbegleitend; siehe auch KMK, 2017). Weil durch hybride Lernsettings physische Barrieren oder zeitliche Einschränkungen weniger ins Gewicht fallen, kann die Digitalisierung auch dazu beitragen, dass eine Benachteiligung Studierender in ihrem Zugang zu Bildung aufgrund von körperlichen, kognitiven und/oder psychisch begründeten Einschränkungen verringert wird.

Innovativer Einsatz digitaler Technologien und Wirksamkeitsbedingungen

Die Digitalisierung kann außerdem das Lernen und Lehren verbessern. Die allgemeinen Potenziale digitaler Medien für das Lernen sind bereits im KMK-Strategiepapier (KMK, 2021b) und in Kapitel 2 zur Schule ausführlich dargelegt. Hier wird darüber hinaus spezifisch auf den Einsatz digitaler Medien im Kontext der Hochschulen eingegangen.

Schon seit Jahrzehnten werden an Hochschulen digitale Technologien zur Gestaltung von Lehre und Lernen genutzt. In den letzten Jahren haben sich – u. a. durch die zahlreichen Förderprogramme des Bundes und der Länder – viele zum Teil höchst innovative Anwendungen entwickelt, die zeigen, wie digitale Medien fachspezifisch auch ganz neue Lerngelegenheiten ermöglichen. Lernmanagementsysteme (LMS) werden mittlerweile in der Mehrzahl der Hochschulen eingesetzt. In LMS können alle Veranstaltungen einer Hochschule abgebildet werden und für die Studierenden geeignete Materialien (von Skripten und Arbeitsblättern über videographierten Vorlesungen bis hin zu weitergehender Literatur in virtuellen Semesterapparaten) hinterlegt werden. Sie machen nicht nur Material zugänglich, sondern ermöglichen auch kollaborative Lernformen oder die Durchführung von lernbegleitenden Leistungstests. Seit der Pandemie gehören zudem Videokonferenzsysteme zur Basisausstattung einer Hochschule. Sie erlauben synchrone Veranstaltungsformate mit räumlich verteilten Teilnehmenden sowie die Aufzeichnung von Veranstaltungen, die eine asynchrone Teilnahme unabhängig von Raum und Zeit ermöglichen. Auch digitale Prüfungsformate wurden in der Pandemie vermehrt genutzt und gewinnen mehr und mehr an Bedeutung.

Neben diesen Anwendungen, die vor allem auf die Organisation der Lehre zielen, gibt es zahlreiche spezifische Anwendungen, die Lehrinhalte und -prozesse anreichern: Der Einsatz von Videos erlaubt z. B. Lernenden, Expert:innen auch dort über die Schulter zu schauen,

wo es sonst für die Masse der Studierenden keinen Zugang gäbe. In der *Sectio Chirurgica*⁴⁶ können Studierende so Operationen an Körperspendern live verfolgen, im Chat mit den Operierenden interagieren und/oder die Videos im Nachhinein betrachten (Bientzle et al., 2018). Andere Dozierende können diese Videos in ihre Lehrveranstaltungen integrieren. Kollaborative Elemente der *Sectio Chirurgica* regen den interprofessionellen Austausch an und verbessern die interdisziplinäre Zusammenarbeit (Großer et al., 2020). Im Vergleich mit klassischen Vorlesungen zeigen die Lernvideos der *Sectio Chirurgica* gleiche Lernergebnisse hinsichtlich der Anatomie, fördern aber durch ihre Verständlichkeit, ihre erleichterte Begreifbarkeit des Themas und die Attraktivität des Lernformats stärker das klinische, d. h. anwendungsnahe Wissen der Studierenden (Großer et al., 2019).

Nicht nur Video-Mitschnitte, sondern auch Lernvideos haben sich als wirksames *Tool* in der universitären Lehre etabliert. Videos erlauben es, komplexe Informationen zu vereinfachen und miteinander verzahnte Elemente zu dekomponieren: Videos können durch Kameraeinstellungen, visuelle und verbale Hinweisreize auf Einzelelemente fokussieren und damit die Aufmerksamkeit steuern, sodass z. B. Erinnerungsleistung und Lokalisierung von Wissen gefördert wird (Glaser & Schwan, 2020). Für Videos in der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung gibt es Belege, dass sie sich positiv auf Leistung und Perspektivenübernahme auswirken (z. B. Goeze et al., 2014). Das eigene Erstellen von Erklärvideos fördert die Lernleistung und den Wissenstransfer (Lachner, Hoogerheide et al., 2021).

Ein besonders wichtiges Anwendungsfeld digitaler Technologie ist die Kollaborationsunterstützung. Die Forschung zu computergestütztem kollaborativem Lernen hat mittlerweile eine 20-jährige Tradition und hat Methoden und Rahmenbedingungen etabliert, mit denen Technologie die Kooperation zwischen Studierenden nicht nur unterstützt, sondern auch verbessert. In digitale Lernumgebungen implementierte Kooperationskripte strukturieren das gemeinsame Lernen von Studierenden und helfen dabei, das verteilt vorhandene Wissen der Gruppe zu nutzen (Fischer et al., 2013; Vogel et al., 2017). Meta-Analysen zeigen, dass Wissenszuwachs, Fähigkeitserwerb, Interaktionsfähigkeiten und Gruppenleistungen vom Einsatz von Technologien in der Kollaboration profitieren (J. Chen et al., 2018). Positive Effekte zeigen sich im MINT-Bereich sowohl im Lernprozess (Fakten- und Anwendungswissen) als auch bei affektiven Maßen wie z. B. Einstellungen und Motivation (Jeong et al., 2019).

⁴⁶ <https://sectio.digital> (aufgerufen am 27.07.2022)

Adaptive Lernplattformen, die Lerninhalte und Prüfungsfragen bereithalten, sind ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich in Hochschulen. Sie können die aktive Auseinandersetzung mit komplexem Wissen und das gezielte Einüben spezifischer Inhalte fördern. Die Analyse der Nutzer:innendaten der medizinischen *Online*-Lernplattform AMBOSS zeigte einen positiven Zusammenhang zwischen der Nutzung der Lernplattform und der Examensnote. Vor allem der aktive, elaborierte Umgang mit dem Lernmaterial, wie das Anfertigen von Notizen oder die Beantwortung von *Multiple-Choice*-Fragen, wie sie im Examen üblich sind, hängen mit guten Leistungen im Examen zusammen (Bientzle et al., 2019).

Digitale Technologien können auch dazu beitragen, über Videos hinaus spezifische Lernerfahrungen zu vermitteln, die real gar nicht, nicht ethisch vertretbar oder nicht für viele Lernende erlebbar wären. Mit Hilfe von Simulationen in virtuellen Realitäten kann komplexes und prozedurales Wissen – wie nie zuvor – vielen Studierenden vermittelt und mit ihnen trainiert werden. Das betrifft z. B. Notfallszenarien oder 3D-Rekonstruktionen historischer Gebäude. Eine Metaanalyse von Studien im Hochschulkontext über unterschiedliche Fächer hinweg zeigt, dass Simulationen einen starken positiven Effekt auf den Lernerfolg hinsichtlich komplexer Fähigkeiten wie Kommunikations- und Kollaborationsfähigkeit, Situationsmanagement, diagnostische Fähigkeiten, Problemlösen und technische Leistung haben (Chernikova et al., 2020). Für die Lehramts- und die Medizinausbildung wurde nachgewiesen, dass video-basierte Simulationen die diagnostische Fähigkeit erhöhen (Fischer & Opitz, 2022).

Auch *Touch*-Technologie kann lernwirksam eingesetzt werden. Forschung dazu gibt erste Hinweise, dass digitale Berührungen von Lernobjekten anderen Formen der Interaktion mit Lernobjekten gleichgestellt sein können oder diese sogar in der Lernwirksamkeit übertreffen: So konnte bei Medizinstudierenden gezeigt werden, dass die Lernleistung im Fach Anatomie mit digitaler *Touch*-Technologie dem Lernen mit Maus-Technologie überlegen war (H. W. Lee, 2015). Die weiteren Befunde zur Wirkung von *Touch*-Technologie auf Lernergebnisse erlauben noch keine abschließende Beurteilung. Doch sie könnte das Potenzial haben, lernwirksame, aber schwer zugängliche, gefährliche oder teure Berührungserfahrungen breiter verfügbar zu machen.

Systeme Künstlicher Intelligenz (KI) finden in der Hochschullehre und Forschung zunehmend Verwendung. Typische Anwendungsfelder von KI sind Technologien, die den Studienverlauf, die Lehre oder das Lernen unterstützen: intelligente Tutorensysteme zur Lern- und Studienunterstützung, adaptive Lernplattformen und LMS, Infrastrukturen zur Unterstützung der Studienorganisation und -verwaltung sowie die Nutzung von *Learning Analytics* (Wannemacher

& Bodmann, 2021). Erste Einsätze von Robotern wie z. B. Pepper oder Nao⁴⁷ als Lehrende oder Lernpartner werden erprobt und kontrovers diskutiert (z. B. Fittkau, 2017).

Digitale Technologien können Dozierende in der Lehrorganisation und bei der Durchführung wiederkehrender Aufgaben unterstützen, z. B. durch Kursplanungs-Apps (Schrader & Schöb, 2016). Prozessdaten zum Lernverhalten von Studierenden ermöglichen studienbegleitende Lernstandskontrollen, die die Grundlage für eine bessere Anpassung der Lehre an die Bedürfnisse der Studierenden sind (Zawacki-Richter et al., 2019). Sie erlauben nicht nur zielgerichtete Einzelförderung, sondern ermöglichen Dozierenden auch Rückschlüsse auf die Effektivität und Verbesserungsmöglichkeiten der eigenen Lehre (Witt et al., 2020). Automatisches Feedback kann Lernleistungen und Motivation auch bei großen Studierendengruppen steigern (z. B. Lachner et al., 2017, Ouyang et al., 2022), sodass Lehrende entlastet werden. Außerdem können Lehrende von automatischen Prüfungssystemen und Evaluationen von Lernergebnissen profitieren und ungewöhnliches und verdächtiges Testverhalten (z. B. Plagiate) erkennen (Wannemacher & Bodmann, 2021; Zawacki-Richter et al., 2019). Die Evaluation der Lernwirksamkeit der KI-Technologie steht allerdings noch eher am Anfang. Ouyang et al. (2022) kommen in einem aktuellen Review zu dem Schluss, dass KI mit hoher Qualität Vorhersagen über *Dropout* und Studienleistungen treffen kann und auf Basis von Studierendenmerkmalen sehr gut adaptive Empfehlungen zu Lernmaterial aussprechen kann. Ebenso konnte in einer Reihe von Studien gezeigt werden, dass KI die Lernleistung fördert: Lernzufriedenheit sowie Abschlussnoten und Abschlussquoten profitieren von KI-basierter Technologie. Auch die Motivation und die Qualität der Teilnahme an *Online*-Angeboten steigen durch den Einsatz von KI (Ouyang et al., 2022). Für die Zukunft wird es nötig sein, durch gezielte Forschung mehr über die Rahmenbedingungen der Lernwirksamkeit von KI in der Lehre zu erfahren, das Potenzial für Lehrunterstützung auszuloten und den Diskurs über Ziele und Ethik beim Einsatz von KI zu führen (Witt et al., 2020). Das große gesellschaftliche und wissenschaftliche Interesse zeigt aber, dass der Einsatz von KI in der Hochschullehre zumindest visionär großes Potenzial hat und stärker kommen wird.

Die Vielzahl der beschriebenen Szenarien und Anwendungsfelder zeigt, dass digitale Technologien innovativ und lernwirksam an Hochschulen eingesetzt werden können. Reine *Online*-Lehre sollte kein Ersatz für Präsenzlehre sein, wie es in der Pandemie der Fall war. Bei

⁴⁷ <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper-and-nao-robots-education> (aufgerufen am 27.07.2022)

all den oben beschriebenen positiven Effekte digitaler Medien ist zu bedenken, dass nicht die Nutzung der digitalen *Tools* selbst diese Effekte erzeugen, sondern deren didaktisch sinnvolle Einbettung in Lehr-Lernprozesse.

Die Stärke digitaler *Tools* liegt darin, Lernprozesse zu ermöglichen, die über die Möglichkeiten der Präsenzlehre hinausreichen. So zeigt die Forschung aus dem Hochschulbereich, dass diejenigen Lernformen das beste Lernergebnis hervorbringen, die digitale und klassische Lernelemente kohärent miteinander verschränken, so z. B. *Blended Learning* (Bernard et al., 2014; Means et al., 2013; Vo et al., 2017; Wandera, 2017) oder *Flipped Classroom* (HFD, 2021; Låg & Sæle, 2019; van Alten et al., 2019; Wagner et al., 2021). Bei letzterem erschließen sich die Studierenden Lerninhalte individuell (z. B. durch Vorlesungsskripte oder Vorlesungsvideos), um darauf aufbauend den Lernstoff in der Interaktion mit anderen (z. B. in Seminaren) zu vertiefen. Meta-Analysen zeigen über Fächer hinweg, dass *Flipped Classroom*-Methoden anderen Methoden im Lernerfolg überlegen sind. Dies gilt insbesondere, wenn sie strukturiertes, aktivierendes Lernen und Problemlösen fördern (K.-S. Chen et al., 2018; Strelan et al., 2020). Dabei müssen Lernformate so gestaltet werden, dass analoge und digitale Lernformen möglichst barrierefrei funktionieren und nahtlos verknüpft werden (Schneider & Preckel, 2017).

Die aktuelle Nutzung digitaler Medien in der Hochschullehre

Bei der Nutzung digitaler Technologien gibt es starke Unterschiede zwischen Fachdisziplinen und Hochschulen (AGBB, 2020; Gilch et al., 2019). Während in einigen Fächern und Hochschulen innovative Lehrformate bereits länger erprobt werden, ist in anderen Fächern selbst Lernmaterial wie Semesterapparate oder Literatur nicht digital verfügbar. Ob und in welcher Form digitale Technologien in der Lehre zum Einsatz kommen, hing vor der Pandemie von der Initiative der Dozierenden ab (Sailer et al., 2018). Ca. 40 Prozent der Lehrenden nutzte vor der Pandemie eine Mischung aus digitalen und traditionellen Lehrformen (Ulrich Schmid et al., 2017). Die Notwendigkeit der Distanzlehre hat zu einer fast flächendeckenden Anwendung digitaler Technologien geführt (Lübcke et al., 2022). Studierende und Lehrkräfte wünschen sich nach den Erfahrungen der Corona-Semester auch in Zukunft verstärkt den Einsatz digitaler Lernelemente und nur jede:r fünfte Dozierende:r möchte zur reinen Präsenzlehre zurückkehren (Berghoff et al., 2021). Soziale Begegnungen und Präsenzlehre vor Ort stehen dazu nicht im Widerspruch, sondern sind erwünscht und bleiben weiterhin zentral für das Studium (Hofmann et al., 2021; Kreulich et al., 2021).

Allerdings werden – wie auch vor der Pandemie – digitale Technologien vorwiegend zur Präsentation von Inhalten benutzt (z. B. Seminarvorträge oder Vorlesungen mit Power-Point oder PDFs). Digitale Medien werden also vorrangig eingesetzt, um rezeptives Lernen zu unterstützen (Lübcke et al., 2022; Sailer et al., 2018; Ulrich Schmid et al., 2017). In der Pandemie haben digitale Medien vielerorts kurzfristig die Präsenzlehre ersetzt, aber die Qualität der Lehre nicht unbedingt verbessert. Viele der innovativen didaktischen Möglichkeiten und erfolgversprechende, stärker interaktive und studierendenzentrierte Lernszenarien, die durch digitale Technologie möglich wären, haben ihren Weg noch nicht in die Umsetzung gefunden. Eine kohärente und systematische Verknüpfung digitaler Technologien mit bestehendem Material ist selten (AGBB, 2020; Ulrich Schmid et al., 2017). Die lernwirksame Nutzung digitaler Technologie bleibt damit noch weit unter ihrem Potenzial. Zusätzlich besteht nach der flächendeckenden Anwendung digitaler Technologien als Ersatz für rezeptive Methoden in der Distanzlehre in den Corona-Semester nun die Gefahr, dass die Anforderung nach einem didaktisch sinnvollen Einsatz digitaler Technologien bereits als erfüllt angesehen wird, wenn z. B. Vorlesungen per Video aufgezeichnet werden.

Nutzen und Erstellen von digitalem Lehr-Lernmaterial

Um aktuellen und zukünftigen Anforderungen der Hochschullehre gewachsen zu sein, ist mehr hochwertiges digitales Lehr-Lernmaterial, das lernwirksam und kohärent mit anderen Lernmethoden verknüpft wird, nötig. Erfolgversprechende Lernmaterialien, die digitale Technologien anwenden, sind in der Erstellung aber häufig aufwändig. Die Erstellung guten Materials sollte deshalb von Anfang an auf die wiederholte und verbreitete Nutzung ausgerichtet sein, damit sich der Erstellungsaufwand lohnt. Bund und Länder legten in den letzten Jahren mehrere Förderprogramme für die Erstellung von digitalen Lehr-Lernmaterialien auf. Große Hoffnungen liegen dabei auf der Erstellung von *Open Educational Resources (OER)*, die verändert, kombiniert und in anderem Kontext wiederverwendet werden können. Das ihnen zugesprochene Potenzial haben *OER* aber bisher noch nicht erfüllt. Die Erwartung, dass Dozierende nebenbei *OER* erstellen, hat sich nicht bestätigt. Dozierende sind bei der Erstellung von *OER* skeptisch, weil sie ihre eigenen Kompetenzen gering einschätzen (Sailer et al., 2018) und weil die Erstellung aufwändiger kohärenter Lehr-Lernszenarien, ggf. mit innovativen *Tools* wie z. B. *Extended Reality (XR)*, *Learning Analytics* oder KI, besonders ressourcenaufwändig ist, sodass diese in der Regel nicht durch die Dozierenden allein geschehen kann. Aber auch die Nutzung von *OER* ist bei weitem noch nicht zufriedenstellend und be-

darf der systematischen Förderung. Angebote im eigenen Fachgebiet sind Lehrenden häufig unbekannt, werden als unübersichtlich erlebt (Ulrich Schmid et al., 2017) und es bestehen Zweifel an der Qualität. Die Dozierenden wünschen sich transparente Gütekriterien und verlässliche Gütesiegel, um die Qualität der Angebote einschätzen zu können (Röwert & Kostrzewa, 2021; Ladwig et al., 2020). Zurzeit entstehen verschiedene *OER*-Repositorien⁴⁸, die hier zukünftig Abhilfe schaffen könnten.

Viele Hochschulen setzen auf eine Vernetzung in Verbänden mit externen Akteuren wie landesweiten Hochschulnetzwerken, hochschul- bzw. projektübergreifenden Verbänden oder externen Dienstleistern (Gilch, Book & Wannemacher, 2021), meist auf Landesebene. In den meisten Bundesländern gibt es *E-Learning*-Landesinitiativen und -Ländereinrichtungen, die föderal sehr unterschiedlich organisiert, ausgerichtet und finanziell ausgestattet sind. Die länderübergreifende Zusammenarbeit wird durch das föderale System erschwert, sodass bestehende Lehr-Lernmaterialien und *Tools* häufig nicht über die eigene Hochschule oder das eigene Land hinaus sichtbar sind (Gilch et al., 2019; Ladwig et al., 2020). Inwieweit die geplante und vom BMBF geförderte nationale Bildungsplattform (BMBF, 2021b) hier Abhilfe schaffen wird, ist noch nicht abzusehen. Neben der Vernetzung der Landesinitiativen können auch intermediäre Strukturen⁴⁹ einen Beitrag dazu leisten, den länderübergreifenden Austausch von Lehr-Lernmaterial zu fördern, und – wo es passend ist – einen bildungsstufenübergreifenden Austausch zu ermöglichen (z. B. Schule-Hochschule). Diese sind finanziell und personell häufig jedoch nicht dafür ausgestattet, um eine systematische Vernetzung gewährleisten zu können.

5.1.3 Professionalisierung des hochschulischen Bildungspersonals

Kompetenzen der Dozierenden

In der digitalitätsbezogenen Kompetenz der Dozierenden und in der Nutzung digitaler Technologien in der Lehre gibt es starke Unterschiede zwischen den Fachdisziplinen (Gilch et al., 2019). Insgesamt schätzen Dozierende ihre eigenen Kompetenzen im Bereich der digitalen Technologien als niedrig ein (AGBB, 2020; Sailer et al., 2018). Insofern haben sie – anders

⁴⁸ z. B. [ORCA.nrw](#), [SMART vhb](#), [ZOERR](#), [twillo](#) (Internetseiten aufgerufen am 27.07.2022)

⁴⁹ z. B. [HIS-Institut für Hochschulentwicklung \(HIS-HE\)](#), [Hochschulforum Digitalisierung](#), [e-teaching.org](#) (Internetseiten aufgerufen am 27.07.2022)

als bei nicht-digitalen fachbezogenen akademischen Kompetenzen – nicht unbedingt einen Wissensvorsprung vor den Studierenden. Hinzu kommt, dass sich die Anforderungen ständig weiterentwickeln. Die Forschungslage zu den didaktischen Medienkompetenzen der Dozierenden ist insgesamt noch sehr lückenhaft. Um hier ein valides Bild der vorhandenen Kompetenzen zu gewinnen und diese gezielt zu fördern, sind wissenschaftliche Studien zur systematischen und regelmäßigen Erfassung der digitalitätsbezogenen Kompetenzen bei Dozierenden dringend nötig. Aufgrund der vorhandenen Instrumente bietet sich vorerst dazu das TPACK-Modell an, wobei die darüber hinaus gehenden Kompetenzen, die im DPACK-Modell inkludiert sind, durchaus mitgedacht werden sollten (vgl. Kap. 0.4).

Dozierende erwerben digitalitätsbezogenes pädagogisches Wissen derzeit vorrangig autodidaktisch (AGBB, 2020; Kreulich et al., 2021). Sie haben zwar die Möglichkeit, sich an hochschuldidaktischen Zentren fortzubilden. Digitalitätsbezogenes Wissen wird dort aber häufig separat von anderen didaktischen Kompetenzen und abgekoppelt von Fachinhalten und -kulturen vermittelt. Damit wird das für die medienunterstützte Lehre so wichtige digitalitätsbezogene fachdidaktische Wissen nicht vermittelt. Zu den Inhalten, der Inanspruchnahme und der Wirksamkeit der bestehenden Fortbildungen liegen noch keine Daten vor (AGBB, 2020), so dass auch kein Überblick über deren Nutzung und Nutzungseffekte vorliegt.

Über die Grenzen des Anbieters hinaus (Hochschule, ggf. Bundesland, ggf. Hochschultyp) sind hochschuldidaktische Zertifikate häufig nicht anerkannt. Der geringe Stellenwert von nachweislichen digitalen Lehrkompetenzen und der hochschuldidaktischen Zertifikate z. B. in Berufungsverfahren⁵⁰ ist nicht förderlich für die Inanspruchnahme freiwilliger Fortbildungen. Hochschulen sollten sicherstellen, dass Dozierende nicht nur hinsichtlich ihres digitalitätsbezogenen inhaltlichen Wissens auf dem notwendigen Stand sind, sondern auch hinsichtlich ihres digitalitätsbezogenen pädagogischen Wissens und ihres digitalitätsbezogenen fachdidaktischen Wissens, sodass sie in der Lage sind, fachspezifische technologiebezogene Inhalte didaktisch sinnvoll zu lehren.

Die starken fachspezifischen Unterschiede in digitaler Kompetenz und Medienaffinität machen es nötig, mediendidaktischen Support stärker an die Fakultäten und Fächer anzubinden. Dozierende haben sich bereits vor den Corona-Semestern stärkeren mediendidaktischen Support innerhalb ihres Faches gewünscht (Gilch et al., 2019) und 38 Prozent sahen

⁵⁰ Nur 27 Prozent der Hochschulleitungen geben an, bei Berufungsverfahren die Expertise im Bereich digital gestützter Lehre explizit zu berücksichtigen (Lübcke et al., 2022).

die fehlende didaktische Betreuung als großen Mangel beim Lehren mit digitalen Medien an (Ulrich Schmid et al., 2017). Zwei Drittel der Lehrenden bewerteten die technische und mediendidaktische Unterstützung als unzureichend (AGBB, 2020). Exemplarisch zeigten Daten aus Bayern, dass 30 Prozent der Dozierenden keinen Zugriff auf mediendidaktischen Support haben. Wenn didaktischer Support angeboten wird, dann mehrheitlich von zentraler Stelle (z. B. hochschuleigene Service-Einrichtungen) und nur selten auf Fakultäts- (17 Prozent) oder Institutsebene (neun Prozent, Sailer et al., 2018). Zentrale Lehrberatung ermöglicht aber keine gezielte Förderung der digitalitätsbezogenen fachdidaktischen Kompetenzen. Die Lehrerfahrungen in den Corona-Semestern haben das Bedürfnis nach fachspezifischem mediendidaktischem Support vermutlich noch einmal verstärkt: 71 Prozent der Hochschulleitungen bewerten die technisch-didaktischen Supportangebote für Lehrende als einen Bereich, der weiter vorangetrieben oder grundlegend neu entwickelt werden sollte (Lübcke et al., 2022). Dabei bekommt die Verzahnung zentraler und dezentraler Supportstrukturen ein besonderes Gewicht, um sowohl fachspezifisch agieren zu können als auch Insellösungen zu vermeiden (E. Bosse et al., 2021).

Motivation der Dozierenden

Viele Dozierende nahmen vor den Corona-Semestern einen schlechten Kosten-Nutzen-Faktor für innovativere Anwendungen digitaler Technologien in der Lehre wahr (Pensel & Hofhues, 2017; Pscheida et al., 2015). Qualitätsvolle digital unterstützte Lehre, in der digitale und analoge Elemente systematisch verknüpft sind, ist in der Erstellung zeitaufwändig und rentiert sich für Lehrende häufig erst nach mehrmaligen Wiederholungen. Durch die Corona-Pandemie waren viele Dozierende gezwungen, digitale Medien (mehr oder weniger innovativ) in ihrer Lehre einzusetzen (Hofmann et al., 2021; Lübcke et al., 2022). So haben die Corona-Semester dazu geführt, dass eine breite Masse an Dozierenden Erfahrungen mit digitalen Medien in der Hochschullehre gemacht hat. Auch wenn innovativere Lehrformate nach wie vor wenig genutzt werden, ist das Interesse an digitalen Formaten und auch an innovativeren Anwendungen gestiegen (Seyfeli et al., 2020). Zwei Drittel der Hochschulen setzen dafür Anreize, z. B. durch die Bereitstellung von Personalkapazität (64 Prozent), *Good Practice*-Darstellungen (52 Prozent) sowie Auszeichnungen, Preisen und Prämien (50 Prozent). Seltener dienen Lehrsemester (sieben Prozent) oder die Reduktion der Lehrverpflichtung (39 Prozent) als Anreize (Gilch et al., 2019).

Im internationalen Vergleich schafft das deutsche Wissenschaftssystem jedoch wenig Anreize für ein starkes Engagement für didaktisch hochwertige Lehre, die auf wissenschaftlich fundierten Wirksamkeitsannahmen der (digitalen und analogen) Methoden beruht. In einem System, in dem man sich vorrangig mit wissenschaftlichen Leistungen auszeichnen und qualifizieren kann, aber Lehrqualität und die Entwicklung der eigenen Lehre für die Karriere wenig bedeutsam sind, ist es aus Sicht von Dozierenden wenig rational, sich stark in der Lehre zu qualifizieren und zu engagieren.

Neben diesen extrinsischen Anreizen spielt die normative Fachkultur eine noch weit unterschätzte Rolle: Wenn in der Fakultät typischerweise keine digitalen Medien für die Lehre genutzt werden, gibt es wenig Anlass für einen Dozierenden, dies selbst zu tun (Bergert, 2020). So geben auch nach der Corona-bedingten Umstellung auf Distanzlernen nur etwas mehr als ein Drittel der Professor:innen an, im Kollegium eine gemeinsame Vision der digitalen Transformation in der Fakultät zu teilen (Hofmann et al., 2021). Ein wichtiger motivierender Faktor für die Nutzung von digitalen Technologien in der Lehre ist die kollegiale Kooperation und der Austausch (Kreulich et al., 2021). Neben der fachspezifischen Fortbildung, der Vernetzung und dem kontinuierlichen Austausch innerhalb von Hochschulen spielt auch die hochschul- und länderübergreifende Vernetzung eine zentrale Rolle für die Weiterentwicklung der Digitalkultur in den Fächern. Zentrale Akteure für die länderübergreifende Vernetzung sind dabei intermediäre Strukturen und Initiativen. Diese schaffen *Peer Communities*, in denen kollegialer Austausch auf Augenhöhe stattfinden kann. Hier können erprobte Lehr-Lernsetting und *Tools* präsentiert und diskutiert, neue Lehr-Lernmaterialien bekannt gemacht und aktuelle (auch internationale) Trends aufgegriffen und wissenschaftlich reflektiert werden (Kehrer & Thillosen, 2021).

5.1.4 Rahmenbedingungen zur Nutzung digitaler Technologien in der Lehre

Rechtliche Fragen zu Material- und Datennutzung

Eine starke Barriere für die flächendeckende Nutzung digitaler Technologien in der Lehre sind Unsicherheiten in Rechtsfragen. Bei den Dozierenden besteht verbreitetes Unwissen und Verunsicherung über die rechtlich korrekte Nutzung von digitalem Lehr-Lernmaterial. Diese Verunsicherung fängt schon an bei der Frage, inwiefern Bilder in digital übertragenen Vorlesungen urheberrechtskonform gezeigt werden können, und gipfelt in datenschutzrechtlichen Fragen bei digital durchgeführten Prüfungen. Auch die Nutzung von *OER* wird durch

rechtliche Verunsicherungen bei den Lehrenden erschwert (AGBB, 2020; Deimann et al., 2015; Röwert & Kostrzewa, 2021; Sailer et al., 2018; Ulrich Schmid et al., 2017; Wannemacher et al., 2021).

Wenn die Prüfungskultur digitaler wird, erhalten rechtliche Fragen im Hinblick auf den Datenschutz eine besondere Relevanz. Die Corona-Semester haben umfangreiche Veränderungen im Bereich digitaler Prüfungen angestoßen. Schon vorher haben viele Hochschulen Formen von *E-Assessment* und elektronischer Prüfung erprobt (L. P. Michel, 2015; Wannemacher et al., 2016). Der pandemiebedingte Anstieg an *Online*- und Distanzprüfungen hat in etwa 40 Prozent der Hochschulen langfristige Veränderungen der Prüfungsformate angestoßen (Lübcke et al., 2022). Während sich entsprechende Ansätze vor der Corona-Pandemie überwiegend auf digitale Präsenzprüfungen im Sinne von E-Klausuren oder *E-Assessments* in Hochschulräumlichkeiten beschränkten, pilotierten viele Hochschulen und Fakultäten im Zuge der Pandemie verstärkt Distanzprüfungen mit digitaler Fernüberwachung (*Online-Proctoring*). Sie erprobten außerdem alternative Prüfungsszenarien wie *Open-Book*- und *Take-Home*-Prüfungen, die keine (Fern-)Aufsicht benötigen (Lübcke et al., 2022). Eine notwendige Voraussetzung für die Weiterentwicklung der Prüfungspraxis ist die Klärung vieler Rechtsfragen, z. B. wie eine rechtssichere Klausuraufsicht gelingen kann, wenn Studierende nicht vor Ort sind (Bandtel et al., 2021). Auch erscheint unklar, ob die Hochschulen kapazitär überhaupt in der Lage sein werden, ein entsprechendes Angebot zu machen, schafft doch die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) die Notwendigkeit, dass Hochschulen in der Breite alternativ zu digitalen Distanzprüfungen auch termingleiche, parallele Präsenzprüfungen anbieten müssen.

Viele Hochschulleitungen erwarten von Seiten der Bundes- und Landespolitik mehr Klarheit und Unterstützung in Rechtsfragen (Lübcke et al., 2022) sowie einheitlich über Länder hinweg geltende Regelungen (HRK, 2021a). An einigen Orten gibt es zentrale landesweite rechtliche Beratungsstellen, an die sich Hochschullehrende wenden können (z. B. in NRW, Rechtsinformationsstelle DH.NRW)⁵¹. Einige Hochschulen kaufen auch entsprechend rechtliche Beratung extern ein. Insgesamt steht rechtliche Beratung noch in zu geringem Umfang zur Verfügung, um Unsicherheiten der Dozierenden bei der Nutzung digitaler *Tools* entgegenwirken zu können. Da die rechtlichen Fragen an vielen Hochschulen die gleichen sind, ist

⁵¹ <https://www.dh.nrw/kooperationen/Rechtsinformation%20zum%20E-Learning-61> (aufgerufen am 27.07.2022)

hier eine stärkere Unterstützung und vor allem Vernetzung, insbesondere bei Prüfungen und *OER*, nötig (Gilch et al., 2019; Ulrich Schmid et al., 2017; Wannemacher et al., 2021).

Rechtliche Unsicherheiten gibt es in Bezug auf eine breite Nutzung von *Learning Analytics* zur datengestützten Hochschulentwicklung. Hier existieren momentan starke ethische und datenschutzrechtliche Bedenken. Besonders die Studierenden stehen einer Datenauswertung oft kritisch gegenüber. Die in Campus-Management-Systemen und digitalisierten Lernumgebungen dokumentierten Studierendendaten und Angaben zu Studien- und Prüfungsleistungen werden von den Hochschulen bislang überwiegend zu den administrativen und pädagogischen Zwecken genutzt, für die sie ursprünglich erhoben wurden (Pflegen der Studierendenstatistik, Abbilden von Studienverläufen, Lernaktivitäten und -pfaden etc.). Die Praxis an internationalen Hochschulen und erste Forschungsergebnisse (Ouyang et al., 2022) deuten darauf hin, dass entsprechende Studierenden- und Lerndaten Impulse für die individuelle Gestaltung von Lernprozessen und die Beratung Studierender (z. B. durch Früherkennung eines Risikos für Studienabbruch durch bestimmte Datenmuster), für die didaktische Reflexion sowie die Weiterentwicklung verschiedener Elemente von Studiengängen bieten können. Diese Potenziale der anfallenden Daten sind aber weitgehend ungenutzt.

Technische und räumliche Infrastruktur

Bezüglich ihrer technischen Infrastruktur sind die Hochschulen im Vergleich mit anderen Bildungsbereichen gut aufgestellt. 80 Prozent der Hochschullehrenden waren vor den Corona-Semestern mit der technischen Ausstattung ihrer Hochschule zufrieden (Sailer et al., 2018; Ulrich Schmid et al., 2017). Im erreichten Grad der Digitalisierung zeigen sich allerdings zwischen Hochschulen ausgeprägte Unterschiede: Universitäten, große Hochschulen und Hochschulen in Westdeutschland weisen einen höheren Stand der Digitalisierung auf als Fachhochschulen, kleinere Hochschulen und Hochschulen in Ostdeutschland (Gilch et al., 2019). Es besteht damit in manchen Hochschulen noch immer ein starker Nachholbedarf. Insgesamt sahen die Hochschulen Ressourcen und Ausstattung der technischen Infrastruktur als größte Herausforderung und Hemmnis für die Digitalisierung an (Gilch et al., 2019).

Die Erfahrungen während der Corona-Semester haben die Ansprüche an die technische Infrastruktur verändert, denn die Anwendung von digitaler Technologie und auch das Interesse an der Nutzung hat einen starken Schub erhalten (Lübcke et al., 2022). In einer Umfrage geben über die Hälfte der Hochschulleitungen an, dass neben den bereits genannten Impulsen

in Lehre und Prüfungsbetrieb die pandemiebedingte Umstellung auf den digitalen Hochschulbetrieb umfassende Veränderungen der technisch-didaktischen Supportangebote, der technischen Infrastruktur sowie der Ausstattung der Lehr- und Lernräume bewirkt hat (Lübcke et al., 2022). Allerdings geben auch nach den Corona-Semestern 2020/21 bis 2021/22 noch immer 77 Prozent der Hochschulleitungen an, dass der Ausbau der technischen Infrastruktur für die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden solle und grundlegende Neuentwicklungen anstünden (Lübcke et al., 2022).

Grundlage der Digitalisierung ist allerdings neben der ersten Bereitstellung der entsprechenden technischen Infrastrukturen deren konstante Wartung und Weiterentwicklung. Ohne entsprechendes Supportpersonal droht der Prozess der weiteren Digitalisierung zu verlangsamen (Lübcke et al., 2022). Über die Hälfte der Hochschulen verfügte 2019 über einen hochschulweiten technischen Support (Gilch et al., 2019). Daten aus bayerischen Hochschulen von 2018 zeigen, dass 78 Prozent der Dozierenden Zugriff auf technischen Support hatten, der vorrangig zentral von Hochschulverwaltung und Informationszentren angeboten wurde. Technischer Support auf Fakultätsebene (40 Prozent) und Institutsebene war dafür seltener (Sailer et al., 2018). Service und Support-Strukturen waren zudem häufig nicht durchgängig vernetzt oder aufeinander abgestimmt (Gilch et al., 2019). Aktuelle Zahlen nach den Corona-Semestern liegen noch nicht vor. Durch gestiegene Ansprüche an digitale Formate steigt jedoch die Bedeutung des technischen Supports. Viele Supportstrukturen sind programmgebunden und befristet, was dem aktuellen und dem zukünftigen Bedarf nicht mehr angemessen ist. Hochschulen berichten entsprechend derzeit von großen Schwierigkeiten, qualifiziertes Support-Personal zu finden.

Digitalisierungsstrategien und Wissensmanagement

Hochschulen berichten derzeit von starken Unsicherheiten über die eigene Rolle und die Relevanz digitaler Entwicklungen. Entsprechend schwer fällt es den Hochschulen, Zukunftskonzepte zur Lehre zu erstellen (Lübcke et al., 2022). Deshalb erfolgen entscheidende Weichenstellungen zur Digitalisierung an vielen Hochschulen nur sehr zögerlich. Die aktive Gestaltung der Zukunft durch Hochschulen ist der Dynamik und Geschwindigkeit der gesamtgesellschaftlichen Digitalisierung oft nicht gewachsen.

Um auf die Anforderungen der Digitalität zu reagieren und um die vielfältigen Möglichkeiten digitaler Technologie für alle Funktionsbereiche einer Hochschule nutzbar zu machen, haben

viele Hochschulen Digitalisierungsstrategien entwickelt. Etwas mehr als die Hälfte der Hochschulen hat inzwischen eine explizite Digitalisierungsstrategie, bisweilen auch als Teil der Hochschulentwicklungsstrategie. Aktuelle Daten zeigen allerdings, dass nur in etwa sieben Prozent der Hochschulen die jeweilige Digitalisierungsstrategie vollständig umgesetzt wurde. Zusätzlich zur Zielformulierung geben 79 Prozent der Hochschulleitungen aktuell an, die Digitalisierungsstrategie mit konkreten Schritten und Maßnahmen für die Umsetzung verbunden zu haben (Lübcke et al., 2022). Digitalisierungsstrategien sind dabei nicht nur Ausdruck eines fortgeschrittenen Bewusstseins der Hochschulen für die Bedeutung von Digitalisierung, sondern haben durchaus auch steuernde und unterstützende Funktion. Hochschulen mit Digitalisierungsstrategie setzten etwa avancierte digitale Ansätze (wie z. B. *Learning Analytics*, *Extended Reality (XR)*) in den Bereichen Lehren, Lernen und Prüfungen eher um als Hochschulen ohne Digitalisierungsstrategie (Lübcke et al., 2022). Bei der Ad-hoc-Umstellung auf digitale Lehre in der Situation im Sommersemester 2020 empfanden die Hochschulen das Vorhandensein einer Digitalisierungsstrategie als sehr hilfreich (E. Bosse et al., 2021). Allerdings sind die bestehenden Digitalisierungsstrategien häufig Hochschullehrenden und Mitarbeitenden aus Verwaltung oder Support nach wie vor nicht bekannt oder werden von ihnen in ihrer Umsetzung als nicht gut bewertet (Hofmann et al., 2021). Deshalb ist nicht davon auszugehen, dass sie visionär, normativ leitend oder strukturierend in die Lehre der Dozierenden oder Teams hineinreichen.

Häufig existieren in einzelnen Fachbereichen und an Lehrstühlen bereits fundiertes Wissen und Erfahrungen zu digitaler Lehre, Lernen, Verwaltung, Prüfungen etc. Ein systematischer Austausch von Expertise zwischen Bereichen, die in der Digitalisierung über viel Erfahrung verfügen und denjenigen, die Beratungsbedarf haben, ist sogar innerhalb einer Hochschule noch selten. Durch die meist projektartige Förderung und die begrenzte Ausstattung, die den entsprechenden Lehrstühlen/Instituten zur Verfügung steht, können sie das generierte Wissen nicht in dem Maß sichtbar und hochschulweit anwendbar machen, wie es sinnvoll wäre.

5.2 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarfe

5.2.1 Notwendigkeit einer Veränderung in der Wertschätzung von Lehre

Lehre und Weiterentwicklung der Lehre sind an Hochschulen immer noch Aufgaben, die sich nicht oder nur wenig für die wissenschaftliche Karriere auszahlen. Der Einsatz digitaler Technologien in der Lehre bedeutet erst einmal Zeit zu investieren, um bestehende Lehr-Lernma-

aterialien oder Veranstaltungskonzepte anzupassen. Die Zeit fehlt dann für die anderen Projekte, die mehr wissenschaftliches Renommee erzeugen. Daher müssen Dozierende stärker motiviert werden, sich bei der Erstellung von freien Lehr- und Lernmaterialien zu engagieren. Aufwändige Anwendungen und erstmalige Nutzung hybrider Lernformen mit digitalen *Tools* sowie die Erstellung neuer kohärenter Lehr-Lernkonzepte sollten – entsprechend dem Aufwand, mit dem sie verbunden sind – auf das Lehrdeputat angerechnet werden (Gilch et al., 2019; Sailer et al., 2018; WR, 2022a). Dabei sollte die Anrechnung digitaler Lehre auf das Lehrdeputat länderübergreifend konsistent in den Lehrverpflichtungsordnungen der Länder geregelt werden (HRK, 2021a). Insgesamt sollte eine Lehrpraxis, die den Einsatz digitaler Medien als selbstverständlichen Teil der Lehre vorlebt, noch stärker systematisch anerkannt und gefördert werden, z. B. durch Lehrpreise und Fördermittel, wie sie beispielsweise von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre in der Ausschreibung *Freiraum* ausgelobt sind (WR, 2022b, S. 71f.). Deshalb sollten Umstellungen der Lehre und Fortbildungen dazu möglichst auf Team- oder Abteilungsebene erfolgen, sodass die digitalitätsbezogene fachdidaktische Kompetenz der einzelnen Dozierenden gestärkt und gleichzeitig der kollegiale Austausch zwischen ihnen stimuliert wird. Ziel sollte die Veränderung der normativen Fachkultur in Richtung einer verstärkten Digitalisierung sein (Kreulich et al., 2021).

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Wirksamkeit und Entwicklung der eigenen Lehre sollte stärker als ein zentraler Bestandteil des Selbstverständnisses bei Dozierenden gefördert werden (WR, 2022a). Die Weiterentwicklung und Qualitätssicherung sollte, ähnlich wie bei wissenschaftlichen Inhalten, in der Fach-*Community* geteilt, durch *Peers* bewertet und belohnt werden. Sie sollte aber auch stärker strukturell verankert sein, etwa durch die Ermöglichung von Lehrforschungssemester (wie z. B. an der Universität Duisburg-Essen⁵²). Hier erhalten Lehrende die Möglichkeit, anstelle ihrer regulären Lehrverpflichtungen die (eigene) Lehre und das studentische Lernen systematisch zu erforschen. Auch besondere Leistungen der Qualitätsentwicklung in der Lehre können für Lehrdeputate anerkannt werden. Hochschuldidaktische Zertifikate sollten über Ländergrenzen hinaus als Leistung für die Habilitation bzw. die Juniorprofessur gewertet werden und nachweisbare digitale Lehrkompetenzen bei Neuberufungen und Bleibeverhandlungen als Qualifikationsvorteil stärkere Beachtung finden. Langfristig wäre es ein starker Anreiz für das Engagement in der Erstellung

⁵² <https://www.uni-due.de/zhqe/lehrforschung> (aufgerufen am 27.07.2022)

guter Lehrmaterialien, wenn diese ähnlich wie Publikationen in der Fach-*Community* anerkannt würden und somit die Reputation und Berufbarkeit von Dozierenden erhöhen.

5.2.2 Aufbau und Verstetigung fachdidaktischer, technischer sowie räumlicher Support- und Infrastrukturen

Um einen Wandel in der Lehre zu ermöglichen und langfristig zu unterstützen, sollten Hochschulen einen fachdidaktischen Mediensupport für Dozierende aufbauen und verstetigen, der Dozierende bei der Erstellung neuer digitaler Lernmaterialien begleitet und unterstützt (HRK, 2021a, 2021b). Der Support darf nicht nur zentral in den hochschuldidaktischen Zentren verfügbar sein, sondern muss in die Fakultäten und Fächer hineinreichen. Nur so können fachspezifische Unterschiede berücksichtigt werden und die Kenntnisse der Dozierenden über die jeweilige Lehrkultur ihres Faches genutzt werden.

Hochschulen sollten verstärkt selbst in die Ausbildung von Nachwuchs im IT-Bereich sowie in interne Personalentwicklung (z. B. durch eine langfristige Bindung studentischer Hilfskräfte nach der Ausbildung) für eine Professionalisierung im technischen Support investieren. Um im Wettbewerb um Fachkräfte bestehen zu können, ist eine Flexibilisierung der Tarifverträge für Support-Personal in diesem Bereich wünschenswert. Notwendig wären flexiblere Möglichkeiten der Vergütung, wie die Gewährung einer Fachkräftezulage oder die Vorweggewährung zwecks Personalgewinnung von IT-Personal (Gilch et al., 2019; HRK, 2021b).

Die technische Infrastruktur sollte langfristig auch dem Anspruch der Verbindung von Präsenz- und *Online*-Lehre gewachsen sein und eine kohärente Verzahnung von digitalen und physischen Lehrformaten ermöglichen. Sowohl eine individualisierte Adaptation des Lernmaterials als auch Kollaborationen müssen dabei technisch unterstützt werden. Die bestehende technische Infrastruktur ist dieser Anforderung momentan noch nicht gewachsen (HRK, 2021b, S. 11). Die Medienausstattung ist (wenn überhaupt) häufig auf Lehr-Lernszenarien zugeschnitten, die die Präsentation und Darbietung von Inhalten unterstützen (AGBB, 2020; Sailer et al., 2018). Vielerorts lässt die technische und räumliche Infrastruktur interaktive oder hybride Nutzungsformen der Lehre noch nicht (einfach) zu. Deshalb sollten Hochschulleitungen den Ausbau der technischen Infrastruktur weiter vorantreiben (Lübcke et al., 2022; WR, 2022a).

Dabei sollte bedacht werden, dass ein spezifisches Merkmal von Hochschulen im Vergleich zu anderen Bildungsetappen ist, dass Studierende in hohem Maße zu Hause arbeiten, eige-

ne Geräte zum individuellen und kollaborativen Arbeiten nutzen und diese auch in Präsenzveranstaltungen vor Ort einsetzen (*Bring Your Own Device, BYOD*). Hochschulräume und Bibliothek werden als Arbeitsplatz zum selbständigen und kollaborativen Lernen genutzt. Um diese unterschiedlichen Lernformen und -orte, die typisch für das studentische Lernen sind, möglichst nahtlos zu verknüpfen, müssen Lernangebote und *Tools* kompatibel für Geräte unterschiedlichen Typus sein. So stellt BYOD nicht nur mit der Anforderung an Kompatibilität, sondern auch an den Datenschutz eine große Herausforderung für die technische Infrastruktur der Hochschulen dar. Beim Ausbau der technischen Infrastruktur ist deshalb wichtig, eine reibungslose Nutzung von BYOD zu ermöglichen. Neue mediale Infrastrukturen sollten robust und plattformunabhängig mit unterschiedlichen Geräten funktionieren. Im Gegenzug muss bei der Etablierung von BYOD aber auch bedacht werden, dass nicht alle Studierende über eine geeignete digitale Ausstattung verfügen. Hierfür müssen Lösungen gefunden werden, die allen Studierenden eine Teilhabe ermöglichen (HRK, 2021a, 2021b).

Hochschulen brauchen außerdem Raumnutzungskonzepte, die diesen Ansprüchen entsprechen, sodass die zukünftige Lehr-Lernstruktur in der Raumstruktur abgebildet ist (z. B. *Makerspaces* für projektbasiertes Lernen, Gruppenarbeitsräume mit digitalen Whiteboards für *Flipped Classrooms*, kleinere Vorlesungsräume mit Videokonferenzsystemen für hybride Settings). Besonders bei Neu- und Umbauten sollten die Raumnutzungskonzepte gleich greifen (HRK, 2021a, 2021b; WR, 2022a). Eine (weitgehend) digitalisierte und flexibilisierte Lehre kann dazu beitragen, Barrieren beim Lehren und Lernen abzubauen, die in physischen Lernräumen (etwa in Bezug auf die Zugänglichkeit) für Studierende mit körperlichen, sozialen oder psychischen Einschränkungen bestehen. Gleichzeitig werden durch die Digitalisierung aber auch neue Barrieren geschaffen, denen von Anfang an durch technische Lösungen (z. B. Untertitelung von Videos) entgegengewirkt werden sollte. Auch diesem Anspruch sollte die digitale Infrastruktur langfristig gewachsen sein.

5.2.3 Entwicklung von Digitalisierungs- und Lehr-Lernstrategien

Die digitale Transformation an Hochschulen sollte zur Anreicherung der Lernerfahrungen und Verbesserung der didaktischen Lehrqualität führen, die auf wissenschaftlich fundierten Wirksamkeitserwartungen basiert und die durch eine kohärente Verknüpfung digitaler Lernformate mit klassischen Lernformaten im Sinne der Lernziele entsteht. Physische und digitale Lernumgebungen sollten Lernende aktivieren und Kollaborationen anregen. Dafür müssen sie so verzahnt werden, dass vielfältige Formen der Kollaboration und Kooperation er-

möglichst werden und dass individualisierte, flexible Kompetenzentwicklung und Wissensvermittlung erleichtert wird. Hochschulen sollten bewusst Lernarrangements so gestalten, dass ein Übergang zwischen digitalen und physisch-analogen Lernformen nahtlos ist, bzw. dass bestehende Brüche bewusst und reflektiert in Lehr-Lernszenarien eingebunden werden.

Für eine solche Digitalisierung der Lehre als konzertierte Anstrengung der gesamten Hochschule sind Weiterentwicklungen und Anpassung der hochschulischen Digitalisierungs- und Lehrstrategien nötig. Eine *top-down* verordnete Strategie hat dabei wenig Chancen, in der Praxis umgesetzt zu werden. Es ist zentral, alle relevanten Hochschulbereiche und Statusgruppen mit einzubeziehen. Studentische Vertreter:innen und Hochschullehrende können dazu beitragen, dass realistische Strategien entwickelt, wichtige Impulse geliefert und Visionen in die Praxis getragen werden. Das gilt besonders für den Umgang mit ethischen und datenschutzrechtlichen Bedenken bei umfangreichen Datennutzungen. Hier sollte ein partizipativer und transparenter Diskurs geführt werden, ob und inwiefern digitale Daten zur Hochschulentwicklung und Qualitätssicherung genutzt werden (Hintze et al., im Erscheinen).

In der Lehr- und Digitalisierungsstrategie sollten Didaktik und Technologie verknüpft, zu erreichende Ziele messbar definiert und entsprechende Supportstrukturen und Personalentwicklungsmaßnahmen etabliert werden. Eine klare Rollenverteilung von Rektorat, Dozierenden- und Studierendenschaft sowie konkrete und messbare Maßnahmen, deren Umsetzung in einem Monitoring geprüft wird, sind wichtig. Ebenfalls sollten in den Digitalisierungs- und Lehrstrategien für alle Fächer Minimalstandards der Digitalisierung der Lehre definiert werden. Digitaler Zugriff auf Lernmaterial und digitaler Kontakt mit Dozierenden sollte Studierenden möglich sein. Dort, wo es didaktisch sinnvoll ist, sollte als Minimalstandard eine digitale Verfügbarkeit von Lehrveranstaltungen – etwa als Videomitschnitt einer Vorlesung – umgesetzt werden. Außerdem sollte jede Hochschule den Aufbau einer Infrastruktur für digitale Prüfungsszenarien anstoßen. Die Umsetzung der Lehr- und Digitalisierungsstrategie sollte außerdem Bestandteil der Zielvereinbarung der Hochschulen mit den Ländern sein.

Ziel einer Digitalisierungsstrategie sollte auch sein, den Erwerb digitaler Kompetenzen bei Studierenden zu fördern. Neben Fachinhalten sollten Studierende auch die reflektierte Nutzung digitaler Medien für Studium und Fachdisziplin lernen (Ehlers, 2020; KMK, 2021b; Seidl, 2018). Um Studierende auf zukünftige wissenschaftliche und gesellschaftliche Anforderungen vorzubereiten, müssen deshalb Curricula überarbeitet werden (Gilch, Jungermann & Wannemacher, 2021; A. Michel et al., 2018). Fachspezifische digitale Kompetenzen sollten in Fachcurricula aufgenommen werden. Allgemeine digitale Kompetenzen sollten in fach-

übergreifenden Ergänzungsbereichen der Studiengänge verankert werden. Um diese Lehre anbieten zu können, ist es auch notwendig, den Nachwuchs an Informatik-Dozierenden zu fördern (siehe Kap. 2.2.2).

5.2.4 Aufbau von Kooperationen und Vernetzungen

Damit keine Insellösungen entstehen und sich die Erstellung guter digitaler Lehr-Lernmaterialien lohnt, sollten zusätzlich die Kooperation zwischen Hochschulen sowie die landesübergreifende Kooperation gestärkt werden. Die zurzeit entstehenden *OER*-Repositorien sollten in diese Kooperation eingebunden werden. Eine systematische, länderübergreifende Vernetzung könnte eine bessere Sichtbarkeit und Verfügbarkeit des *bestehenden* Materials sicherstellen und damit die Nutzung digitaler Lehr-Lernmaterialien verbessern.

In den länderübergreifenden Austausch von Lehr-Lernmaterialien können auch die intermediären Strukturen eingebunden werden. Dafür ist eine entsprechende, langfristige Finanzierung dieser Strukturen nötig, damit sie in die Lage versetzt werden, als Basis für Vernetzungen zwischen zentralen, länderübergreifenden und landesspezifischen Strukturen und externen Akteuren agieren zu können. Darüber könnte bereits bestehendes sowie neues Lehr-Lernmaterial durch länderübergreifende Vernetzung besser sichtbar machen. Dafür braucht es Übersichten über digitales Lehr-Lernmaterial und eine erleichterte Zugänglichkeit (z. B. mit einer guten Durchsuchbarkeit von Datenbanken und Repositorien durch einheitliche Metadatenstandards, Kehrer & Thillosen, 2021). Die Vielfalt der intermediären Strukturen sollte beibehalten werden, da sie verschiedene relevante Schwerpunkte bedienen.

Eine bessere Vernetzung würde das Engagement zur Erstellung neuer digitaler Lehr-Lernmaterialien bündeln und deren langfristige und wiederholte Nutzung unterstützen. Für Fächer, deren Inhalte an vielen Hochschulen unterrichtet werden, könnten Hochschulverbände digitales Lehr-Lernmaterial und neue Softwaresysteme unter Mitarbeit von Wissenschaft und Praktiker:innen auf Grundlage moderner Lehr-Lernforschung (weiter-)entwickeln (Gilch et al., 2019; Sailer et al., 2018) und verpflichtend als *OER* teilen. Diese Kooperationen sowie die länderübergreifende Vernetzung könnten durch Fördergelder weiter unterstützt werden. Die Erstellung guter digitaler Lehr-Lernmaterialien sollte durch eine transparente und verlässliche Qualitätssicherung geleitet sein (Ladwig et al., 2020; Röwert & Kostrzewa, 2021). In länderübergreifenden Kooperationen sollte ein transparenter und partizipativer Diskurs über angemessene und einheitliche Standards für digitale Lehre angestoßen werden. Ziel ist es, in den

Fach-*Communities* transparente und auf den Befunden der Lehr-Lernforschung gegründete Gütekriterien für digitale Lehr-Lernmaterialien zu entwickeln. Ähnlich wie für wissenschaftliche Beiträge könnten damit Materialien in den Fach-*Communities* im *Peer-Reviewing-Verfahren* bewertet werden und durch entsprechende Gütesiegel gekennzeichnet sein. Neben der Etablierung solcher Gütekriterien sollten die Landesinitiativen und intermediären Strukturen finanziell durch das Förderprogramm in die Lage versetzt werden, *OER*-Materialien technisch und inhaltlich zu pflegen und weiterzuentwickeln, damit die Inhalte nicht veralten.

5.3 Empfehlungen für den Bildungsbereich Hochschule

Empfehlung 12) Stärkung digitaler Kompetenzen bei Studierenden und Dozierenden

- *Allgemeine und fachspezifische digitale Kompetenzen als Bildungsziele:* Hochschulen müssen ihre Bildungsziele und Lehr- und Lerninhalte erweitern, um Studierende auf zukünftige wissenschaftliche und gesellschaftliche Anforderungen vorzubereiten. Dafür sollten allgemeine digitale (akademische) Kompetenzen (z. B. Nutzung von Datenbanken, bestehenden Datensätzen; KI-Methoden etc.) und fachspezifische digitale Kompetenzen in Curricula sowie in fachübergreifenden Ergänzungsbereichen der Studiengänge verankert werden. Das ist Aufgabe der Hochschulen; Impulse dazu können von relevanten Fachgesellschaften gegeben werden.
- *Professionalisierung der Dozierenden:* Das deutsche Wissenschaftssystem sollte der Lehre einen höheren Stellenwert zuweisen. Dazu gehört eine stärkere Professionalisierung in der Lehre. Dozierende müssen auf Basis der Ergebnisse der Lehr-Lernforschung für die Lehre mit digitalen Medien professionalisiert werden. Fortbildungen und Austausch von Erfahrungswissen sollten auf allen Ebenen – von der Promotion bis zur Professur – gefördert werden. Hochschulen und Fachgesellschaften sollten Fortbildungen und Austausch von Erfahrungswissen auf allen Karrierestufen fördern. Fortbildungen sollten vermehrt fachspezifisch erfolgen, sodass sich die Fachkultur weiterentwickelt.
- *Anreize für Dozierenden schaffen:* Ein höherer Stellenwert der Lehre muss strukturell gestützt werden. Auch hier sind die Hochschulen gefordert: Für die Erstellung und Nutzung digital unterstützter Lehre sollten Anreize geschaffen und erweitert werden. Mögliche Anreize wären z. B. Anrechenbarkeit der Entwicklungszeit neuer Lehr-Lern-

konzepte auf das Lehrdeputat (HRK, 2021a; WR, 2022a), Lehrpreise und Fördermittel, deren Vergabe in der Fach-*Community* erfolgt. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der eigenen Lehre als inhärenter Bestandteil des professionellen Selbstverständnisses von Dozierenden sollte auch strukturell unterstützt werden, etwa in Form von Lehrforschungssemestern. Nachweisliche digitale Lehr-Kompetenzen sollten stärkere Anerkennung in Berufungs- und Bleibeverhandlungen erhalten. Hochschuldidaktische Zertifikate sollten über die Länder hinweg anerkannt werden.

- *Wissenschaftliches Monitoring von Fortbildungen*: Zur Klärung des Status quo und der Wirkung entsprechender Professionalisierungsmaßnahmen sollten über Förderprogramme Studien zu digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Lehrenden angestoßen werden.

Empfehlung 13) Technische, räumliche, fachdidaktische und rechtliche Strukturen aufbauen und verstetigen

- *Minimalstandards gewährleisten*: Jede Hochschule sollte Studierenden Lernmaterial digital zur Verfügung stellen, eine digitale Erreichbarkeit von Dozierenden sicherstellen und dort, wo es didaktisch sinnvoll ist, eine Verfügbarkeit von digitalen Zugängen zu Lehrveranstaltungen (z. B. Aufzeichnung einer Vorlesung) anstreben.
- *Angemessene technische Infrastruktur vorhalten*: Hochschulen müssen ihre technische Infrastruktur für Lehren und Lernen mit digitalen Medien weiter ausbauen und sich für die Vielzahl der im Studium gängigen und didaktisch sinnvollen Lehr-Lernformate technisch ausstatten. Priorität hat der Ausbau der technischen Struktur für *BYOD*, die der Vielzahl von studentischen Lernformen gerecht wird und plattformunabhängig genutzt werden kann. Jede Hochschule sollte zudem eine Infrastruktur für digitale Prüfungen aufbauen, ggf. in Verbänden mit anderen Hochschulen.
- *Raumnutzungskonzepte anpassen*: Raumnutzungskonzepte sollten dem Digitalisierungs- und Lehrkonzept der Hochschule entsprechen, sodass die gewählte Lehr-Lernstruktur in der Raum- und Medienstruktur abgebildet werden kann und Übergänge zwischen digitalem und physischem Raum nahtlos gestaltet werden können.
- *Technischen Support aufbauen und verstetigen*: Hochschulen müssen Stellen für den technischen Support verstetigen und eigenen Nachwuchs im IT-Bereich ausbilden. Zur Personalgewinnung und -bindung ist u. a. die Flexibilisierung der Tarifverträge

nötig, damit die Hochschulen im Wettbewerb um Fachkräfte bestehen können (HRK, 2021b).

- *Fachspezifischen didaktischen Support etablieren:* Jede Hochschule sollte eine fachspezifische Supportstruktur zur Nutzung digitaler Medien in der Lehre für Dozierende aufbauen und verstetigen. Support darf nicht nur zentral vorhanden sein, sondern muss in die Fakultäten und Fächer hineinreichen. Der fachdidaktische Support sollte Teil einer partizipativ erstellten Digitalisierungs- und Lehrstrategie sein (s. u.).
- *Servicezentren für Rechtsberatung schaffen:* Als prioritäre Maßnahme sollte an jeder bestehenden Landesinitiative zum *E-Learning* ein Servicezentrum für Rechtsberatung zusätzlich geschaffen werden.⁵³ Diese könnten landesspezifisch alle Hochschulen des Landes in Rechtsfragen beraten und dadurch würde die Verfügbarkeit von rechtlicher Beratung für Hochschulen und insbesondere für Lehrende systematisch gestärkt sowie Unsicherheiten hinsichtlich des Urheberrechts, *OER* und Datenschutz bei Prüfungen reduziert. Um Ressourcen zu sparen, sollten die rechtlichen Servicecenter der Länder stark länderübergreifend zusammenarbeiten. Um langfristig die Nutzung, Erstellung und das Teilen von digitaler Unterrichtstechnologie abzusichern, sollten die Ressourcen zur Beratung in Rechtssicherheit auch an den Hochschulen ausgebaut werden. Wünschenswert wäre ein rechtliches Support-System in jeder Hochschule, das Lehrende beraten kann. Hier sollte langfristig mehr Personal finanziert werden. Für die *erstmalige* Ausarbeitung von rechtlichen Fragen (prioritär: die Rechtslage für digitale Prüfungen hinsichtlich Durchführbarkeit und Datenschutz) wäre empfehlenswert, einer Gruppe von Hochschulen eine Vorreiterrolle zu erteilen und diese dafür mit entsprechenden Mitteln auszustatten. Dieses *Know-how* sollte dann aktiv anderen Hochschulen zur Orientierung zur Verfügung gestellt werden.

Empfehlung 14) *Standortspezifische und hochschulübergreifende Lehr- und Digitalisierungsstrategien entwickeln*

- *Entwickeln einer hochschulspezifischen Lehr- und Digitalisierungsstrategie:* Jede Hochschule sollte zusammen mit den Fachbereichen bzw. Studiengängen eine Lehr- und Digitalisierungsstrategie erarbeiten, welche die Aspekte der vorherigen Empfeh-

⁵³ z. B. Digitale Hochschule NRW (www.dh.nrw, aufgerufen am 27.07.2022)

lungen berücksichtigt. Darin verankert sein sollten die Zuständigkeiten von Rektorat, Dekanaten und Service-Einrichtungen bis hin zur Dozierenden- und Studierendenschaft, die zu erreichenden Meilensteine und klare Kriterien für ein Monitoring der Vorhaben. Die Strategie sollte Bestandteil der Zielvereinbarung der Hochschulen mit den Ländern sein.

- *Hochschulübergreifende Vernetzung zum Austausch über digitales Lehr-Lernmaterial aufbauen bzw. stärken:* Die Länder sollten bereits bestehende Initiativen/Strukturen zur digitalen Bildung ausbauen und finanziell so ausstatten, dass sie die Vernetzung zwischen zentralen, länderübergreifenden sowie landesspezifischen Strukturen und externen Akteuren leisten können. Diese sollen bestehendes Lehr-Lernmaterial und *Tools* sichtbar und verfügbar machen sowie die Entwicklung neuen Materials und geeigneter Lehrformate unterstützen. Intermediäre Strukturen⁵⁴ müssen in ihrer Vielfalt gestärkt werden, um multiple Aufgaben bedienen zu können, den länderübergreifenden, forschungsbasierten Austausch zu fördern, gute Praxis sichtbar zu machen, Transfer zu ermöglichen und Support für Hochschulen und Dozierende leisten zu können. Ein weiteres Ziel ist es, in den Fach-*Communities* transparente und auf den Befunden der Lehr-Lernforschung gegründete Gütekriterien für digitale Lehr-Lernmaterialien zu entwickeln. Hier könnte ein Bundesprogramm unterstützend aufgelegt werden, um erstens Gelder für Hochschulen bereitzustellen, die in Kooperationen fundiertes Lehr-Lernmaterialien erstellen, und um zweitens die langfristige Nutzung der Materialien und den Austausch zu fördern, indem die Landesinitiativen und intermediären Strukturen finanziell gestärkt werden. Perspektivisch sollte darüber auch der Anschluss der bestehenden Landesrepositorien für *OER* an die Nationale Bildungsplattform angestrebt werden.

Um all dies umsetzen zu können ist eine verlässliche Finanzierung nötig. Die EFI-Gutachten 2019 und 2022 empfehlen, Bund und Länder mögen eine Digitalisierungspauschale je Studierenden bereitstellen um „weiterhin bestehende Defizite bei den Bedingungen für die digitale Lehre dauerhaft und flächendeckend zu verbessern“ (Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), 2022, S. 31). Eine Mittelvergabe rein pro Kopf berechnet würde allerdings kleine Hochschulen benachteiligen, denn z. B. die Kosten für die digitale Infrastruktur,

⁵⁴ [HIS-Institut für Hochschulentwicklung \(HIS-HE\)](#), [Hochschulforum Digitalisierung](#), [e-teaching.org](#) (Internetseiten aufgerufen am 27.07.2022)

Software, die räumliche Ausstattung oder den Aufbau von technischem und fachdidaktischem Support steigen nicht proportional mit der Anzahl der Studierenden. Neben den Investitionen, die unabhängig von der Anzahl der Studierenden sind, steht der finanzielle Bedarf für eine belastbare Internetverbindung, Hardware und Supportangebote und Fortbildungen, der mit steigender Anzahl Studierender und Dozierender höher wird. Grundsätzlich ist auch eine dauerhafte Finanzierung zur Umsetzung digitalisierter Lehre nötig (WR, 2022b, S. 62f.). Eine Lösung dafür könnte ein Sockelbetrag sein, der die Grundfinanzierung der technischen und personellen Infrastruktur und vieler hier genannter notwendiger Maßnahmen sicherstellt (HRK, 2021b; WR, 2022a), ergänzt um eine Pro-Kopf-Pauschale.

Die Digitalisierung verändert nicht nur die Forschung und Lehre an Hochschulen, sondern auch die Gesellschaft und damit die Rolle der Hochschulen in der Gesellschaft. Damit sind Unsicherheiten verbunden, die nicht nur auf der Ebene einzelner Hochschulen oder durch Verbände gelöst werden können. Die hier formulierten Empfehlungen müssen daher in einen größeren moderierten Diskurs – unter Einbezug möglichst vieler Stakeholder – zur Rolle der Hochschulbildung in der Gesellschaft eingebettet werden.

Literaturverzeichnis

- Abele, S. (2018). Diagnostic Problem-Solving Process in Professional Contexts: Theory and Empirical Investigation in the Context of Car Mechatronics Using Computer-Generated Log-Files. *Vocations and Learning*, 11(1), 133–159. <https://doi.org/10.1007/s12186-017-9183-x>
- Abele, S., Schauer, J., Kenner, M. & Leon, A. (2021). Feedbackreflexion mit Scaffolding oder selbstreguliert? Effektunterschiede zweier Feedbackvarianten bei der computerbasierten Förderung beruflicher Problemlösekompetenz. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 117(3), 322–350.
- Aeseart, K., Voogt, J., Kuiper, E. & van Braak, J. (2017). Accuracy and bias of ICT self-efficacy: An empirical study into students' over- and underestimation of their ICT competences. *Computers in Human Behavior*, 75, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.05.010>
- Albrecht, C., Börner, C. & Köhler, T. (2012). Ein E-Portfolio als Instrument für die berufliche Ausbildung. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 3, 23–25.
- Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A. & Koedinger, K. R. (2017). Instruction based on adaptive learning technologies. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Hrsg.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (2. Aufl., S. 522–560). Routledge.
- Aleven, V., Stahl, E. & Schworm, S. (2003). Help seeking and help design in interactive learning environments. *Review of Educational Research*, 73(3), 277–320.
- Anders, Y., Kluczniok, K., ... & Roßbach, H.-G. (2022). *Zwischenbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des Bundesprogramms „Sprach-Kitas: Weil Sprache der Schlüssel zur Welt ist“: Die Bedeutung der zusätzlichen Fachberatungen und Kita-Tandems für die Implementation des neuen Querschnittsthemas Digitalisierung*. unveröffentlicht
- Anders, Y., Kluczniok, K., Bartels, K. C., Blaurock, S., Grimmer, J., Große, C., Hummel, T., Kurucz, C., Resa, E., Then, S., Wieduwilt, N. & Roßbach, H.-G. (2020). *Policy Brief zum vierten Zwischenbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des Bundesprogramms „Sprach-Kitas: Weil Sprache der Schlüssel zur Welt ist“: Ergebnisse zur nachhaltigen Wirkung des Bundesprogramms*. Berlin, Bamberg. Freie Universität Berlin; Universität Bamberg.
- Aprea, C., Sappa, V. & Tenberg, R. (Hrsg.). (2020). *Konnektivität und Lernortintegrierte Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung*. ZBW – Beiheft 29. Franz Steiner Verlag.
- Arndt, C., Figura, L., Ladwig, T. & Grundmann, A. (März 2019). *Strategische Ansätze der Bundesländer zur Digitalisierung in der Hochschulbildung*. Forschungsprojekt HEIDS, Technische Universität Hamburg. <https://doi.org/10.15480/882.2060.2>
- Arnold, E., Beck, N., Bohl, T., Drewek, P., Heinrich, M., Gehrman, A., Koch, K., Streblov, L. & van Ackeren, I. (2021). *Eckpunktepapier Institutionalisierung Lehrerbildung: Diskussion und Etablierung elementarer institutioneller Standards der Lehrerbildung für die zentralen wissenschaftlichen Einrichtungen*. Dresden. TU Dresden. https://tu-dresden.de/zlsb/ressourcen/dateien/tud-sylber/Eckpunktepapier-Institutionalisierung-Lehrerbildung_Bohl_et_al.pdf?lang=de (aufgerufen am 18.08.2022)
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2020). *Bildung in Deutschland 2020: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt*. wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/6001820gw>
- Autorengruppe Corona-KiTa-Studie (Juni 2021). *4. Quartalsbericht der Corona-KiTa-Studie (II/2021)*. München. Deutsches Jugendinstitut (DJI).
- Baas, M. & Baethge, M. (2017). *Entwicklung der Berufsausbildung in Klein- und Mittelbetrieben (KMU)*. Gütersloh. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2017035>
- Backer, W. (2017). Erfolgsfaktor Personal in Zeiten der Veränderung. *Kreditwesen*, 19, 951–954.
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F. & Scheiter, K. (2020). Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers' expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans. *Learning and Instruction*, 66, Artikel 101300. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K. & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility! *Computers & Education*, 166, Artikel 104159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>

- Baethge-Kinsky, V., Kuhlmann, M. & Tullius, K. (2018). Technik und Arbeit in der Arbeitssoziologie: Konzepte für die Analyse des Zusammenhangs von Digitalisierung und Arbeit. *Arbeits- und Industrie-soziologische Studien*, 11(2), 91–106.
- Bahl, A., Blötz, U., Brandes, D., Lachmann, B., Schwerin, C. & Witz, E.-M. (August 2012). *Die Situation des ausbildenden Personals in der betrieblichen Ausbildung (SIAP)*. Abschlussbericht. Bonn. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Bai, S., Hew, K. F. & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, Artikel 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Baker, R., Walonoski, J., Heffernan, N., Roll, I., Corbett, A. & Koedinger, K. R. (2008). Why Students Engage in „Gaming the System“ Behavior in Interactive Learning Environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(2), 185–224.
- Bakhshi, H., Downing, J. M., Osborne, M. A. & Schneider, P. (2017). *The Future of Skills: Employment in 2030*. Pearson and Nesta. <https://futureskills.pearson.com/research/assets/pdfs/technical-report.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bandtel, M., Baume, M., Brinkmann, E., Bedenlier, S., Budde, J., Eugster, B., Ghoneim, A., Halbherr, T., Persike, M., Rampelt, F., Reinmann, G., Sari, Z. & Schulz, A. (September 2021). *Digitale Prüfungen in der Hochschule: Whitepaper einer Community Working Group aus Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Berlin.
- Barczik, K., Weinhold, N., Grabe, S. & Schröder, J. (2020). Digitalisierung als Treiber der beruflichen Bildung – Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Indikatoren für die Akzeptanz von virtuellen Lernortkooperationen. In T. Köhler, E. Schoop & N. Kahnwald (Hrsg.), *Gemeinschaften in neuen Medien. Von hybriden Realitäten zu hybriden Gemeinschaften* (S. 452–469). TUDpress.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 9(4), 469–520.
- Baumgartner, P., Brei, C., Gerdes, A., Lohse, A., Kuhn, S., Michel, A., Pohlentz, P., Quade, S., Seidl, T. & Spinath, B. (September 2018). *3 plus 10 Thesen zu gesellschaftlichen Trends und der zukünftigen Rolle der Hochschulen* (Diskussionspapier Nr. 4). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2634987>
- Beck, K., Landenberger, M. & Oser, F. (Hrsg.). (2016). *Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung: Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT*. W. Bertelsmann Verlag. <https://doi.org/10.3278/6004436w>
- Becka, D., Bräutigam, C. & Evans, M. (2020). „Digitale Kompetenz“ in der Pflege: Ergebnisse eines internationalen Literaturreviews und Herausforderungen beruflicher Bildung. *Forschung aktuell: 2020, 08*. IAT Institut Arbeit und Technik. <https://www.iat.eu/forschung-aktuell/2020/fa2020-08.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Becka, D., Evans, M. & Hilbert, J. (2017). *Digitalisierung in der sozialen Dienstleistungsarbeit: Stand, Perspektiven, Herausforderungen, Gestaltungsansätze*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-68362-6>
- Becker, K. D., Bohnenkamp, J., Domitrovich, C., Keperling, J. P. & Ialongo, N. S. (2014). Online Training for Teachers Delivering Evidence-Based Preventive Interventions. *School Mental Health*, 6(4), 225–236. <https://doi.org/10.1007/s12310-014-9124-x>
- Becker, M., Spöttl, G. & Windelband, L. (2021a). Künstliche Intelligenz und Autonomie der Technologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 31–54). Franz Steiner Verlag.
- Becker, M., Spöttl, G. & Windelband, L. (2021b). Künstliche Intelligenz und Berufsbildung. Die Rolle der künstlichen Intelligenz in der Facharbeit und Konsequenzen für die Berufsbildung. *DENK-doch-MAL - Das online-Magazin*, 21(3). <https://denk-doch-mal.de/matthias-becker-georg-spoettl-lars-windelband-kuenstliche-intelligenz-und-berufsbildung/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J. & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Bergert, A. (2020). „Digitalisierung? Machen wir schon ewig“: Eine rekonstruktive Studie zu Orientierungsmustern Lehrender im Umgang mit digitalen Medien im Hochschulalltag. In C. Müller Werder

- & J. Erlemann (Hrsg.), *Seamless Learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen* (S. 207–211). Waxmann.
- Berghoff, S., Horstmann, N., Hüscher, M. & Müller, K. (2021). *Studium und Lehre in Zeiten der Corona-Pandemie: Die Sicht von Studierenden und Lehrenden*. CHE Impulse: Bd. 3. <https://www.che.de/download/studium-lehre-corona/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M. & Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: from the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87–122. <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>
- Bientzle, M., Hircin, E., Kimmerle, J., Knipfer, C., Smeets, R., Gaudin, R. & Holtz, P. (2019). Association of Online Learning Behavior and Learning Outcomes for Medical Students: Large-Scale Usage Data Analysis. *JMIR Medical Education*, 5(2), Artikel e13529. <https://doi.org/10.2196/13529>
- Bientzle, M., Kimmerle, J., Hirt, B. & Shiozawa, T. (2018). OPs mit Tausenden von Zuschauern: Lernplattform Sectio chirurgica bietet Einblick in OP-Alltag. *ergopraxis*, 11(07/08), 46–47. <https://doi.org/10.1055/a-0602-9934>
- Binder, K. & Cramer, C. (2020). Digitalisierung im Lehrer*innenberuf: Heuristik der Bestimmung von Begriff und Gegenstand. In K. Kasper, S. Hofhues, D. Schmeinck, M. Becker-Mrotzek & J. König (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 401–407). Waxmann.
- Binder, K. & Cramer, C. (2021). Digitalisierung in der Fachliteratur zum Lehrer*innenberuf: Eine Bestandsaufnahme und Verhältnisbestimmung mittels critical review. *HLZ - Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 4(1), 329–343. <https://doi.org/10.11576/HLZ-4518>
- bitkom (2018). *Pressemitteilung*. <http://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Drei-von-vier-Buergern-wollen-Bildungsfoederalismus-abschaffen.html> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Blomberg, G., Renkl, A., Gamoran Sherin, M., Borko, H. & Seidel, T. (2013). Five research-based heuristics for using video in pre-service teacher education. *Journal for Educational Research*, 5(1), 90–114. <https://doi.org/10.25656/01:8021>
- Booth, R. G., Strudwick, G., McBride, S., O'Connor, S. & Solano López, A. L. (2021). How the nursing profession should adapt for a digital future. *BMJ*, 373, Artikel n1190. <https://doi.org/10.1136/bmj.n1190>
- Bopp, K. (Oktober 2009). *Serious Games. Ein Literaturbericht: Im Auftrag des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)*. unveröffentlichtes Manuskript.
- Bosse, E., Wannemacher, K., Lübcke, M. & Seyfeli, F. (2021). Ich sehe was, was du nicht siehst? Die pandemiebedingte Umstellung auf digitale Lehre aus unterschiedlichen Akteursperspektiven. In M. Barnat, E. Bosse & B. Szczyrba (Hrsg.), *Forschung und Innovation in der Hochschulbildung: Bd. 11. Forschungsimpulse für die Hochschulentwicklung im Kontext hybrider Lehre* (S. 201–215). Technischen Hochschule Köln.
- Bosse, I. (2019). Schulische Teilhabe durch Medien und assistive Technologien. In G. Quenzel & K. Hurrelmann (Hrsg.), *Handbuch Bildungsarmut* (S. 827-852). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19573-1_33
- Bosse, I. & Hasebrink, U. (Dezember 2016). *Mediennutzung von Menschen mit Behinderungen: Forschungsbericht*. Dortmund. Universität Dortmund. https://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/user_upload/die_medienanstalten/Publikationen/Weitere_Veroeffentlichungen/Studie-Mediennutzung_Menschen_mit_Behinderungen_Langfassung.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Breier, N. (1994). Informatische Bildung als Teil der Allgemeinbildung. Stand und Perspektiven. *Log in*, 14(5-6), 90–93.
- Breiter, A., Diethelm, I., Klockmann, I. & Zeising, A. (März 2020). *Informatische Bildung und Technik in der Grundschule: Zusammenfassender Bericht der Evaluation*. Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib). https://nibis.de/uploads/nlq-riedl/medienportal/informatische_bildung/NLQ_Abschlussbericht-final.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Breiter, A., Howe, F. & Härtel, M. (2018). Medien- und IT-Kompetenz des betrieblichen Ausbildungspersonals. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 3, 24–28.
- Briese, V. (2018). *Kooperation der Lernorte im Pflegeausbildungssystem*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20880-6>
- Brinda, T., Brüggemann, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C., Missomelius, P., Leschke, R., Tilemann, F. & Weich, A. (2020). Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt - Ein interdisziplinäres Modell. In T. Knaus & O. Merz (Hrsg.), *Schnittstellen und Interfaces: Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (S. 157–167). KoPäd Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:22117>

- Brinkmann, B., Müller, U., Scholz, C. & Siekmann, D. (Hrsg.) (2018). *Lehramtsstudium in der digitalen Welt: professionelle Vorbereitung auf den Unterricht mit digitalen Medien?!* Bertelsmann Stiftung. https://www.monitor-lehrerbildung.de/export/sites/default/.content/Downloads/Monitor-Lehrerbildung_Broschuere_Lehramtsstudium-in-der-digitalen-Welt.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2020). Empfehlung des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung vom 17. November zur „Anwendung der Standardberufsbildpositionen in der Ausbildungspraxis“. *Bundesanzeiger (BANz AT 22.12.2020 S4)*.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2021a). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2021: Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung*. Bonn. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0035-0929-6>
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2021b). *Vier sind die Zukunft: Digitalisierung. Nachhaltigkeit. Recht. Sicherheit: Die modernisierten Standardberufsbildpositionen anerkannter Ausbildungsberufe*. Bonn.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2022). *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis: 51. Jg., Heft 2. Digital Lernen*. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018). Richtlinie zur Förderung von Projekten in der „Qualitätsinitiative Lehrerbildung“ mit den Schwerpunkten „Digitalisierung in der Lehrerbildung“ und/oder „Lehrerbildung für die beruflichen Schulen“. *Bundesanzeiger (BANz AT 19.11.2018 B4)*.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2021a). *Exzellenz fördern. Berufsbildung stärken: Wie die InnoVET-Projekte die berufliche Bildung in Deutschland voranbringen*. Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (April 2021b). *Gestaltungsrahmen und Hinweise für die prototypische Umsetzung einer Nationalen Bildungsplattform*. Berlin. https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/107_21_broschuere_nationale-bildungsplattform_2.pdf?blob=publicationFile&v=1 (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2022a). Richtlinie zur Förderung von Verbundprojekten als „Kompetenzzentrum für digitales und digital gestütztes Unterrichten in Schule und Weiterbildung im MINT-Bereich“ im Rahmen des Forschungs-, Innovations- und Transferprojekts „Kompetenzzentren für digitales und digital gestütztes Unterrichten in Schule und Weiterbildung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in Kooperation mit den Ländern. *Bundesanzeiger (BANz AT 21.06.2022 B6)*.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2022b). *Die überbetriebliche Ausbildung digital voranbringen: Neue Entwicklungs- und Erprobungsprojekte aus dem Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/31657_Die_ueberbetriebliche_Ausbildung_digital_voranbringen_Mappe_komplett.pdf?blob=publicationFile&v=8 (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend und Bundesministerium für Gesundheit (BMFSFJ & BMG) (2016). Bekanntmachung der von der 89. Arbeits- und Sozialministerkonferenz 2012 und der 86. Gesundheitsministerkonferenz 2013 als Mindestanforderungen beschlossenen „Eckpunkte für die in Länderzuständigkeit liegenden Ausbildungen zu Assistenz- und Helferberufen in der Pflege“ vom 29.01.2016. *Bundesanzeiger (BANz AT 17.02.2016 B3)*.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022, 23. Februar). *Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Transformation: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)*. Berlin. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-wissenschaftlicher-beirat-die-zukunft-der-arbeit-in-der-digitalen-transformation.pdf?blob=publicationFile&v=4> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (2020). *Wie oft und wie lange dürfen Kinder Medien nutzen?* https://www.kindergesundheit-info.de/fileadmin/user_upload/kindergesundheit-info.de/Download/Medienumgang/Empfehlungen-der-Dauer-Mediennutzung_BZgA_kindergesundheit-info.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Burchert, J. & Schulte, S. (2011). Qualität in der beruflichen Ausbildung: Ansatz und Ziel der Reflexion von Berichtshefteinträgen. *Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online*, 21. http://www.bwpat.de/ausgabe21/burchert_schulte_bwpat21.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Bürger, N., Haselmann, S., Baumgart, J., Prinz, G., Girnat, B., Meisert, A., Menthe, J., Schmidt-Thieme, B. & Wecker, C. (2021). *Jenseits von Professionswissen: Eine systematische*

- Überblicksarbeit zu einstellungs- und motivationsbezogenen Einflussfaktoren auf die Nutzung digitaler Technologien im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 24(5), 1087–1112. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01050-3>
- Busse, J., Geiser, P., Schumann, M., Seeber, S., Weber, S., Hackenberg, T., Zarnow, S. & Hiller, F. (im Druck). Didaktische Bedeutung digitalisierungsinduzierter Veränderungen kaufmännischer Tätigkeiten für die berufliche Bildung. In S. Schumann, S. Seeber & S. Abele (Hrsg.), *Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Konzepte und empirische Befunde*. W. Bertelsmann Verlag.
- Caena, F. & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356–369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Capparozza, M. & Irle, G. (2020). Lehrerausbildende als Akteure für die Digitalisierung in der Lehrerbildung: Ein Review. In A. Wilmers, C. Keller, M. Rittberger & C. Anda (Hrsg.), *Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung* (S. 103–127). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830991991.04>
- Carron, T., Rawlinson, C., Arditi, C., Cohidon, C., Hong, Q. N., Pluye, P., Gilles, I. & Peytremann-Bridevaux, I. (2021). An Overview of Reviews on Interprofessional Collaboration in Primary Care: Effectiveness. *International Journal of Integrated Care*, 21(2), Artikel 31. <https://doi.org/10.5334/ijic.5588>
- Caspersen, M. E. (2022). Informatics as a Fundamental Discipline in General Education: The Danish Perspective. In H. Werthner, E. Prem, E. A. Lee & C. Ghezzi (Hrsg.), *Perspectives on Digital Humanities* (S. 191–200). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86144-5_26
- Caspersen, M. E., Diethelm, I., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., Nardelli, E., Passey, D., Rován, B. & Webb, M. (Februar 2022). *Informatics Reference Framework for School. Informatics for all*. <https://www.informaticsforall.org/wp-content/uploads/2022/03/Informatics-Reference-Framework-for-School-release-February-2022.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education*, 105, 14–30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005>
- Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A. & Tsai, C.-C. (2018). The Role of Collaboration, Computer Use, Learning Environments, and Supporting Strategies in CSCL: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799–843. <https://doi.org/10.3102/0034654318791584>
- Chen, K.-S., Monrouxe, L., Lu, Y.-H., Jenq, C.-C., Chang, Y.-J., Chang, Y.-C. & Chai, P. Y.-C. (2018). Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis. *Medical Education*, 52(9), 910–924. <https://doi.org/10.1111/medu.13616>
- Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T. & Fischer, F. (2020). Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499–541. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>
- Chi, M. T. H. & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Clark-Wilson, A., Donevska-Todorova, A., Faggiano, E., Trgalova, J. & Weigand, H.-G. (Hrsg.). (2021). *Mathematics Education in the Digital Age: Learning, Practice and Theory*. Routledge.
- Cohen, F. & Hemmerich, F. (2020). *Nutzung digitaler Medien für die pädagogische Arbeit in der Kindertagesbetreuung: Kurzexpertise im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend*. www.fruehe-chancen.de/fileadmin/PDF/Fruehe_Chancen/Endfassung_Kurzexpertise_Dr._Cohen_Digitalisierung_Kindertagesbetreuung.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Cohen, F., Oppermann, E. & Anders, Y. (August 2020). *Familien & Kitas in der Corona-Zeit: Zusammenfassung der Ergebnisse*. Bamberg. Universität Bamberg. www.uni-bamberg.de/fileadmin/efp/forschung/Corona/Ergebnisbericht_finale_Version_Onlineversion.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Conein, S. (2020). *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik“ im Screening* (Wissenschaftliche Diskussionspapiere Nr. 210). Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Conrad, M., Dölker, J., Kablitz, D. & Schumann, S. (im Druck). Einsatz von Virtueller Realität in der kaufmännischen Berufsbildung: Potenziale – Befunde – Perspektiven. In S. Schumann, S. Seeber

- & S. Abele (Hrsg.), *Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Konzepte und empirische Befunde*. W. Bertelsmann Verlag.
- Cordes, A.-K., Hartig, F. & Egert, F. (2020). Metaanalyse zu Nutzung und Wirkung digitaler E-Books zur Sprachförderung in Kindertageseinrichtungen. In Staatsinstitut für Frühpädagogik (Hrsg.), *Bildung, Erziehung, Betreuung von Kindern in Bayern* (IFP-Infodienst; Nr. 25, S. 30–33). München: Staatsinstitut für Frühpädagogik (IFP).
- Cramer, C. (2020). Meta-Reflexivität in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 204–214). Julius Klinkhardt.
- D'Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Bernard, R., Borokhovski, E. & Haertel, G. (2014). *Simulations for STEM learning: Systematic review and meta-analysis*. SRI International.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E. & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>
- Dehnpostel, P. (2021). Digitalisierung verändert den Lernort Betrieb. In S. Baron, P.-M. Dick & R. Zitzelsberger (Hrsg.), *weiterbilden#weiterdenken: Den Strukturwandel in der Metall- und Elektroindustrie durch berufliche Weiterbildung gestalten* (S. 117–139). wbv Publikation.
- Deimann, M., Neuman, J. & Muuß-Merholz, J. (2015, 1. März). *Whitepaper Open Educational Resources (OER) an Hochschulen in Deutschland: Bestandsaufnahme und Potenziale 2015*. open-educational-resources.de – Transferstelle für OER. <https://open-educational-resources.de/wp-content/uploads/Whitepaper-OER-Hochschule-2015.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Dengler, K. & Matthes, B. (2015). *Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland*. IAB-Forschungsbericht Bd. 11/2015. <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb1115.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Dengler, K. & Matthes, B. (2018). Digitalisierung in Deutschland: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und die möglichen Folgen für die Beschäftigung. In R. Dobischat, B. Käßlinger, G. Molzberger & D. Münk (Hrsg.), *Bildung und Arbeit. Bildung 2.1 für Arbeit 4.0?* (S. 49–62). Springer.
- Dertinger, A. (2021). Medienpädagogische Professionalisierung von Lehrpersonen in einer mediatisierten Welt: Der Habitus als Bindeglied zwischen gesellschaftlichen Anforderungen und pädagogischem Medienhandeln. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 16, 1–27. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb16/2021.01.10.X>
- Deutscher Bundestag - Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt (2021). *Bericht der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt: Unterrichtung der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt*. Drucksache 19/30950 v. 22.06.2021. Deutscher Bundestag. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/309/1930950.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Dirks, S. & Linke, H. (2019). Assistive Technologien. In I. Bosse, J.-R. Schluchter & I. Zorn (Hrsg.), *Handbuch Inklusion und Medienbildung* (S. 241–251). Beltz Juventa.
- Döbeli Honegger, B. (2021). Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung (BzL)*, 39(3), 411–422.
- Downes, T. & Looker, D. (2011). Factors that influence students' plans to take computing and information technology subjects in senior secondary school. *Computer Science Education*, 21(2), 175–199. <https://doi.org/10.1080/08993408.2011.579811>
- Egert, F., Hartig, F. & Cordes, A.-K. (2022). Metaanalyse zur Wirksamkeit von Bildungs- und Förderaktivitäten mit digitalen Medien in Kindertageseinrichtungen. *Frühe Bildung*, 11(2), 73–84. <https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000562>
- Egloffstein, M., Heilig, T. & Ifenthaler, D. (2019). Entwicklung eines Reifegradmodells der Digitalisierung für Bildungsorganisationen. In E. Wittmann, D. Frommberger & U. Weyland (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2019* (S. 31–44). Verlag Barbara Budrich. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-184344>
- Ehlers, U.-D. (2020). *Future Skills. Zukunft der Hochschulbildung - Future Higher Education*. Springer.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Varenhold, J. (Hrsg.). (2019). *ICILS 2018 - Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Computational Thinking*. Waxmann. https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18166/pdf/Eickelmann_et_al_2019_ICILS_2018_Deutschland.pdf <https://doi.org/10.25656/01:18166>

- Eickelmann, B. & Gerick, J. (2018). Herausforderungen und Zielsetzungen im Kontext der Digitalisierung von Schule und Unterricht (II): Fünf Dimensionen der Schulentwicklung zur erfolgreichen Integration digitaler Medien. *Schulverwaltung. Nordrhein-Westfalen*, 29(4), 111–115.
- Eickelmann, B., Lorenz, R., Endberg, M. & Domke, M. (2021). Digitalisierungsbezogene Fortbildung und professionelle Lerngelegenheiten von Lehrpersonen der Sekundarstufe I in Deutschland und im Bundesländervergleich. In R. Lorenz, S. Yotyodying, B. Eickelmann & M. Endberg (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2021: Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017* (S. 187–210). Waxmann.
- Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2017). Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries. *European Educational Research Journal*, 16(6), 733–761. <https://doi.org/10.1177/1474904117725899>
- Endberg, M. (2019). *Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: Eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung*. Waxmann.
- Endberg, M. & Lorenz, R. (2016). Selbsteinschätzung medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital - der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 180–208). Waxmann.
- Endberg, M. & Lorenz, R. (2017). Selbsteinschätzung medienbezogener Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Bundesländervergleich und im Trend von 2016 bis 2017. In R. Lorenz, W. Bos, M. Endberg, B. Eickelmann, S. Grafe & J. Vahrenhold (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2017: Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und Trends von 2015 bis 2017* (S. 151–177). Waxmann.
- Endberg, M., Lorenz, R. & Senkbeil, M. (2015). Einstellungen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, H. Schaumburg, R. Schulz-Zander & M. Senkbeil (Hrsg.), *Schule digital - der Länderindikator 2015: Vertiefende Analysen zur schulischen Nutzung digitaler Medien im Bundesländervergleich* (S. 95–140). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830984009>
- Engel, L.-I., Endberg, M. & van Ackeren, I. (2021). *Expertise zur Situation der Fortbildungs- und Unterstützungssysteme für Schulentwicklung im Kontext der Digitalisierung in Deutschland: Bundesweite Ergebnisse und grundlegende Einschätzungen aus dem Forschungsprojekt „ForUSE-digi“ im Rahmen des Metavorhabens „Digitalisierung im Bildungsbereich“*. Essen. Universität Duisburg-Essen.
- Euler, D. (1998). Berufliches Lernen im Wandel – Konsequenzen für die Lernorte? In *Dokumentation des 3. Forums Berufsbildungsforschung 1997 an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg* (S. 111–118). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).
- Euler, D. (1999). *Lernortkooperation in der beruflichen Bildung. Stand und Perspektiven aus Sicht wirtschaftspädagogischer Forschung*. Beltz. <https://doi.org/10.25656/01:8520>
- Euler, D. & Frank, I. (2021). Strukturmodelle in der Berufsausbildung - Zwischen stillen Veränderungen und lauten Widerständen. In *Schlüsselthemen der beruflichen Bildung in Deutschland: Ein historischer Überblick zu wichtigen Debatten und zentralen Forschungsfeldern* (S. 200–215). Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Euler, D. & Severing, E. (2019). *Berufsbildung für eine digitale Arbeitswelt: Fakten, Gestaltungsfelder, offene Fragen*. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2019003>
- European Commission. (2020, 30. September). *Digital Education action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age (Commission Staff Working Document)*.
- Evans, M. & Hilbert, J. (2019). Von KI in der Pflege zu KI für die Pflege. In J. Lange & G. Wegner (Hrsg.), *Beruf 4.0: Eine Institution im digitalen Wandel* (S. 175–194). Nomos.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (2022). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2022*. Berlin. www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Gutachten/2022/EFI_Gutachten_2022.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Fachkommission nach § 53 Pflegeberufegesetz (2019). *Rahmenpläne der Fachkommission nach § 53 PflBG*. https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a26_rahmenplaene-pflegeausbildung.pdf

- Farjon, D., Smits, A. & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers & Education*, 130, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010>
- Fehling, C. D. (2017). Neue Lehr- und Lernformen in der Ausbildung 4.0. Social Augmented Learning in der Druckindustrie. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 46(2), 30–33.
- Felder, A., Duemmler, K. & Caprani, I. (2021). Restrictive and expansive participation in companies' activities: A case study of bricklaying and automation technology apprentices in Switzerland. *Journal of Education and Work*, 34(1), 53–66. <https://doi.org/10.1080/13639080.2020.1858231>
- FernUniversität in Hagen (2020). *Lernen neu denken: Das Hagerer Manifest zu New Learning*. www.fernuni-hagen.de/imperia/md/content/universitaet/hagenermanifest/hagener-manifest.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Fiorella, L. & Mayer, R. E. (2016). Eight Ways to Promote Generative Learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Fischer, F., Kollar, I., Stegmann, K. & Wecker, C. (2013). Toward a Script Theory of Guidance in Computer-Supported Collaborative Learning. *Educational Psychologist*, 48(1), 56–66. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.748005>
- Fischer, F. & Opitz, A. (2022). *Learning to Diagnose with Simulations*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89147-3>
- Fishman, B., Konstantopoulos, S., Kubitskey, Beth, W., Vath, R., Park, G., Johnson, H. & Edelson, Daniel, C. (2013). Comparing the Impact of Online and Face-to-Face Professional Development in the Context of Curriculum Implementation. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 426–438. 10.1177/0022487113494413
- Fisseler, B. (2015). Universal Design im Kontext von Inklusion und Teilhabe: Internationale Eindrücke und Perspektiven. *Recht & Praxis der Rehabilitation*, 2, 45–51.
- Fittkau, L. (2017). *Roboter Pepper gibt Vorlesung*. Deutschlandfunk. www.deutschlandfunk.de/unimburg-roboter-pepper-gibt-vorlesung-100.html (aufgerufen am 18.08.2022)
- Franke, D. & Sachse, H. (September 2021). *Überbetriebliche Unterweisung im Handwerk: Zahlen und Analysen zur Inanspruchnahme im Jahr 2020*. Hannover. Deutsches Handwerksinstitut. https://hpi-hannover.de/dateien/Schulungsquoten/Inanspruchnahme_UELU_2020.pdf?m=1632901230& (aufgerufen am 18.08.2022)
- Friedrichs-Liesenkötter, H. (2019). Wo Medienbildung draufsteht, steckt nicht unbedingt Medienbildung drin: Eine Dokumentenanalyse von Bildungsplänen und Curricula in Ausbildung und Studium zur frühkindlichen Medienbildung und -erziehung. *Medienimpulse*, 57(1), 1–47. <https://journals.univie.ac.at/index.php/mp/article/view/mi1318/1461> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Fütterer, T., Scheiter, K., Cheng, X. & Stürmer, K. (2022). Quality beats frequency? Investigating students' effort in learning when introducing technology in classrooms. *Contemporary Educational Psychology*, 69, Artikel 102042. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102042>
- Gabler Wirtschaftslexikon: *Cyberphysische Systeme* (2021, 13. Juli). <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cyber-physische-systeme-54077/version-384624> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F. & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945.
- Gärtig-Daug, A., Werner, A. & Schmid, U. [Ute] (2019). „Wie funktioniert das?“ – Informatische Konzepte in der Vor- und Grundschule spielerisch begreifen und anwenden. In A. Pasternak (Hrsg.), *Informatik für alle* (S. 377). Gesellschaft für Informatik (GI). <https://doi.org/10.18420/infos2019-f5>
- Geiser, P., Seeber, S., Busse, J., Schumann, M., Lange, A., Weber, S., Achtenhagen, F., Hiller, F., Zarnow, S. & Hackenberg, T. (2021). Kompetenzfacetten in digitalisierten kaufmännischen Arbeitsplatzsituationen – Eine vergleichende Perspektive von Auszubildenden und Lehrkräften. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 117(4), 630–657. <https://doi.org/10.25162/ZBW-2021-0024>
- Geldreich, K. (2021). Kleine Coder. Projekt AlgoKids: So gelingt Programmieren in der Grundschule. *c't*, 16, 138. <https://www.heise.de/select/ct/2021/16/2116508344670467415>
- Gensicke, M., Bechmann, S., Kohl, M., Garcia-Wülfing, I., Härtel, M. & Schley, T. (2020). *Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen: Eine Folgeuntersuchung. Wissenschaftliche Diskussionspapiere: Heft 220*. Verlag Barbara Budrich. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0035-0871-2>

- Gerholz, K.-H., Schlottmann, P., Faßhauer, U., Gillen, J. & Bals, T. (2022). *Erfahrungen und Perspektiven digitalen Unterrichtens und Entwickelns an beruflichen Schulen*. Berlin. Bundesverband der Lehrkräfte für Berufsbildung e. V.
- Gerick, J. & Eickelmann, B. (Februar 2017). *Abschlussbericht im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Evaluation des Projekts „Lernen mit digitalen Medien“ in Schleswig-Holstein*. Universität Hamburg und Universität Paderborn. https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin/fakultaet/Institute/erziehungswissenschaft/Schulpaedagogik/PDF/Abschlussbericht_Evaluation_Modellschulen_Gerick_Eickelmann_Feb2017.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gerick, J., Eickelmann, B. & Labusch, A. (2019). Schulische Prozesse als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 173–203). Waxmann.
- Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) (2018). *Ergänzende Wege der Professionalisierung von Lehrkräften: Positionspapier der GFD zur Problematik des Quer- und Seiteneinstiegs*.
- Gesellschaft für Informatik e. V. (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I* (Beilage zu LOG IN, 28. Jg., Heft Nr. 150/151). Bonn. https://informatikstandards.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatikstandards/Dokumente/bildungsstandards_2008.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gesellschaft für Informatik (GI) (2016a). *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*. (Beilage zu LOG IN, 36. Jg., Heft Nr. 183/184). Bonn. https://informatikstandards.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatikstandards/Dokumente/Bildungsstandards_SII.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gesellschaft für Informatik (GI) (März 2016b). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Bonn. https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Dagstuhl/Dagstuhl-Erklaerung_2016-03-23.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gesellschaft für Informatik (GI) (2019, 7. Februar). *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich* (Beilage zu LOG IN, 39. Jg., Heft Nr. 191/192). Bonn.
- Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK) (2017, 30. Mai). *Kinder im Mittelpunkt: Frühe Bildung und Medien gehören zusammen: Positionspapier der GMK-Fachgruppe Kita*. https://www.gmk-net.de/wp-content/t3archiv/fileadmin/pdf/gmk_medienbildung_kita_positionspapier.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gilch, H., Beise, A. S., Krempkow, R., Müller, M., Stratmann, F. & Wannemacher, K. (2019). *Digitalisierung der Hochschulen: Ergebnisse einer Schwerpunktstudie für die Expertenkommission Forschung und Innovation*. Studien zum deutschen Innovationssystem: Nr. 2019, 14. Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). <http://hdl.handle.net/10419/194284> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Gilch, H., Book, A. & Wannemacher, K. (2021). Kooperationen zur Digitalisierung in Lehre, Forschung und Verwaltung an den Hochschulen: Sekundärauswertung einer bundesweiten Erhebung. In *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke* (S. 125–138). Springer VS.
- Gilch, H., Jungermann, I. & Wannemacher, K. (2021). Modellierung einer digitalen Hochschule post Corona. Einflüsse und Nachwirkungen der pandemiebedingten Transformation. In *Informatik 2021. Computer Science & Sustainability. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Informatik e. V. (GI)*, Berlin.
- Glaser, M. & Schwan, S. (2020). Combining verbal and visual cueing: Fostering learning pictorial content by coordinating verbal explanations with different types of visual cueing. *Instructional Science*, 48(2), 159–182. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09506-5>
- Goeze, A., Zottmann, J. M., Vogel, F., Fischer, F. & Schrader, J. (2014). Getting immersed in teacher and student perspectives? Facilitating analytical competence using video cases in teacher education. *Instructional Science*, 42(1), 91–114. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9304-3>
- Gottburgsen, A., Wannemacher, K., Wernz, J. & Willige, J. (April 2019). *Ingenieurausbildung für die digitale Transformation: Zukunft durch Veränderung. VDI-Studie*. VDI. www.ft-informatik.de/pdf/FTIV-1901-A-02m-VDI-Studie-Ingenieurausbildung-Digitale-Transformation.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)

- Gräsel, C., Mandl, H., Manhart, P. & Kruppa, K. (2000). Das BLK-Programm „Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse“. *Unterrichtswissenschaft*, 28(2), 127–143. <https://doi.org/10.25656/01:5467>
- Großer, J., Bientzle, M., Shiozawa, T., Hirt, B. & Kimmerle, J. (2019). Acquiring Clinical Knowledge from an Online Video Platform: A Randomized Controlled Experiment on the Relevance of Integrating Anatomical Information and Clinical Practice. *Anatomical Sciences Education*, 12(5), 478–484. <https://doi.org/10.1002/ase.1841>
- Großer, J., Kimmerle, J., Shiozawa, T., Hirt, B. & Bientzle, M. (2020). Observing Inter-Professional Videos: Impact of Collaboration Between Physicians and Psychologists on Attitude and Knowledge Acquisition. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 7, 1-9. <https://doi.org/10.1177/2382120520957648>
- Hackel, M. (2017). Zwischen Mensch und Maschine: Berufsbildung im digitalen Zeitalter. *Organisationsentwicklung*, 36(2), 27–31.
- Hähn, K. & Ratermann-Busse, M. (2020). Digitale Medien in der Berufsbildung – eine Herausforderung für Lehrkräfte und Ausbildungspersonal? In A. Wilmers, C. Keller, M. Rittberger & C. Anda (Hrsg.), *Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung* (S. 129–158). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:20768>
- Hämäläinen, R., Nissinen, K., Mannonen, J., Lämsä, J., Leino, K. & Taajamo, M. (2021). Understanding teaching professionals' digital competence: What do PIAAC and TALIS reveal about technology-related skills, attitudes, and knowledge? *Computers in Human Behavior*, 117, Artikel 106672. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106672>
- Hammer, M., Göllner, R., Scheiter, K., Fauth, B. & Stürmer, K. (2021). For whom do tablets make a difference? Examining student profiles and perceptions of instruction with tablets. *Computers & Education*, 166, Artikel 104147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104147>
- Hammermann, A. & Stettes, O. (2016). *Qualifikationsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung (IW Policy Paper 3/2016)*. Köln. Institut der deutschen Wirtschaft e. V. www.iwkoeln.de/storage/asset/251834/storage/master/file/8562021/download/Qualifikationsbedarf_IW_policy_paper.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Happe, L., Buhnova, B., Koziolok, A. & Wagner, I. (2021). Effective Measures to Foster Girls' Interest in Secondary Computer Science Education. *Educational and Information Technologies*, 26, 2811–2829.
- Hardwig, T. & Weißmann, M. (2021). Das Arbeiten mit Kollaborationsplattformen – Neue Anforderungen an die Arbeitsgestaltung und interessenpolitische Regulierung. In S. Mütze-Niewöhner, W. Hacker, T. Hardwig, S. Kauffeld, E. Latniak, M. Nicklich & U. Pietrzyk (Hrsg.), *Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt* (S. 203–224). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62231-5_10
- Härtel, M., Averbek, I., Brüggemann, M., Breiter, A., Howe, F. & Sander, M. (2018). *Medien- und IT-Kompetenz als Eingangsvoraussetzung für die berufliche Ausbildung: Synopse* (Wissenschaftliche Diskussionspapiere Nr. 193). Bonn. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Härtel, M., Brüggemann, M., Sander, M., Breiter, A., Howe, F. & Kupfer, F. (November 2017). *Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung - Medienaneignung und Mediennutzung in der Alltagspraxis von betrieblichem Ausbildungspersonal: Forschungsprojekt*. Bonn. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). https://www.bibb.de/dienst/dapro/daprodocs/pdf/eb_32305.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Hauptausschuss des Bundesinstituts für Berufsbildung. (2009, 25. Juni). *Empfehlung des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung zum Rahmenplan für die Ausbildung der Ausbilder und Ausbilderinnen*. Bonn. <https://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA135.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Helbig, C., Egloffstein, M., Hofhues, S. & Ifenthaler, D. (2020). Förderung beruflicher Medienkompetenzen in einer vernetzten Bildungsorganisation: Konzeption und Perspektiven aus der wissenschaftlichen Begleitung des Verbundprojekts #ko.vernetzt. In B. Ziegler & R. Tenberg (Hrsg.), *Berichte zur beruflichen Bildung. Berufsbildung 4.0.: Steht die berufliche Bildung vor einem Umbruch?* (S. 74–90). Barbara Budrich.
- Hellermann, C., Gold, B. & Holodynski, M. (2015). Förderung von Klassenführungsfähigkeiten im Lehramtsstudium: Die Wirkung der Analyse eigener und fremder Unterrichtsvideos auf das

- strategische Wissen und die professionelle Wahrnehmung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47, 97–109. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000129>
- Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptionalisierung. In K. Hellmann (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung. Theorien, Modelle und Empirische Befunde* (S. 9–30). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_2
- Hemmerich, F., Erdem-Möbius, H., Burghardt, L. & Anders, Y. (2021). Reasons Given by ECEC Professionals for (Not) Being in Contact With Parents During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–21. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.701888>
- Hiebert, J. & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester (Hrsg.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 371–404). Information Age.
- Hintze, P., Auferkorte-Michaelis, N., van Ackeren, I. & Lamprecht, M. (im Erscheinen). Gemeinsam Lehren und Lernen gestalten: Ein Werkstattbericht zur Strategieentwicklung an der Universität Duisburg-Essen. In R. Stang & A. Becker (Hrsg.), *Lernwelt Hochschule 2030: Konzepte und Strategien für eine zukünftige Entwicklung*. De Gruyter Saur.
- Hochschulforum Digitalisierung. (2016). *The Digital Turn – Hochschulbildung im digitalen Zeitalter* (Arbeitspapier Nr. 27). Berlin.
- Hochschulforum Digitalisierung. (2021). *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8>
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2021a, 16. März). *Gute Rahmenbedingungen für Studium und Lehre*. Entschließung des Senats der HRK am 16. März 2021. Berlin/Bonn. <https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/gute-rahmenbedingungen-fuer-studium-und-lehre/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2021b, 8. Juni). *Momentum der Digitalisierung nutzen: Forderungen an Bund und Länder zur Weiterentwicklung der digitalen Lehrinfrastrukturen*. Entschließung des HRK-Senats vom 08.06.2021. Berlin/Bonn. https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/2021-06-08_HRK-S-Entschliessung_zu_digitalen_Lehrinfrastrukturen.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2022, 22. März). *Lehrer:innenbildung in einer digitalen Welt*. Entschließung des 150. Senats der HRK am 22. März 2022. Berlin/Bonn. https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/2022-03-22_HRK-S-Entschliessung_Digitalisierung_Lehrerbildung.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Hofmann, Y., Salmen, N., Stürz, R. A., Schlude, A., Putfarken, H., Reimer, M. & Classe, F. (2021). *Die Pandemie als Treiber der digitalen Transformation der Hochschulen?* (bidt Analysen und Studien Nr. 5). München. Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt). <https://doi.org/10.35067/XYPQ-KN65>
- Hollmann, C., Kiedrowski, M. von, Lorig, B. & Schürger, B. (2022). *Das Prüfungswesen in der digitalen Transformation: Status quo und Entwicklungsperspektiven*. Bonn. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). https://www.bibb.de/dienst/dapro/daprodocs/pdf/eb_22334.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Huang, Y., Richter, E., Kleickmann, T. & Richter, D. (2021). Virtual Reality in Teacher Education From 2010 to 2020: A Review of Program Implementation, Intended Outcomes, and Effectiveness Measures. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.35542/osf.io/ye6uw>
- Hughes, J., Thomas, R. & Scharber, C. (2006). Assessing technology integration: the RAT – replacement, amplification, and transformation – framework. In Association for the Advancement of Computing in Education (Hrsg.), *Proceedings of SITE 2006 – Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (S. 1616–1620). AACE.
- Hülsken-Giesler, M. (2015). Neue Technologien in der Pflege: Wo stehen wir - was ist zu erwarten? In U. Gräske (Hrsg.), *Intelligente Technik in der beruflichen Pflege: Von den Chancen und Risiken einer Pflege 4.0* (S. 10–13). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Hülsken-Giesler, M. & Daxberger, S. (2018). Robotik in der Pflege aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegedroiden* (S. 125–139). Springer Gabler.
- Humbert, L., Herper, H., Best, A., Borowski, C., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Hinz, V., Müller, D., Schwill, A. & Thomas, M. [Marco] (2019). Empfehlungen der GI – Kompetenzen für

- informatische Bildung im Primarbereich. In A. Pasternak (Hrsg.), *Informatik für alle* (S. 237–245). Gesellschaft für Informatik e. V. (GI). <https://doi.org/10.18420/INFOS2019-C9>
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S. & Thyssen, C. (2019). Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *MNU Journal*, 72(5), 358–364.
- Ifenthaler, D. & Yau, J. Y.-K. (2021). Learning Analytics zur Unterstützung von Lernerfolg. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 319–339). Franz Steiner Verlag.
- Illomäki, L. & Lakkala, M. (2018). Digital technology and practices for school improvement: innovative digital school model. *Research and practice in technology enhanced learning*, 13(1), Artikel 25. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0094-8>
- Institute for the Future. (2011). *Future Work Skills 2020*. Palo Alto, CA.
- Iske, S. & Fromme, J. (2021). Diskussionsfelder der Medienpädagogik: Informelles Lernen mit digitalen Medien. In U. Sander, F. Gross & K.-U. Hugger (Hrsg.), *Handbuch Medienpädagogik* (2. Aufl.). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25090-4_87-1
- Jansen, M., Schroeders, U. & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.12.003>
- Jelley, F., Sylva, K. & Ortis Villalobos, V. (2019). Supporting children's learning at home through smartphone apps for parents. In N. Kucirkova, J. Rowsell & G. Falloon (Hrsg.), *The Routledge international handbook of learning with technology in early childhood* (S. 324–337). Routledge.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E. & Jo, K. (2019). Ten years of Computer-Supported Collaborative Learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational Research Review*, 28, 100284. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>
- Jürgensen, A. (2019). *Pflegehilfe und Pflegeassistent: Ein Überblick über die landesrechtlichen Regelungen für die Ausbildung und den Beruf*. Fachbeiträge im Internet. Barbara Budrich.
- Kafai, Y. B. & Burke, Q. (2014). *Connected code: Why children need to learn programming*. MIT Press.
- Kamin, A.-M. (Mai 2021). Teilhabechancen und Exklusionsrisiken: Digitale Bildung unter der Perspektive von Inklusion: Inklusion - Medien - Inklusive Medienbildung. In GEW (Hrsg.), *Digitalisierung zwischen Teilhabe und Spaltung*. Symposium im Rahmen der Tagung von GEW.
- Kammerl, R. (2019). Bildung im digitalen Wandel: Welche Bildungsgelegenheiten bietet das Bildungssystem? *DDS – Die Deutsche Schule*, 111(4), 422–434. <https://doi.org/10.31244/dds.2019.04.05>
- Kammerl, R., Lorenz, R. & Endberg, M. (2016). Medienbezogene Fortbildungsaktivitäten von Lehrkräften in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital - der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 209–235). Waxmann.
- Karafyllis, N. C. (2019). Soziotechnisches System. In K. Liggieri & O. Müller (Hrsg.), *Mensch-Maschine-Interaktion: Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik* (S. 300–303). J. B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05604-7_56
- Kärner, T., Goller, M. & Maier, A. (im Druck). Augmented Reality Anwendungen in betrieblichen Aus- und Weiterbildungskontexten: Ein integratives Literaturreview. In S. Schumann, S. Seeber & S. Abele (Hrsg.), *Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Konzepte und empirische Befunde*. W. Bertelsmann Verlag.
- Kehrer, M. & Thillosen, A. (2021). Hochschulbildung nach Corona – ein Plädoyer für Vernetzung, Zusammenarbeit und Diskurs. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Wie Corona die Hochschullehre verändert* (S. 51–70). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32609-8_4
- Kennedy, M. M. (2016). How Does Professional Development Improve Teaching? *Review of Educational Research*, 86(4), 945–980. <https://doi.org/10.3102/0034654315626800>
- Kerres, A. & Wissing, C. (2021). Lernortkooperation gemeinsam gestalten. *Pflegezeitschrift*, 74(7), 44–46. <https://doi.org/10.1007/s41906-021-1064-0>
- Kleemann, F. C. & Glas, A. H. (2017). *Einkauf 4.0: Digitale Transformation der Beschaffung*. Springer Gabler.
- Kleinhaus, J. (2018). *IT-gestützte Werkzeuge zur Kompetenzmessung: Ausgewählte Ansätze vom adaptiven Test bis zum Unternehmensplanspiel*. wbv Publikation.

- Klemm, K. (2022, 25. Januar). *Entwicklung von Lehrkräftebedarf und -angebot in Deutschland bis 2030*. Berlin. Verband Bildung und Erziehung. https://www.vbe.de/fileadmin/user_upload/VBE/Ser-vice/Meinungsumfragen/22-02-02_Expertise-Lehrkraeftebedarf-Klemm_-_final.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Klotz, V. K. & Winther, E. (2012). Kompetenzmessung in der kaufmännischen Berufsausbildung: Zwischen Prozessorientierung und Fachbezug. Eine Analyse der aktuellen Prüfungspraxis. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online*, 22. http://www.bwpat.de/ausgabe22/klotz_winter_bwpat22.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Knauf, H. (Oktober 2019). *Digitalisierung in Kindertageseinrichtungen: Ergebnisse einer Fragebogenerhebung zum aktuellen Stand der Nutzung digitaler Medien* (Bielefeld working paper Nr. 3). Bielefeld. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-179992>
- Knezek, G. & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9120-2>
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (Hrsg.). (2016). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators*. Taylor and Francis.
- Kommer, S. & Biermann, R. (2012). Der mediale Habitus von (angehenden) LehrerInnen. Medienbezogene Dispositionen und Medienhandeln von Lehramtsstudierenden. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (S. 81–108). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_5
- Koschel, W. & Weyland, U. (2017). Situiertes Lernen durch Serious Games in der beruflichen Bildung am Beispiel der Pflegeberufe. *Berufsbildung*, 71(163), 40–42.
- Koschel, W. & Weyland, U. (2019). Das Potenzial digitaler Medien im Unterricht. *Pflegezeitschrift*, 72(4), 42–44. <https://doi.org/10.1007/s41906-019-0035-1>
- Kramer, C., König, J., Kaiser, G., Ligvoet, R. & Blömeke, S. (2017). Der Einsatz von Unterrichtsvideos in der universitären Ausbildung: Zur Wirksamkeit video- und transkriptgestützter Seminare zur Klassenführung auf pädagogisches Wissen und situationsspezifische Fähigkeiten angehender Lehrkräfte. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 20, 137–164. <https://doi.org/10.1007/s11618-017-0732-8>
- Kreulich, K., Zitzmann, C., Zinger, B., Alberternst, C., Bröker, T., Deutschmann, A., Donat, S., Fersers, S., Fink, J., Haubner, J., Helten, A.-K., Khattar, D., Lipot, S., Merz, F., Mosthaf, J., Weidhaas, T. & Winkler, K. (2021). *Corona-Bilanz. Studieren. Lehren. Prüfen. Verändern: Studie an den bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften Sommersemester 2021*. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:92-opus4-7935> <https://doi.org/10.34646/thn/ohmdok-793>
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2013, 10. Oktober). *Empfehlung zur Optimierung und Vereinheitlichung der schulischen Angebote im Übergangssystem: „Lebenschancen eröffnen - Qualifikationspotenziale ausschöpfen - Übergänge gestalten“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2013. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2013/2013_10_10-Uebergangssystem.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2017, 7. Dezember). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019a). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019b, 16. Mai). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2020a, 12. März). *Ländergemeinsame Eckpunkte zur Fortbildung von Lehrkräften als ein Bestandteil ihrer Professionalisierung in der dritten Phase der Lehrerbildung*.

- Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2020. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_03_12-Fortbildung-Lehrkraefte.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2020b, 18. Juni). *Rahmenlehrplan für die Fachschule für Sozialpädagogik*: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-RVFS-RLP-Sozpaed.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2021a, 11. November). *Eckwerte zur Zusammenarbeit der auf Landesebene jeweils für die Lehrkräftefortbildung oder Erstellung von didaktischem Material zuständigen Stellen in der beruflichen Bildung betreffend die Umsetzung der Rahmenlehrpläne und des Lernfeldkonzeptes im Dualen System sowie zur Realisierung eines „Portal für berufliche Bildung“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 11.11.2021. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_11_11-Duales-System-Portal-Beruf-Bild.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2021b, 9. Dezember). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2022, 24. März). *Gemeinsamer Rahmen der Länder für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen*. Beschluss der JMK vom 13./14.05.2004 und Beschluss der KMK vom 03./04.06.2004 i. d. F. vom 06.05.2021 (JFMK) und 24.03.2022 (KMK). Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_06_03-Fruehe-Bildung-Kindertageseinrichtungen.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Kunter, M., Klusmann, U. & Baumert, J. (2009). Professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Das COACTIV-Modell. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, D. Beck, R. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität - Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 153–165). Beltz.
- Lachner, A., Burkhart, C. & Nückles, M. (2017). Formative computer-based feedback in the university classroom: Specific concept maps scaffold students' writing. *Computers in Human Behavior*, 72, 459–469. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.008>
- Lachner, A., Fabian, A., Franke, U., Preiß, J., Jacob, L., Führer, C., Kuchler, U., Paravicini, W., Randler, C. & Thomas, P. (2021). Fostering pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): A quasi-experimental field study. *Computers & Education*, 174, Artikel 104304. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104304>
- Lachner, A., Hoogerheide, V., van Gog, T. & Renkl, A. (2021). Learning-by-Teaching Without Audience Presence or Interaction: When and Why Does it Work? *Educational Psychology Review*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09643-4>
- Lachner, A., Scheiter, K. & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 67–75). Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Ladwig, T., Arndt, C. & Djabarian, Y. (2020, 19. Februar). *Vernetzung von Netzwerken in digitalen Zeiten* (Diskussionspapier Nr. 8). Hochschulforum Digitalisierung (HFD). https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Diskussionspapier8_Vernetzung_von_Netzwerken_in_digitalen_Zeiten.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Låg, T. & Sæle, R. G. (2019). Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*, 5(3), 1–17. <https://doi.org/10.1177/2332858419870489>
- Lang, A. (2021). Digitalisierung in der Kita – Bildung und Teilhabe für alle Kinder! In M. Wunder (Hrsg.), *Digitalisierung und Soziale Arbeit. Transformationen und Herausforderungen* (S. 172–188). Julius Klinkhardt.
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lee, H. W. (2015). Does Touch-based Interaction in Learning with Interactive Images Improve Students' Learning? *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(4), 731–735. <https://doi.org/10.1007/s40299-014-0197-y>

- Lee, Y.-M., Jahnke, I. & Austin, L. (2021). Mobile microlearning design and effects on learning efficacy and learner experience. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 885–915. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09931-w>
- Link, N. & Geißel, B. (2015). Konstruktvalidität konstruktiver Problemlösefähigkeit bei Elektronikern für Automatisierungstechnik. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 111(2), 208–221.
- Link, N. & Nepper, H. H. (2021). Über das TPACK-Professionswissen angehender Lehrkräfte zum Einsatz digitaler Medien im Technikunterricht. *Journal of Technical Education*, 9(2), 142–167. <https://doi.org/10.48513/JOTED.V9I2.215>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten*. Gütersloh. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2020080>
- Lorenz, R., Endberg, M. & Bos, W. (2019). Predictors of fostering students' computer and information literacy – analysis based on a representative sample of secondary school teachers in Germany. *Education and Information Technologies*, 24(1), 911–928. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9809-0>
- Lorenz, R., Yotyodying, S., Eickelmann, B. & Endberg, M. (Hrsg.). (2021). *Schule digital – der Länderindikator 2021: Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017*. Waxmann.
- Lübcke, M., Bosse, E., Book, A. & Wannemacher, K. (2022). *Zukunftskonzepte in Sicht? Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die strategische Hochschulentwicklung* (Arbeitspapier Nr. 63). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD). [https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD AP 63 Zukunftskonzepte in Sicht Corona HIS-HE.pdf](https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_63_Zukunftskonzepte_in_Sicht_Corona_HIS-HE.pdf) (aufgerufen am 18.08.2022)
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C. & Liu, Q. (2014). Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106, 901–918. <https://doi.org/10.10237/a0037123>
- Maheu-Cadotte, M.-A., Cossette, S., Dubé, V., Fontaine, G., Lavallée, A., Lavoie, P., Mailhot, T. & Deschênes, M.-F. (2020). Efficacy of Serious Games in Healthcare Professions Education: A Systematic Review and Meta-analysis. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 16(3), 199–212. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000512>
- Mayer, R. E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R. F. & Baki, M. (2013). The Effectiveness of Online and Blended Learning: A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Teachers College Record*, 115(3).
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. (Oktober 2021). *miniKIM 2020 - Kleinkinder und Medien: Basisuntersuchung zum Medienumgang 2- bis 5-Jähriger*. Stuttgart.
- Meier, C., Seufert, S. & Guggemos, J. (2019). Arbeitswelt 4.0 und Smart Machines: Augmentation als Herausforderung für die Personalentwicklung. *HDM Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 56(4), 823–839.
- Meiners, H., Hartmann, P., Niegemann, H., Seeber, S., Wuttke, E. & Schumann, M. (im Druck). Digitale Medienkompetenz von Lehr- und Prüfungspersonal als Voraussetzung für die Erstellung technologiebasierter authentischer Lern- und Prüfungsaufgaben. In S. Schumann, S. Seeber & S. Abele (Hrsg.), *Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Konzepte und empirische Befunde*. W. Bertelsmann Verlag.
- Menon, S. S. (2021). *ARiSE – Augmented Reality in Surgery and Education* [Dissertation]. Wright State University, Dayton, Ohio. https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=wright1626967290537148&disposition=inline (aufgerufen am 18.08.2022)
- Menon, S. S., Wischgoll, T., Farra, S. & Holland, C. (2021). Using Augmented Reality to Enhance Nursing Education. In Society for Imaging Science and Technology, *International Symposium on Electronic Imaging*.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Meyer, J., Jansen, T., Fleckenstein, J., Keller, S. & Köller, O. (2020). Machine Learning im Bildungskontext: Evidenz für die Genauigkeit der automatisierten Beurteilung von Essays im Fach Englisch. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 1–12. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000296>

- Michel, A., Baumgartner, P., Brei, C., Hesse, F. W., Kuhn, S., Pohlenz, P., Quade, S., Seidl, T. & Spinath, B. (Mai 2018). *Framework zur Entwicklung von Curricula im Zeitalter der digitalen Transformation* (Diskussionspapier Nr. 01). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD).
- Michel, L. P. (März 2015). *Digitales Prüfen und Bewerten im Hochschulbereich* (Arbeitspapier Nr. 1). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD).
- Mink, J., Hasseler, M., Siket, A., Lezhnina, O., Vasse, F., Zrinyi, M., Mol, S., Pajic, S., Kismihók, G. & Keszler, Á. (2021, 28. Oktober). *The Nursing AI framework for technology-related competencies for nursing practice (TCNP)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5607242>
- Mischak, R., Schnalzer, B., Alcalde, B. & Bruin, J. de. (2020). KI-gestütztes Wundmanagement. In M. A. Pfannstiel, F. Holl & W. J. Swoboda (Hrsg.), *mHealth-Anwendungen für chronisch Kranke* (S. 87–105). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29133-4_6
- Monitor Lehrerbildung (2020). *Curriculare Verankerung von Inhalten zu Medienkompetenz in einer digitalen Welt*. <https://www.monitor-lehrerbildung.de/web/diagramm/hsfragekurz10> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Monitor Lehrerbildung (November 2021). *Lehrkräfte vom ersten Semester an für die digitale Welt qualifizieren*. Policy Brief November 2021. https://www.monitor-lehrerbildung.de/export/sites/default/Content/Downloads/Monitor-Lehrerbildung_Digitale-Welt_Policy-Brief-2021.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Mornhinweg, N. (2018). Intelligente Chatbots im Gesundheitswesen – Prozessoptimierung im Gesundheitsbereich, von der Dienstleistung bis hin zum Controlling. In M. A. Pfannstiel & S. Straub (Hrsg.), *Dienstleistungscontrolling in Gesundheitseinrichtungen: Aktuelle Beiträge aus Wissenschaft und Praxis* (S. 143–160). Springer Gabler.
- Mußmann, F., Hardwig, T., Riethmüller, M. & Klötzer, S. (September 2021). *Digitalisierung im Schulsystem 2021: Arbeitszeit, Arbeitsbedingungen, Rahmenbedingungen und Perspektiven von Lehrkräften in Deutschland*. Ergebnisbericht. Göttingen. Kooperationsstelle Hochschulen und Gewerkschaften der Georg-August-Universität Göttingen. <https://doi.org/10.3249/ugoe-publ-10>
- Neuß, N. (2009). Medienpädagogische Entgegnungen – Eine Auseinandersetzung mit den populären Auffassungen von Prof. Spitzer aus Sicht der Elementarbildung. In J. Lauffer & R. Röllecke (Hrsg.), *Kinder im Blick. Medienkompetenz statt Medienabstinenz* (Bd. 4, S. 15–35). kopaed.
- Niedersächsisches Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung. (2019, 15. Juni). *Weiterbildung Informatik: Im Sekundarbereich I*. Hildesheim. https://bildungsportal-niedersachsen.de/fileadmin/7_Fort-und_Weiterbildung/Weiterbildungen/Informatik/Konzeption_WBM_Informatik_Sek_I_Nibis_Mai_2021.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Harris, N. R., Sanders, T., Parker, P., Del Pozo Cruz, B. & Lonsdale, C. (2021). Multimedia Design for Learning: An Overview of Reviews With Meta-Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 92(3), 413-454. <https://doi.org/10.3102/00346543211052329>
- Norwig, K., Güzel, E., Hartmann, S. & Gschwendtner, T. (2021). „Tools to tap into the content of human minds“: Think-Aloud-Interviews und Cognitive Labs als zentrale Bausteine zur Identifikation von Barrieren in Fehlerdiagnoseprozessen bei Auszubildenden des Kfz-Handwerks und zur Entwicklung adressatenspezifischer Lehr-/Lernarrangements. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 117(4), 658–693. <https://doi.org/10.25162/zbw-2021-0025>
- OECD (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. A Series of Concept Notes. https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-learning-compass-2030/OECD_Learning_Compact_2030_Concept_Note_Series.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Offensive digitale Schultransformation (2020). *Offensive digitale Schultransformation – 7 Handlungsempfehlungen*. <https://offensive-digitale-schultransformation.de/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Oppermann, E., Keller, L. & Anders, Y. (2020). Geschlechtsunterschiede in der kindlichen MINT-Lernmotivation: Forschungsbefunde zu bestehenden Unterschieden und Einflussfaktoren. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 15(1), 38–52. <https://doi.org/10.3224/diskurs.v15i1.04>
- Orr, D., Lübcke, M., Schmidt, P., Ebner, M. [Markus], Wannemacher, K., Ebner, M. [Martin] & Dohmen, D. (Mai 2019). *AHEAD-Internationales Horizon-Scanning: Trendanalyse zu einer Hochschulandschaft in 2030* (Arbeitspapier Nr. 42). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD). https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_Nr_42_AHEAD_WEB.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)

- Ouyang, F., Zheng, L. & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9>
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Pensel, S. & Hofhues, S. (2017, 31. Oktober). *Digitale Lerninfrastrukturen an Hochschulen: Systematisches Review zu den Rahmenbedingungen für das Lehren und Lernen mit Medien an deutschen Hochschulen*. Köln. Universität zu Köln. <https://doi.org/10.13154/rub.104.93>
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351–1359. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.013>
- Petko, D. (2020). Quo vadis TPACK? Scouting the road ahead. In Association for the Advancement of Computing in Education (Hrsg.), *Proceedings of EdMedia + Innovate Learning* (S. 1349–1358). AACE.
- Pfeifer, L., Nauerth, A., Raschper, P., Freese, C. & Bräkling, S. (2021). *Virtual Reality basierte Digital Reusable Learning Objects in der Pflegeausbildung - Rahmenbedingungen, Anforderungen und Bedarfe aus pfledepädagogischer Sicht* (Innovative Lehr-/Lernszenarien in den Pflege- und Gesundheitsberufen. Working Paper-Reihe der Projekte DiViFaG und ViRDIPA Nr. 2). Bielefeld. Medienpädagogik, Forschungsmethoden und Jugendforschung (Fakultät für Erziehungswissenschaft AG 9). <https://doi.org/10.4119/unibi/2954330>
- Ploetzner, R., Berney, S. & Bétrancourt, M. (2020). A review of learning demands in instructional animations: The educational effectiveness of animations unfolds if the features of change need to be learned. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 838–860. <https://doi.org/10.1111/jcal.12476>
- Prasse, D. & Scholl, W. (2000). *Internetnutzung an Schulen – eine organisationsbezogene Evaluation der Initiative „Schulen ans Netz (SaN)“: Abschlussbericht*. Berlin. Humboldt-Universität.
- Pscheida, D., Albrecht, S., Herbst, S., Minet, C. & Köhler, T. (2015, 20. März). *Nutzung von Social Media und onlinebasierten Anwendungen in der Wissenschaft: Ergebnisse des Science 2.0-Survey 2014*. Datenreport Hochschulen 2014. Dresden. Technische Universität Dresden.
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, Technology, and Education* [blog post]. <http://hippasus.com/resources/tte/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Ratnayake, I., Thomas, M. [Mike] & Kensington-Miller, B. (2020). Professional development for digital technology task design by secondary mathematics teachers. *ZDM - Mathematics Education*, 52(7), 1423–1437. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01180-8>
- Rebmann, K., Tenfelde, W. & Schlömer, T. (2011). *Berufs- und Wirtschaftspädagogik: Eine Einführung in Strukturbegriffe* (4. überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer Gabler.
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxemburg. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rehfeldt, D., Klempin, C., Brämer, M., Seibert, D., Rogge, I., Lücke, M., Sambanis, M., Nordmeier, V. & Köster, H. (2020). Empirische Forschung in Lehr-Lern-Labor-Seminaren: Ein Systematic Review zu Wirkungen des Lehrformats. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 34, 149-169.
- Reinhold, M., Howe, F., Breiter, A., Brüggemann, M., Klockmann, I. & Weinowski, N. (Juni 2021). *Kooperationsbeziehungen zwischen beruflichen Schulen und externen Partnern im Kontext der Digitalisierung: Erkenntnisse aus dem Projekt „Berufsschule Digital“ der Deutschen Telekom Stiftung* (ITB-Forschungsberichte Nr. 74). Bremen. Institut Technik und Bildung, Universität Bremen.
- Reintjes, C., Porsch, R., Görlich, K., Gollub, P., Paulus, D. & Veber, M. (2021). Medienbildung in der Lehrer*innenbildung: Kohärenz der intendierten, implementierten und erreichten Curricula? In C. Reintjes, T.-S. Idel, G. Bellenberg & K. V. Thönes (Hrsg.), *Kohärenzambitionen und alternative Zugänge zum Lehrberuf* (S. 163–187). Waxmann.
- Remmers, H. (2000). *Pflegerisches Handeln: Wissenschafts- und Ethikdiskurse zur Konturierung der Pflegewissenschaft*. Huber.
- Remmers, H. (2018). *Pflegeroboter: Analyse und Bewertung aus Sicht pflegerischen Handelns und ethischer Anforderungen*. In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegeroboter* (S. 161–179). Springer Gabler.
- Renkl, A. (2015). Different roads lead to Rome: the case of principle-based cognitive skills. *Learning: Research and Practice*, 1(1), 79–90. <https://doi.org/10.1080/23735082.2015.994255>

- Richter, M., Baethge-Kinsky, V., Kerst, C. & Seeber, S. (2022). Zum Wandel von Ausbildung und Studium in nicht-ärztlichen Gesundheitsberufen: Eine berufsgruppenspezifische Analyse. In U. Weyland & K. E. Reiber (Hrsg.), *Professionalisierung der Gesundheitsberufe: Berufliche und hochschulische Bildung im Spiegel aktueller Forschung*. ZBW - Beiheft 33 (S. 117–150). Franz Steiner Verlag.
- Risius, P. & Seyda, S. (Juni 2020). *Ausbildungsunternehmen 4.0: Digitalisierung der betrieblichen Ausbildung*. Gutachten (01/2020). Köln. Netzwerk Q 4.0. www.iwkoeln.de/studien/paula-risius-susanne-seyda-digitalisierung-der-betrieblichen-ausbildung.html (aufgerufen am 18.08.2022)
- Risius, P., Seyda, S. & Meinhard, D. B. (2021). *Digitale Ausbildung für die Arbeitswelt 4.0: Zusammenfassung der Kernergebnisse der Q 4.0-Studienreihe*. Stand: Juni 2021. https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/Netzwerk_Q_4.0/2021/Studienreihe_Synopsis_2021-Q_4.0-Web.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Roll, M. J. J. & Ifenthaler, D. (2021). Multidisciplinary digital competencies of pre-service vocational teachers. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13, Artikel 7. <https://doi.org/10.1186/s40461-021-00112-4>
- Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie: eine Systemtheorie der Technik* (3. Aufl.). Universitätsverlag Karlsruhe.
- Röwert, R. & Kostrzewa, M. (2021). Phasenübergreifende Lehrkräftebildung mit und durch OER: Themen und Impulse für eine vernetzte Lehrkräftebildung. In C. Gabellini, S. Gallner, F. Imboden, M. Kuurstrak & P. Tremp (Hrsg.), *Lehrerentwicklung bei Openess - Open Educational Resources im Hochschulkontext* (S. 101–106). Pädagogische Hochschule Luzern. <https://doi.org/10.15480/882.3622>
- Runge, I., Rubach, C. & Lazarides, R. (2021). *Digitale Kompetenzselbsteinschätzung von Lehrkräften – Welche Bedeutung haben Schulausstattung und Fortbildungsteilnahme angesichts aktueller Herausforderungen?* Potsdam. Universität Potsdam. https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/schulnetzwerkdigital/Dokumente/Runge_Lazarides_Digitale_Selbsteinscha%CC%88tzung_von_Lehrkra%CC%88ften.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Sachs, S., Meier, C. & McSorley, V. (2016). *Digitalisierung und die Zukunft kaufmännischer Berufsbilder - eine explorative Studie*. Zürich. HWZ Hochschule für Wirtschaft. https://fh-hwz.ch/content/uploads/2016/11/Digitalisierung-und-die-Zukunft-betriebswirtschaftlicher-Berufsbilder_Schlussbericht.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Sailer, M. [Michael], Schultz-Pernice, F., Chernikova, O., Sailer, M. [Maximilian] & Fischer, F. (Dezember 2018). *Digitale Bildung an bayerischen Hochschulen - Ausstattung, Strategie, Qualifizierung und Medieneinsatz*. Studie. vbw - Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/Archiv/2018/Downloads/FINAL_Digitale_Bildung_an_bayerischen_Hochschulen-2018.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 24, 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>
- Scheiter, K. & Gerjets, P. (2007). Learner Control in Hypermedia Environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 285–307. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9046-3>
- Scherer, R., Siddiq, F. & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Scherer, R. & Teo, T. (2019). Unpacking teachers' intentions to integrate technology: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 27, 90–109. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.001>
- Schlicht, J. (2019). *Kommunikation und Kooperation in Geschäftsprozessen: Modellierung aus pädagogischer, ökonomischer und informationstechnischer Perspektive*. wbv Publikation.
- Schlottmann, P., Gerholz, K.-H. & Winther, E. (2021). Digital Literacy für Wirtschaftspädagog*innen – Modellierung des domänenspezifischen Fachwissens in der beruflichen Lehrerbildung. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online*, 40. https://www.bwpat.de/ausgabe40/schlottmann_etal_bwpat40.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schluchter, J.-R. & Bosse, I. (2019). Professionalisierung in der Schule. In I. Bosse, J.-R. Schluchter & I. Zorn (Hrsg.), *Handbuch Inklusion und Medienbildung* (S. 297–309). Beltz Juventa.
- Schlüter, A. K., Melle, I. & Wember, F. B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens: Universal Design for Learning. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 61(3), 270–285.

- Schmid, M. [Melanie] (August 2019). *Nutzung von digitalen Medien und E-Learning durch pädagogische Fachkräfte in Kitas: Auswertungsbericht zur Online-Befragung*. Koblenz. Hochschule Koblenz. https://www.hs-koblenz.de/fileadmin/media/fb_sozialwissenschaften/IBEB/Forschung/Data_Literacy/Auswertungsbericht_Mediennutzung_und_E-Learning_20190830neu.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schmid, M. [Mirjam], Brianza, E. & Petko, D. (2020). Developing a short assessment instrument for Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK.xs) and comparing the factor structure of an integrative and a transformative model. *Computers & Education*, 157, Artikel 103967. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103967>
- Schmid, U. [Ulrich], Goertz, L., Radomski, S., Thom, S. & Behrens, J. [Julia] (2017, 16. März). *Monitor Digitale Bildung: Die Hochschulen im digitalen Zeitalter*. Gütersloh. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2017014>
- Schmid, U. [Ute] (2021). Warum KI auch ein Thema für die Kita ist. In M. R. Textor & A. Bostelmann (Hrsg.), *Das Kita-Handbuch*. <https://www.kindergartenpaedagogik.de/fachartikel/bildungsbereiche-erziehungsfelder/medienerziehung-informationstechnische-bildung-2/warum-ki-auch-ein-thema-fuer-die-kita-ist/> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schmid, U. [Ute] & Gärtig-Daug, A. (2017). *Zehn Jahre Elementarinformatik–Elementare Informatikkompetenzen als Basis für nicht-konsumierenden und reflektierten Umgang mit Computer-Medien in der Vor- und Grundschule, 2008-2017* (Werkstattberichte zur Elementarinformatik Nr. 1). Universität Bamberg. https://fis.uni-bamberg.de/bitstream/uniba/42259/1/SchmidElementarinformatikkse_A3b.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schneider, M. & Preckel, F. (2017). Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 143(6), 565–600. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>
- Schön, S. & Ebner, M. [Martin] (2018). Mobile Seamless Learning. Die nahtlose Integration mobiler Geräte beim Lernen und im Unterricht. In C. de Witt & C. Gloerfeld (Hrsg.), *Handbuch Mobile Learning*, S. 283–302). Springer VS.
- Schrader, J. & Schöb, S. (2016). Die Planung von Lehr-Lern-Einheiten mit digitalen Medien: Konzepte und Befunde. *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 39(3), 331–347. <https://doi.org/10.1007/s40955-016-0078-5>
- Schubert, G., Eggert, S., Lohr, A., Oberlinner, A., Jochim, V. & Brüggem, N. (2018). *Digitale Medien in Kindertageseinrichtungen: Medienerzieherisches Handeln und Erziehungspartnerschaft. Perspektiven des pädagogischen Personals: Bericht der Teilstudie „Mobile Medien und Internet im Kindesalter - Fokus Kindertageseinrichtungen“*. München. JFF Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis. www.jff.de/mofam (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schulz-Zander, R., Büchter, A., Dalmer, R., Petzel, T., Beer, D. & Stadermann, M. (2003). *Innovative Praktiken mit Neuen Medien in Schulunterricht und Organisation (IPSO): Nationale Ergebnisse der internationalen IEA Studie SITES Modul 2, Second Information Technology in Education Study*. Abschlussbericht. Dortmund. Institut für Schulentwicklungsforschung.
- Schulz-Zander, R., Hunneshagen, H., Weinreich, F., Brockmann, B. & Dalmer, R. (2000). *Abschlussbericht der wissenschaftlichen Evaluation des Projektes „Schulen ans Netz“*. Dortmund. Institut für Schulentwicklungsforschung.
- Schumacher, F. (2004). *Innovativer Unterricht mit neuen Medien: Ergebnisse wissenschaftlicher Begleitung von SEMIK-Einzelprojekten*. Grünewald.
- Schwarz, R., Hellmig, L. & Friedrich, S. (2021, 15. März). *Informatik-Monitor*. Berlin. Gesellschaft für Informatik e. V. (GI). https://informatik-monitor.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatik-Monitor/Informatik-Monitor_2022/20220505_GI_Informatik-Monitor_2022_FINAL2.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Schwendimann, B. A., Cattaneo, A. A. P., Dehler Zufferey, J., Gurtner, J.-L., Bétrancourt, M. & Dillenbourg, P. (2015). The 'Erfahrraum': a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training*, 67(3), 367–396. <https://doi.org/10.1080/13636820.2015.1061041>
- 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.

- Seibold, B. & Stieler, S. (2016). *Digitalisierung der Bürotätigkeiten*. Stuttgart. IMU Institut GmbH. https://www.imu-institut.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/Endbericht_Digitalisierung_der_Bueroetaetigkeiten_12-16.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Seidel, T., Blomberg, G. & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 34, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.004>
- Seidl, T. (September 2018). *(Wert-)Haltung als wichtiger Bestandteil der Entwicklung von 21st century skills an Hochschulen* (Diskussionspapier Nr. 03). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD). https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Diskussionspapier3_Haltung_als_wichtiger_Bestandteil.pdf <https://doi.org/10.5281/zenodo.2634975> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Senkbeil, M., Ihme, J. M. & Schöber, C. (2019). Wie gut sind angehende und fortgeschrittene Studierende auf das Leben und Arbeiten in der digitalen Welt vorbereitet? Ergebnisse eines Standard Setting-Verfahrens zur Beschreibung von ICT-bezogenen Kompetenzniveaus. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)*, 22(6), 1359–1384. <https://doi.org/10.1007/s11618-019-00914-z>
- Senkbeil, M., Ihme, J. M. & Schöber, C. (2020). Empirische Arbeit: Schulische Medienkompetenzförderung in einer digitalen Welt: Über welche digitalen Kompetenzen verfügen angehende Lehrkräfte? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 68(1), 4–22. <https://doi.org/10.2378/peu2020.art12d>
- Seufert, S. & Guggemos, J. (2021). Neue Formen der Lernortkooperation mithilfe Künstlicher Intelligenz. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 183–214). Franz Steiner Verlag.
- Seufert, S., Guggemos, J. & Ifenthaler, D. (2021). Zukunft der Arbeit mit intelligenten Maschinen: Implikationen der Künstlichen Intelligenz für die Berufsbildung. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 9–27). Franz Steiner Verlag.
- Seufert, S., Guggemos, J., Tarantini, E. & Schumann, S. (2019). Professionelle Kompetenzen von Lehrpersonen im Kontext des digitalen Wandels: Entwicklung eines Rahmenkonzepts und Validierung in der kaufmännischen Domäne. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 115(2), 312–339. <https://doi.org/10.25162/zbw-2019-0013>
- Seyfeli, F., Elsner, L. & Wannemacher, K. (2020). *Vom Corona-Shutdown zur Blended University? ExpertInnenbefragung Digitales Sommersemester*. Tectum Wissenschaftsverlag. https://doi.org/10.5771/9783828876484.pdf?download_full_pdf=1;
- Shute, V. J. & Rahimi, S. (2017). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 1–19. <https://doi.org/10.1111/jcal.12172>
- Sims, S., Fletcher-Wood, H., O'Mara-Eves, A., Cottingham, S., Stansfield, C., van Herwegen, J. & Anders, J. (2021). *What are the Characteristics of Effective Teacher Professional Development? A Systematic Review and Meta-analysis*. Education Endowment Foundation. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/evidence-reviews/teacher-professional-development-characteristics> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Spener, C. & Schumann, S. (2021). Wissenseffekte des ERP-Einsatzes in der kaufmännischen Berufsschule. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 117(3), 395–430.
- Spitzer, M. (2012). *Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. Droemer.
- Spöttl, G., Gorltd, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, R. (April 2016). *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*. bayme vbm. https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Stalder, F. (2016). *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) (2021, 7. Oktober). *Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*. Bonn. Ständige wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK).
- Stegmann, K. (2020). Effekte digitalen Lernens auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule: Eine Integration metaanalytischer Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66(2), 174–190.

- Stenström, M.-L. & Tynjälä, P. (2009). *Towards integration of work and learning: Strategies for connectivity and transformation*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8962-6>
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.). (2017). „Wie nutzen Erzieherinnen und Erzieher digitale Geräte in Kitas?“ - Eine repräsentative Telefonumfrage. Stiftung Haus der kleinen Forscher. https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/3_Aktuelles/Presse/171213_Ergebnisse_zur_Telefonbefragung_Digitales.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Strelan, P., Osborn, A. & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, Artikel 100314. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Süss, D., Lampert, C. & Wijnen, C. W. (2010). *Medienpädagogik: Ein Studienbuch zur Einführung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92142-6>
- Takacs, Z. K., Swart, E. K. & Bus, A. G. (2015). Benefits and Pitfalls of Multimedia and Interactive Features in Technology-Enhanced Storybooks: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 698–739. <http://www.jstor.org/stable/24753027>
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C. & Schmid, R. F. (2011). What Forty Years of Research Says About the Impact of Technology on Learning. *Review of Educational Research*, 81(1), 4–28. <https://doi.org/10.3102/0034654310393361>
- Thurm, D. (2020). *Digitale Mathematik-Lernplattformen in Deutschland: Expertise*. Universität Duisburg-Essen.
- Thurm, D. & Barzel, B. (2021). Teaching mathematics with technology: A multidimensional analysis of teacher beliefs and practice. *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 41–63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>
- Tiemann, M., Helmrich, R., Bernardt, F., Bör, N., Ehmann, K., Seegers, M., Steeg, S., Bach, N. von dem, Wagner, P. & Wolter, M. I. (2021). *Beschleunigter technologischer Wandel - Herausforderung für die Berufswelt?* (BIBB Discussion Paper). Bonn. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). <https://bibb-dspace.bibb.de/rest/bitstreams/3aaf6688-9981-4b70-91c9-961d1942ea4d/retrieve> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Tondeur, J. (2018). Enhancing future teachers' competencies for technology integration in education: Turning theory into practice. *Seminar.Net: Media, Technology & Life-Long Learning*, 14(2), 1–9. <https://doi.org/10.7577/seminar.2981>
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Tulodziecki, G., Herzig, B. & Grafe, S. (2021). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele* (3., durchgesehene und aktualisierte Auflage). Julius Klinkhardt.
- UNESCO/IFIP TC3 (2019, 4. Februar). *Coding, Programming and the Changing Curriculum for Computing in Schools: Report of UNESCO/IFIP TC3 Meeting at OCCE*.
- Vairo Nunes, R., Korneck, F., Berger, J., Ziegler, B., Rönnebeck, S. & Parchmann, I. (2021). Entwicklung eines Testinstruments zur Untersuchung der Arbeitssituation von MINT-Lehrkräften. In J. Grebe-Ellis & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B - Didaktik der Physik: Beiträge zur virtuellen DPG-Frühjahrstagung 2021* (S. 203–207). Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG). <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/1152/1238> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Valtonen, T., Kontkanen, S., Dillon, P., Kukkonen, J. & Väisänen, P. (2013). Upper secondary and vocational level teachers at social software. *Education and Information Technologies*, 19(4), 763–779. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9252-1>
- Valtonen, T., Leppänen, U., Hyypiä, M., Sointu, E., Smits, A. & Tondeur, J. (2020). Fresh perspectives on TPACK: pre-service teachers' own apprais. *Education and Information Technologies*, 25, 2823–2842. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10092-4>
- van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J. & Kester, L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, Artikel 100281. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.05.003>
- Verständig, D., Klein, A. & Iske, S. (2016). Zero-Level Digital Divide: Neues Netz und neue Ungleichheiten. *Siegen Sozial*, 21(1), 50–55. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:467-11973>
- Vo, M. H., Zhu, C. & Diep, A. (2017). The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis. *Studies In Educational Evaluation*, 53, 17–28.

- Vogel, F., Wecker, C., Kollar, I. & Fischer, F. (2017). Socio-Cognitive Scaffolding with Computer-Supported Collaboration Scripts: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 29(3), 477–511. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9361-7>
- Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: *The Digital Competence Framework for Citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes* (KJ-NA-31006-EN-N). Luxemburg. <https://doi.org/10.2760/115376>
- Wagner, M., Gegenfurtner, A. & Urhahne, D. (2021). Effectiveness of the flipped classroom on student achievement in secondary education: A meta-analysis. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 35(1), 11–31. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000274>
- Walker, F., Kuhn, J., Hauck, B., Ulber, R., Hirth, M., Molz, A., Schäfer, M. & van Waveren, L. (2017). Erfassung von technologisch-pädagogischem Inhaltswissen in Lehrerfortbildungen zum naturwissenschaftlich-technischen Experimentieren unter Entwicklung und Verwendung neuer Smartphone-Experimente: Erste Ergebnisse einer Pilotierung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand (LbP)*, 10(1), 1–18. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?Fid=1128712> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wandera, S. (2017). *Continuing the Conversation about Face-to-Face, Online, and Blended Learning a Meta-Analysis of Empirical Literature 2006-2017* [Dissertation]. Wilmington University, Wilmington, DW.
- Wannemacher, K. & Bodmann, L. (April 2021). *Künstliche Intelligenz an den Hochschulen: Potenziale und Herausforderungen in Forschung, Studium und Lehre sowie Curriculumentwicklung* (Arbeitspapier Nr. 59). Hochschulforum Digitalisierung (HFD). <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD AP 59 Kuenstliche Intelligenz Hochschulen HIS-HE.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wannemacher, K., Jungermann, I., Scholz, J., Tercanli, H. & Villiez, A. von. (Januar 2016). *Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich* (Arbeitspapier Nr. 15). Berlin. Hochschulforum Digitalisierung (HFD). https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD%20AP%20Nr%2015_Digitale%20Lernszenarien.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wannemacher, K., Lübcke, M. & Bodmann, L. (Oktober 2021). *Qualitätsentwicklung für freie Lehr- und Lernmaterialien: Konzeptionelle Überlegungen und Entwurf eines Instruments der Qualitätssicherung für das Portal twillo* (Forum Hochschulentwicklung 2|2021). Hannover. HIS-Institut für Hochschulentwicklung. https://medien.his-he.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Forum_Hochschulentwicklung/FHE_2021-02_Q-OER_WEB.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Weber, S., Hiller, F., Zarnow, S., Hackenberg, T., Seeber, S., Geiser, P., Achtenhagen, F., Schumann, M., Busse, J. & Lange, A. (2020). Digitalisierung als didaktische Gestaltungsaufgabe im kaufmännischen Bereich. *Berufsbildung*, 74, 13–16.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Beltz.
- Weller, S. I. & Rausch-Berhie, F. (im Druck). (Digitale) Teilhabe von Menschen mit Behinderung durch inklusionsfördernde und digitale Technologien in der betrieblichen Ausbildung. In S. Schumann, S. Seeber & S. Abele (Hrsg.), *Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Konzepte und empirische Befunde*. W. Bertelsmann Verlag.
- Wember, F. B. (2020). Direkter Unterricht. In U. Heimlich & F. B. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts bei Lernschwierigkeiten: Ein Handbuch für Studium und Praxis* (4. Aufl., S. 181–196). W. Kohlhammer.
- Werner, A., Gärtig-Daug, A. & Schmid, U. [Ute] (2020). Hilf mir die digitale Welt analog zu begreifen: Eine qualitative Studie zum Anregen von „Wie funktioniert das?“-Fragen durch die Experimentierkiste Informatik. In M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter: Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 357–373). Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU).
- Wiepke, A., Richter, E., Zender, R. & Richter, D. (2019). Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. In N. Pinkwart & J. Konert (Hrsg.), *DELFI 2019* (S. 133–144). https://doi.org/10.18420/delfi2019_319
- Wilbers, K. (Hrsg.). (2017). *Industrie 4.0: Herausforderungen für die kaufmännische Bildung*. epubli. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:29-opus4-86409>

- Wilbers, K. (2019). Kaufmännische Digitalkompetenzen als Ausgangspunkt der digitalen Transformation beruflicher Bildung. In K. Wilbers (Hrsg.), *Digitale Transformation kaufmännischer Bildung. Ausbildung in Industrie und Handel hinterfragt* (S. 11–72). epubli.
- Wilbers, K. (2021). Kaufmännische Aus- und Weiterbildung in der Industrie im Umbruch. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 55–75). Franz Steiner Verlag.
- Wilbers, K. & Windelband, L. (2021). *Lernfabriken an beruflichen Schulen. Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven*. epubli. <https://doi.org/10.25656/01:21245>
- Winkler, F. & Schwarz, H. (2021). IT-Berufe im Wandel. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 77–102). Franz Steiner Verlag.
- Winther, E. (2019). *Nutzung und Wirksamkeit digitaler Technologien und Medien in ausbildungsbezogenen berufsschulischen und betrieblichen Kontexten am Beispiel des kaufmännischen Bereichs*. Gutachten für die Nationalen Bildungsbericht 2020. Berlin. DIPF.
- Wissenschaftsrat (WR) (April 2017). *Strategien für die Hochschullehre: Positionspapier*. Haale (Saale). <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/6190-17.pdf?blob=publicationFile&v=1> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wissenschaftsrat (WR) (2019, 25. Januar). *Empfehlungen zu hochschulischer Weiterbildung als Teil des lebenslangen Lernens: Vierter Teil der Empfehlungen zur Qualifizierung von Fachkräften vor dem Hintergrund des demographischen Wandels*. Berlin. <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2019/7515-19.pdf?blob=publicationFile&v=7> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wissenschaftsrat (WR) (2020, 23. Oktober). *Perspektiven der Informatik in Deutschland*. Köln. <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/8675-20.pdf?blob=publicationFile&v=9> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wissenschaftsrat (WR) (Mai 2022a). *Empfehlungen für eine zukunftsfähige Ausgestaltung von Studium und Lehre*. Köln. <https://doi.org/10.57674/q1f4-g978>
- Wissenschaftsrat (WR) (Juli 2022b). *Empfehlungen zur Digitalisierung in Lehre und Studium*. Köln. <https://doi.org/10.57674/sg3e-wm53>
- Witt, C. de & Gloerfeld, C. (Hrsg.). (2018). *Handbuch Mobile Learning*. Springer VS.
- Witt, C. de, Rampelt, F. & Pinkwart, N. (Oktober 2020). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper* (Hochschulbildung: Lehre und Forschung). Berlin. https://ki-campus.org/sites/default/files/2020-10/Whitepaper_KI_in_der_Hochschulbildung.pdf <https://doi.org/10.5281/zenodo.4063722> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wittmann, E., Weyland, U. & Warwas, J. (2020). Bewältigungs- und Kooperationskompetenzen für die Pflegeausbildung modellieren: Der Ansatz des Forschungsprojekts EKGe. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 49(2), 38–39. <https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/16485> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Wölfel, M. (2021). Besonderheiten beim Einsatz von immersiven Augmented und Virtual Reality Lernanwendungen. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?* ZBW - Beiheft 31 (S. 319–339). Franz Steiner Verlag.
- Wong, L.-H. (2012). A learner-centric view of mobile seamless learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 19–23. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01245.x>
- Wörner, S., Kuhn, J. & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research*, Vorab Onlinepublikation. <https://doi.org/10.3102%2F00346543221079417>
- Wüller, H., Behrens, J. [Jonathan], Garthaus, M., Marquard, S. & Remmers, H. (2019). A scoping review of augmented reality in nursing. *BMC Nursing*, 18, Artikel 19. <https://doi.org/10.1186/s12912-019-0342-2>
- Wuttke, E., Seeber, S., Greiwe, C. & Turhan, L. (2022). Zur Problemhaltigkeit von Aufgaben in kaufmännischen Abschluss- und Zwischenprüfungen – Ergebnisse aus Aufgabenanalysen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 118(1), im Druck.
- Zarnow, S., Hiller, F. & Hackenberg, T. (2020). ‚Digitale Aspekte‘ in Ordnungsmitteln der dualen kaufmännischen Berufsausbildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 116(2), 250–268. <https://doi.org/10.25162/zbw-2020-0011>

- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Artikel 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zentralverband des deutschen Handwerks (2022, 1. Juli). *Die Digitalisierung des Handwerks*. https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/BitkomZDH_DigitalisierungHandwerk_Charts.pdf (aufgerufen am 18.08.2022)
- Zika, G., Helmrich, R., Maier, T., Weber, E. & Wolter, M. I. (2018, 10. April). *Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle* (IAB-Kurzbericht Nr. 9). Nürnberg. Bundesagentur für Arbeit. <https://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0918.pdf> (aufgerufen am 18.08.2022)
- Zika, G., Hummel, M., Schneemann, C., Studtrucker, M., Kalinowski, M., Maier, T., Krebs, B., Steeg, S., Bernardt, F., Krinitz, J., Mönnig, A., Parton, F., Ulrich, P. & Wolter, M. I. (2021). *Mittelfristprognose: Arbeitsmarktdynamik bis 2025* (Forschungsbericht 526/4). Berlin. Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Zinke, G. (2019). *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Branchen- und Berufescreening: Vergleichende Gesamtstudie*. Barbara Budrich.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur eines Zentrums für digitale Bildung in den MINT-Fächern	53
Abbildung 2: Struktur eines Zentrums für digitale Bildung in den sprachlichen Fächern	53
Abbildung 3: Kompetenzmodell im Fach Informatik (Gesellschaft für Informatik, 2008)	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Medienkompetenz über die drei Phasen der Lehrkräftebildung (eigene Darstellung in Anlehnung an Tulodziecki et al., 2021, S. 362)	115
---	-----

Anhänge

Anhang A: Tabelle mit Analyse der Rahmenpläne in der frühen Bildung

Anhang A: Tabelle mit Analyse der Rahmenpläne in der frühen Bildung

Bundesland	Verortung digitaler Medienbildung	Verständnis digitaler Medienbildung	Koppelung Bildungsbereiche?	Wertigkeit	Dokument	Datum
Baden-Württemberg	beiläufig	Medienkompetenz soll gefördert werden durch Daumenkino, Theaterprojekte und Hörspiele	Sprache; Gesundheit; Selbstwirksamkeit	neue Medien werden negativ gewertet	http://www.kindergaerten-bw.de/site/pbs-bw-km-root/get/documents_E502939660/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Projekte/kindergaerten-bw/Oplan/Material/KM-KIGA_Orientierungsplan_2011.pdf	15.03.2011
Bayern	Ja	Kennenlernen von allen Medien, unter drei Jahren. Förderung von Kreativität, Kommunikationsfähigkeit, kognitive Kompetenzen und die technische Fertigkeit des Kindes wird von Medienbildung gestärkt und unterstützt.	Lernmethodische Kompetenz; Emotionalität, soziale Beziehungen und Konflikte; Sprache und Literacy; Mathematik; Naturwissenschaften und Technik; Ästhetik, Kunst und Kultur; Musik; Bewegung, Rhythmik, Tanz und Sport; Partizipation	neutral, eher positiv	https://www.ifp.bayern.de/veroeffentlichungen/books/bildungs-erziehungsplan/252/	2019
Berlin	Ja	Digitale Medien werden in den Alltag aufgenommen, jedoch auch analoge Möglichkeiten, Vorlesen statt Hörspiel, damit man die Anstrengung dabei sieht. Rücksprache mit Eltern zu Medien.	Kommunikation; Sprache ist an alle weiteren Bildungspläne gebunden!	neutral kritisch	https://www.berlin.de/sen/jugend/familie-und-kinder/kindertagesbetreuung/berliner_bildungsprogramm_2014.pdf	2014
Brandenburg	Ja	Eigenständige Nutzung von Computern	Sprache; Musische Bildung; Allgemeinwissen; Mathematik	neutral, eher positiv	https://mbjs.brandenburg.de/sixcms/media.php/5527/Ordner_2.pdf https://mbjs.brandenburg.de/sixcms/media.php/5527/Ordner_1.pdf	22.02.2019
Bremen	beiläufig	Fachkraft stellt elektronische Medien zur Verfügung	Persönlichkeitsentfaltung; Musik	--	https://www.bildung.bremen.de/sixcms/media.php/13/Konkretisierungen%20Rahmenplan.pdf https://www.bildung.bremen.de/sixcms/media.php/13/Rahmenplan.1061397.pdf	Rahmenplan: 2017

Anhang A: Tabelle mit Analyse der Rahmenpläne in der frühen Bildung

Hamburg	beiläufig.	Eigenständige Nutzung von Medien und Reflexion durch Erwachsene	Kommunikation; Körper, Bewegung und Gesundheit; Musik; Mathematik; Natur, Umwelt, Technik; Soziale und kulturelle Umwelt	kritisch, neutral	https://www.hamburg.de/content-blob/118066/2a650d45167e815a43999555c6c470c7/data/bildungsempfehlungen.pdf	2012
Hessen	Ja	Medienkompetenz bedeutet bewussten, kritisch-reflexiven, sachgerechten, selbstbestimmten und verantwortlichen Umgang mit Medien. Die Stärkung von Medienkompetenz geschieht im Wechselspiel von gezielter Unterstützung und selbsttätiger Kompetenzerweiterung. Medien als eigenständiger Bildungsinhalt	Sprache und Literacy; Technik; Gesellschaft, Wirtschaft, Kultur; Medien als gezielt eingesetzte Lernwerkzeuge; Medien als Orientierungs-, Wissens- und Kompetenzquellen	kritisch, eher negativ		September 2019
Mecklenburg-Vorpommern	Ja	Ja	Personale Fähigkeiten; Soziale Fähigkeiten; Kognitive Fähigkeiten; Körperliche Fähigkeiten und motorische Fertigkeiten; Einstellungen Entwickeln; Alltagshandlungen; Thematische Gesprächspraxis; Wahrnehmen und Entdecken	kritisch, eher negativ	https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1645616	Februar 2022
Niedersachsen	Ja	Bestehende Vorgehensweisen lernförderlich durch digitale Medien ersetzen; Medienbildung als Querschnittsaufgabe	Altersgemäßer Zugang zur Technik für eine kreative Lern- und Gestaltungsmöglichkeit	neutral	https://www.mk.niedersachsen.de/startseite/fruhkindliche_bildung/trager/richtlinie_kim_kindgerechte_medien-nutzung_in_vorbereitung/richtlinie-kim-206345.html	11.02.2022
Nordrhein-westfalen	Ja	Medienbildung als Querschnittsaufgabe	Medien als kreatives Ausdrucks- und Gestaltungsmittel	neutral	https://www.kita.nrw.de/system/files/media/document/file/Medienbildung_Digitale-Medien-frueh-kindliche-Bildung_Handreichung.pdf	November 2019
Rheinland-Pfalz	Nein	Mediale Unterstützung und Ergänzung in der Alltagswelt der Kita	Medien als eigener Erfahrungsraum	neutral	https://kita.rlp.de/fileadmin/kita/04_Service/BEE/index.html#p=77	2018

Anhang A: Tabelle mit Analyse der Rahmenpläne in der frühen Bildung

Saarland	Nein	Medienpädagogische Projekte zu Fernsehen, Stärkung Medienkompetenz	Kommunikation	neutral	https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mbk/Bildungsserver/Bildungsprogramm/Bildungsprogramm_mit_Handreichungen_zur_An-sicht.pdf?__blob=publicationFile&v=1	Juli 2018
Sachsen-Anhalt	Nein	Keine digitale Medienbildung	Schrift	--	https://ms.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MS/MS/Presse_Dialog_Kita/2014/bildungsprogramm_2014.pdf	August 2013
Sachsen	Beiläufig	Medienprojekte oder aktive Medienarbeit	Kommunikation	neutral	Der Sächsische Bildungsplan - ein Leitfaden für pädagogische Fachkräfte in Krippen, Kindergärten und Horten sowie für Kindertagespflege	o. J.
Schleswig-Holstein	Ja	Medienkompetenz. Förderung zu selbstständiger kreativer Nutzung	Kopplung an Musik; Geschlechterrollen	kritisch, neutral	https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VIII/Service/Broschueren/Broschueren_VIII/Kita/BildungsleitlinienDeutsch.pdf?__blob=publicationFile&v=6	Februar 2022
Thüringen	Ja	Basale und elementare Medienbildung	Kommunikation	neutral	https://bildung.thueringen.de/fileadmin/bildung/bildungsplan/thueringer_bildungsplan_18_dasnetz.pdf	Dezember 2019

Das vorliegende Gutachten wurde von der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission (SWK) im August 2022 verabschiedet.

Mitwirkende

Sachverständige

Als Sachverständige haben folgende Personen an dem Gutachten mitgearbeitet:

Prof. Dr. Thorsten Bohl, Prof. Dr. Ira Diethelm, Prof. Dr. Volker Frederking, Prof. Dr. Martin Heinrich, Prof. Dr. Andreas Lachner, Prof. Dr. Dirk Richter, Prof. Dr. Katharina Scheiter, Prof. Dr. Ute Schmid, Dr. Klaus Wannemacher, Prof. Dr. Ulrike Weyland

Wissenschaftliche Mitarbeiter:innen

Dr. Manuela Endberg, Mareike Kehrer, Dr. Wilhelm Koschel, Dr. Maren Lübcke, Dr. Christina Matschke, Dr. Anne Thillosen

Geschäftsstelle der SWK

Dr. Julia Suckut, Dr. Karin Guill

Dank

Besonderer Dank gilt den Expert:innen, die ihre Einschätzungen in den Hearings eingebracht haben:

Prof. Dr. Sandra Aßmann (Ruhr-Universität Bochum), Ralf Becker (Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft), Udo Beckmann (Verband Bildung und Erziehung), Anja Bensinger-Stolze (Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft), Mike Bernd (Stifterverband), Prof. Dr. Alexander Best (Gesellschaft für Informatik), Kathrin Bock-Famulla (Bertelsmann Stiftung), Dr. Volker Born (Zentralverband des Deutschen Handwerks), Prof. Dr. Torsten Brinda (Universität Duisburg-Essen), Bianca Brinkmann (Centrum für Hochschulentwicklung), Jacob Chammon (Forum Bildung Digitalisierung), Prof. Dr. Franziska Cohen (Pädagogische Hochschule Freiburg), Alina Dieminger (Digital Changemaker aus dem Hochschulforum Digitalisierung), Prof. Dr. Birgit Eickelmann (Universität Paderborn), Prof. Dr. Hubert Ertl (Bundesinstitut für berufliche Bildung), Dr. Konrad Faber (Virtueller Campus Rheinland-Pfalz), Alexandra Fragopoulos (Bundeselternrat), Prof. Dr. Volker Frederking (Gesellschaft für Fachdidaktik),

Prof. Dr. Henrike Friedrichs-Liesenkötter (Universität Lüneburg), Michael Fritz (Haus der kleinen Forscher), Katharina Geldreich (Technische Universität München), Prof. Dr. Cornelia Gräsel (Gesellschaft für empirische Bildungsforschung), Prof. Oliver Günther, Ph. D. (Hochschulrektorenkonferenz), Dr. Marcus Hahn (Deutscher Philologenverband), Fredrik Harkort (Initiative der deutschen digitalen Bildungsanbieter), Prof. Dr. Bardo Herzig (Universität Paderborn), Prof. Dr. Thomas Hoffmeister (Universität Bremen), Prof. Dr. Thomas Irion (Grundschulverband), Oliver Janoschka (Hochschulforum Digitalisierung), Prof. Dr. Rudolf Kammerl (Universität Erlangen-Nürnberg), Prof. Dr. Sönke Knutzen (Technische Universität Hamburg), Prof. Dr. Thomas Köhler (Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft), Jan Krüger (Deutscher Gewerkschaftsbund), Pankraz Männlein (Berufsverband der Lehrkräfte für Berufsbildung), Heinz-Peter Meidinger (Deutscher Lehrerverband), Thomas Meyer (Industrie- und Handelskammer Stuttgart), Lotta Moraweck (Bundesschülerkonferenz), Susanne Müller (Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände), Dr. Thomas Müller (Wissenschaftsrat), Prof. Dr. Heribert Nacken (RWTH Aachen), Christoph Pienkoß (Verband Bildungsmedien), Prof. Dr. Cornelia Raue (Stiftung Innovationen in der Hochschullehre), Prof. Dr. Klaus Peter Rippe (Hochschulrektorenkonferenz), Dr. Meike Rodekamp (Wissenschaftsrat), Prof. Dr. Ralph Romeike (Gesellschaft für Fachdidaktik), Heike Scheika (Bundesarbeitskreis der Seminar- und Fachleiter/innen), Prof. Dr. Mandy Schiefner-Rohs (Technische Universität Kaiserslautern), Dr. Peer Stechert (Gesellschaft für Informatik), Elisa Steinfeldt (Fröbel e. V.), Prof. Dr. Jan Vahrenhold (Gesellschaft für Informatik), Dr. Wolfgang Vogel (Aufgabenstelle für kaufmännische Abschluss- und Zwischenprüfungen), Christine Vogler (Deutscher Pflegerat), Prof. Dr. Ulrike Weyland (Universität Münster), Dr. Steffi Widera (Virtuelle Hochschule Bayern)

Vertreter:innen der Kultusministerkonferenz, der Jugend- und Familienkonferenz, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Bundesministeriums für Familien, Senioren, Frauen und Jugend sowie des Deutschen Städtetages haben als Beobachter:innen die Hearings begleitet.

Impressum

Herausgeber

Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)

Geschäftsstelle

Graurheindorfer Str. 157
53117 Bonn
Tel. 0228 501 700
info@swk.kmk.org
www.swk-bildung.org

Verantwortlich

Dr. Isabelle Sieh (Leitung der Geschäftsstelle)

Dieses Gutachten steht zum [Download](#) auf den Seiten der SWK zur Verfügung.



Zitationsvorschlag:


Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) (2022). Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK).

<http://dx.doi.org/10.25656/01:25273>

Die Zusammenfassung zum Gutachten steht hier auf den Seiten der SWK zum [Download](#) zur Verfügung.



© Geschäftsstelle der SWK, Bonn 2022



Die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) ist ein unabhängiges wissenschaftliches Beratungsgremium der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK).

www.swk-bildung.org

