

TOBIAS A. HALLENBERGER (TU Darmstadt)  
BIRGIT ZIEGLER (TU Darmstadt)

**Fachdidaktisches Projektstudium „Digitalisierung in Arbeit und Beruf“ im Master of Education für berufliche Schulen an der TU Darmstadt – Evaluation eines Praxisprojekts**

**Herausgeber**

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

**Journal of Technical Education (JOTED)**

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>



TOBIAS A. HALLENBERGER / BIRGIT ZIEGLER

## **Fachdidaktisches Projektstudium „Digitalisierung in Arbeit und Beruf“ im Master of Education für berufliche Schulen an der TU Darmstadt – Evaluation eines Praxisprojekts**

**ZUSAMMENFASSUNG:** Das Projektstudium „Digitalisierung in Arbeit und Beruf“ wurde in der Masterphase des Lehramtsstudiums für berufliche Schulen im MINTplus<sup>2</sup>-Projekt (Qualitätsinitiative Lehrkräftebildung, BMBF) an der TU Darmstadt entwickelt. Studierende setzen sich mit Veränderungen durch Digitalisierung in den Berufen ihrer beruflichen Fachrichtung auseinander und entwickeln eigene Unterrichtskonzeptionen. Darüber sollen die Studierenden befähigt werden, den Kompetenzerwerb der Schüler/-innen an aktuelle und zukünftige Anforderungen auszurichten. Über ein problem- und handlungsorientiertes Vorgehen wird zudem die Digitalkompetenz der Studierenden gefördert. In diesem Beitrag werden die Ausgangslage, die Konzeption sowie die Umsetzung und Ergebnisse der summativen Evaluation auf der Grundlage einer Längsschnittstichprobe (n = 37) vorgestellt und diskutiert.

*Schlüsselwörter:* Digitale Kompetenzen, Future Work Skills, Veränderung der Arbeitswelt, Digitalisierung, Kompetenzentwicklung

## **Didactical project "Digitalisation in professional work" in the study course "Master of Education for vocational schools" at TU Darmstadt - Evaluation of a practical project**

**ABSTRACT:** The seminar „Digitization in task and occupation“ proposes a teaching concept for students aiming to work as vocational teachers which was developed as part of the MINTplus<sup>2</sup> project at TU Darmstadt. Throughout the seminar, students gain insight into the present issues and trends of their vocational specialization and develop their own teaching concepts.

This approach seeks to enable students to support their future learners to adapt their skills to current and future requirements. On the basis of problem- and activity-oriented practice, the course aims to promote the digital competency of the students. This article presents and discusses the initial position, the concept, the implementation and the results of the summative evaluation based on a longitudinal sample (n = 37).

*Keywords:* Digital competences, future skills, changes in working environment, digitization, competency development

## 1 Einleitung

Der aktuelle digitale Wandel in der Arbeitswelt, zuweilen auch als "vierte industrielle Revolution" bezeichnet, hat weltweit an Bedeutung gewonnen (Acatech, 2016; Mertens & Barbian, 2016). Die Digitalisierung und die damit einhergehende Transformation führen zu Verschiebungen in den Kompetenzanforderungen und betonen die Bedeutung digitaler Fähigkeiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (DGFP, 2016). In deutschen Unternehmen lässt sich ein erheblicher Nachholbedarf an Digitalkompetenzen feststellen. Jedoch erfordert die Bewältigung der digitalen Transformation von den Beschäftigten individuelle Eigenverantwortung sowie den Erwerb grundlegender digitaler Kompetenzen. Dies bedingt eine gezielte Vorbereitung und Unterstützung der Beschäftigten, um ihre individuellen Qualifikationsprofile an die neuen Gegebenheiten anzupassen und idealerweise den Prozess auch mitzugestalten. Eine höhere technische Versiertheit und Affinität zur Technologie haben positive Auswirkungen auf den persönlichen Marktwert und die Karriereentwicklung, unabhängig von Berufsgruppen und Branchen (Weiß, 2017). Veränderungen in der Arbeitswelt durch Digitalisierung und die damit verbundenen Anforderungen stellen sowohl die berufliche Aus- und Weiterbildung als auch die Lehrer/-innenbildung vor Herausforderungen. Die Vernetzung unterschiedlicher Fachbereiche und die Förderung digitaler Kompetenzen gewinnen dabei eine immer größere Bedeutung.

In diesem Zusammenhang werden an der TU Darmstadt aktuell die Studiengänge des Lehramts an beruflichen Schulen, auch gefördert durch die Qualitätsoffensive Lehrerinnen- und Lehrerbildung (BMBF), weiterentwickelt. Einbezogen sind die Studiengänge der beruflichen Fachrichtungen Agrarwirtschaft (Schwerpunkt Gartenbau), Bautechnik, Chemietechnik, Elektrotechnik, Informatik, Körperpflege, Medientechnik sowie Metalltechnik. Im hier berichteten Teilprojekt<sup>1</sup> soll ein fachdidaktisch ausgerichtetes Projektstudium entwickelt und in der Masterphase aller beruflichen Fachrichtungen vorzugsweise im Modul der schulpraktischen Studien II verankert werden. Während der Bachelorphase u.a. in den beruflichen Fachrichtungen, der Fachdidaktik sowie im bildungswissenschaftlichen Modul Medienpädagogik systematisch aufgebauten Kompetenzen sollen im Projektstudium domänenspezifisch erweitert und vertieft werden. Hierfür entwickeln die Studierenden ein Unterrichtssegment zu einer beruflich-arbeitsorganisatorischen Digitalisierungsthematik und durchlaufen dabei den gesamten Zyklus der Unterrichtsplanung nach Tenberg (2019). Beratende Unterstützung erhalten Sie hierbei im Rahmen des Prozesses durch die Fachdidaktikvertreter/-innen ihrer beruflichen Fachrichtung in den jeweiligen Praxisphasen.

Im vorliegenden Beitrag werden als theoretischer Begründungsrahmen der digitale Wandel und die daraus resultierenden Anforderungen für die Lehrer/-innenbildung dargelegt. Anschließend werden die Seminarkonzeption zum fachdidaktischen Projektstudium und Ergebnisse aus der summativen Evaluation vorgestellt und abschließend diskutiert, inwieweit digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierende für berufsbildende Schulen im universitären Kontext über diesen Ansatz gefördert werden können, bzw. welche Barrieren dabei auch zu überwinden sind.

<sup>1</sup> Es handelt sich um ein Teilprojekt des in der zweiten Förderphase der Qualitätsoffensive vom BMBF geförderten Gesamtvorhabens „MINTplus2: Systematischer und vernetzter Kompetenzaufbau in der Lehrerbildung im Umgang mit Digitalisierung und Heterogenität“ mit dem Förderkennzeichen 01JA1814.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Veränderung der Berufswelt

In der heutigen schnelllebigen und dynamischen Welt ist die Berufswelt einem stetigen Wandel unterworfen. Dieser Wandel wird durch verschiedene Faktoren vorangetrieben, darunter technologische Innovationen, demografische Veränderungen, wirtschaftliche Entwicklungen und gesellschaftliche Trends. Die fortschreitende Digitalisierung, Automatisierung und Globalisierung haben die Art und Weise, wie Arbeit organisiert und ausgeführt wird, grundlegend verändert. Dies hat unter anderem Auswirkungen auf die Anforderungen an Arbeitnehmer/-innen sowie auf die Struktur und Dynamik von Arbeitsplätzen und Berufsfeldern.

#### 2.1.1 Digitalisierung im Kontext gesellschaftlicher und beruflicher Veränderung

Kaum ein Begriff wurde im Kontext gesellschaftlicher und beruflicher Veränderungsprozesse in den letzten Jahren öfter genannt als Digitalisierung. Neuerdings kamen die Begriffe Demografie und Dekarbonisierung hinzu und es wird von den drei großen D gesprochen. Bei Digitalisierung nach informationstechnischem Verständnis handelt es sich im Wesentlichen um nichts Neues, denn Digitalisierung ist schon seit der Computerisierung auf dem Arbeitsmarkt und in der Gesellschaft eingezogen. Digitalisierung versteht sich als „die binäre Repräsentation von Texten, Bildern, Tönen, Filmen sowie Eigenschaften physischer Objekte in Form von aneinandergereihten Sequenzen aus „1“ und „0“, die von heutigen Computern mit extrem hoher Geschwindigkeit – Milliarden von Befehlen pro Sekunde – verarbeitet werden können (Hippmann, Klinger & Leis, 2018). Neu ist jedoch das Disruptive der Digitalisierung, mit der wir im Moment konfrontiert werden (u.a. Hoffmann & Suchy, 2016). Im Zusammenhang mit einer Veränderung der Arbeitswelt durch Digitalisierung fallen immer wieder die Begriffe „künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, cyberphysische Systeme, Big Data, KI, E-Clouds und Metaverse“. Hierbei handelt es sich jedoch weniger um konkrete Technologien, sondern um die Kombination mehrerer Technologien oder deren Interaktion untereinander, welchen das Potential zugeschrieben wird, die Arbeitswelt im Wesentlichen zu verändern (Stettes, 2016). Historisch betrachtet haben industrielle Revolutionen schon mehrfach stattgefunden. Auch diese hatten stets einen Einfluss auf die Veränderung der Berufswelt oder der benötigten Kompetenzen. So führte beispielsweise die Ausweitung der technischen Entwicklung, als Folge der ersten Industrialisierung, zu einer Ausweitung im Bereich der akademischen und höheren Berufe (Pahl, 2017). Schaut man sich jedoch in der historischen Betrachtung die Zeitabstände zwischen den industriellen Revolutionen an, lässt sich verzeichnen, dass diese immer kürzer werden (Andelfinger & Hänisch, 2017).

#### 2.1.2 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt

Mit der Frage danach, welche Auswirkungen die aktuelle vierte oder die prognostizierte fünfte industrielle Revolution auf die Arbeitswelt haben wird, beschäftigen sich eine Vielzahl von Studien. Je nach Beobachtungsschwerpunkt lassen sich in Studien unterscheiden, die im Schwerpunkt danach schauen, welche notwendigen Veränderungen von Arbeitsstrukturen und -tätigkeiten aus der vierten industriellen Revolution resultieren (Diffusionsansatz) und Studien (Substitutionsansatz), die Auswirkungen anhand des Ausmaßes des möglichen Wegfalls von Berufen und Arbeitsplätzen vorhersagen.

Zusammenfassend lässt sich sowohl für tätigkeitsorientierte als auch berufsorientierte Forschungsansätze eine potenzielle Veränderung der Arbeitswelt durch die Digitalisierung anhand des ermittelten Substituierungspotentials feststellen. Das Ausmaß dieses Substituierungspotentials unterscheidet sich jedoch je nach Studie. So berichten beispielsweise Dengler & Matthes (2021), dass in der BRD inzwischen rund ein Drittel der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt sind. Zudem verdeutlichen die Studien, dass vor allem Berufe, welche von Geringqualifizierten ausgeübt werden von einem Wegfall bedroht sind. Im Gegensatz zu höherqualifizierten Berufen erfordern sie vor allem die Ausübung von Routinetätigkeiten und somit Tätigkeiten, die über einen gewissen Handlungsalgorithmus verfügen, welcher programmierbar bzw. automatisierbar ist und somit oftmals von computergestützten Maschinen übernommen werden kann (Hirsch-Kreinsen, 2020 sowie Wilbers, 2017).

Die aus Substituierungsansätzen abzuleitende Annahme, dass technischer Wandel in Folge der Digitalisierung zu einer Obsoleszenz menschlicher Arbeitskraft führen könnte, lässt sich in der Gesamtheit nicht darstellen. Arbeitsmarktstudien wie beispielsweise Tiemann et al. (2021) sowie Zirka et al. (2018) verweisen auf potenzielle Wachstums- und Beschäftigungseffekte anhand der Digitalisierung der Arbeitswelt. Somit stehen den Substituierungseffekten langfristig Kompensationseffekte entgegen, welche mit der Entstehung neuer Jobs durch die Digitalisierung einhergehen (Hirsch-Kreinsen, 2020). Neuere Studien wie beispielsweise Acemoglu et al. (2022), welche im Hinblick auf Industrie 5.0 die Auswirkungen künstlicher Intelligenz auf die Arbeitsmärkte untersuchen, zeigen, dass sich auch aus dem jüngsten Anstieg an KI-Aktivitäten keine signifikanten Beschäftigungseffekte ableiten lassen. Die beschriebenen Kompensationseffekte zeigen sich in der Untersuchung dadurch, dass die Zahl der Stellenausschreibungen im Bereich der künstlichen Intelligenz schnell ansteigen.

### *2.1.3 Veränderung beruflicher Kompetenzen im digitalen Wandel*

Zur Ausschöpfung von Kompensationseffekten, bedarf es einer Anpassung und Weiterentwicklung von Kompetenzen. Hähn & Ratermann-Busse (2020) postulieren eine steigende Kompetenz- und Qualifikationsanforderung in nahezu allen Wirtschaftssektoren. Dies scheint im Hinblick auf die Erkenntnis, dass Substitutionseffekte vor allem bei den Berufen geringqualifizierter Arbeitskräfte ausgeprägt sind, als eine logische Konsequenz. Somit stellt sich die Frage, inwiefern sich die relevanten beruflichen Kompetenzen verändern bzw. welche Kompetenzen zukünftig benötigt werden, um in der Berufswelt von „morgen“ erfolgreich zu sein.

Bereits Herrmann et al. (2017) postulierten, dass jedes fünfte Unternehmen bzw. in Unternehmen der Informations- und Telekommunikationstechnik jedes zweite Unternehmen auf Cloud Computing zurückgreift. Neben den direkten Anforderungen in den Unternehmen ergeben sich zudem durch die Ausstattung der Mitarbeiter/-innen mit digitalen Endgeräten sowie der zunehmende Trend der Homeoffice-Nachfrage weitere Aspekte digitaler Kompetenzen. Insgesamt lässt sich nach Herrmann et al. (2017) festhalten, dass die Kompetenzen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien immer mehr an Bedeutung erhalten. Laut dem Maßnahmenkatalog des Europäischen Rechnungshofes (2021) der EU für mehr digitale Kompetenz erfordern bereits in einigen Berufsgruppen mehr als 90 % der Arbeitsplätze eine spezifische digitale Kompetenz. Insgesamt lässt sich festhalten, dass es mit dem ständigen Fortschritt und der Verbreitung digitaler Technologien immer wichtiger wird, dass Arbeitnehmer über ausreichende digitale Kompetenzen verfügen, um erfolgreich in der Arbeitswelt zu bestehen. Um die Vorteile digitaler Technologien nutzen zu können, müssen Arbeitnehmer/-innen über grundlegende Computerkenntnisse

und das Verständnis für digitale Tools verfügen. Darüber hinaus müssen sie die Fähigkeit besitzen, sich schnell in neue Technologien einzuarbeiten und diese effektiv einzusetzen.

Neben dem Bedarf an digitalen Kompetenzen fokussieren Autorengruppen wie Fadel et al. (2017), Herrmann et al. (2017) sowie der Lernkompass 2030 der OECD (2020) auf den Erwerb von Kompetenzen, die uns langfristig von den Fähigkeiten digitaler Medien abheben. Herrmann et al. (2017) identifizieren hierfür ein Anforderungsprofil für Arbeitnehmer/-innen im Zeitalter von Industrie 4.0. Die Autorengruppe untersucht nicht nur die Kompetenzen, die Arbeitnehmer/-innen benötigen, um mit digitalen Medien zu arbeiten oder diese zu entwickeln, sondern auch die Eigenschaften, die sie von Maschinen unterscheiden und die voraussichtlich in absehbarer Zeit nicht ersetzt werden können. Zusammenfassend lassen sich aus diesem Anforderungsprofil vor allem die Kommunikationsfähigkeit sowie die Problemlösekompetenz als Kompetenzbereiche deuten, in denen Arbeitnehmer/-innen aufgrund der Programmiergrenzen von künstlichen Intelligenzen überlegen sind. Das Lösen von Problemen verlangt von Arbeitnehmer/-innen ein hohes Maß an Kreativität und anwendungsbezogenem logischen Denken (Herrmann et al., 2017). Bei Kreativität und der Kommunikationsfähigkeit handelt es sich auch um zwei von den drei sogenannten „Transformationskompetenzen“, welche im Lernkompass 2030 der OECD (2020) herausgedeutet werden, um Schüler/-innen zu helfen in der Welt erfolgreich zu sein und eine bessere Zukunft zu gestalten. Erweitert werden diese zwei „Transformationskompetenzen“ durch die Fähigkeit der Kollaboration bzw. der Fähigkeit gemeinsam mit anderen an der Lösung komplexer Problemstellungen zu arbeiten.

Neben dem steigenden Bedarf an digitalen Kompetenzen wird daher eine Fokussierung auf sogenannte Future Work Skills, als sinnvoll erachtet, die uns langfristig von digitalen Technologien abheben. Dies wird auch von der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission (SWK) in ihrem Gutachten (2022) im Hinblick auf die Veränderung berufsfeldübergreifender Kompetenzanforderungen herausgestellt. Insgesamt besteht Übereinstimmung darin, dass sich unter dem Einfluss neuer Technologien die Anforderung an Tätigkeiten und Qualifikationen dynamisch verändern (Hirsch-Kreinsen, 2020).

#### *2.1.4 Wie muss berufliche Ausbildung an Schulen aussehen, um auf die Anforderungen der Arbeitswelt von Morgen vorbereitet zu sein?*

Um auf diese Veränderungen erfolgreich reagieren zu können, müssen Ausbildungsmaßnahmen flexibler und anpassungsfähiger werden. Dazu gehört auch, einen Schwerpunkt auf die Förderung von digitalen Kompetenzen zu legen. Dies bedingt nach Herrmann et al. (2017), dass Ausbildungspläne sowie Ausbildungssysteme nicht starr sein dürfen. Durch den Wandel hin zum Lernfeldkonzept sind erforderliche Spielräume geschaffen worden, um technologische und wirtschaftliche Entwicklungen schnell aufzugreifen und zeitnah in die Ausbildung zu integrieren. Im Hinblick auf die Forderung des BIBB (2015), wonach die Rahmenlehrpläne und Ausbildungsordnungen den Bedarfen einer digitalisierten Arbeitswelt angepasst werden müssen, zeigt sich jedoch, dass dies noch nicht ganz und in sehr unterschiedlicher Form stattgefunden hat. So tauchen beispielsweise ab 2005 vermehrt in den Rahmenlehrplänen Formulierungen wie „auch rechnergestützt“ auf, ohne konkret zu werden. Hingegen enthalten neuere Rahmenlehrpläne wie z.B. der Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration gezielte Hinweise auf die Förderung berufsrelevanter digitaler Kompetenzen. Im Hinblick auf die Überarbeitungsintervalle von Rahmenlehrplänen wird es jedoch zukünftig immer schwieriger mit der schnellen technologischen Entwicklung mithalten zu können.

Mit ihrer Bildungsstrategie „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2016) sowie den ergänzenden Empfehlungen „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ (KMK, 2021) versucht die KMK die schnellen technologischen Entwicklungen aufzugreifen. Aus der Anforderung der KMK, der Unterricht an berufsbildenden Schulen soll sich an beruflichen Handlungen orientieren, resultiert, dass künftige, durch die fortschreitende Digitalisierung ausgelöste Entwicklungen in der Arbeitswelt, zeitnah in den Unterricht an beruflichen Schulen Eingang finden müssen. Der Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz bedingt somit, dass der Kompetenzerwerb im Kontext von digitalen Arbeits- und Geschäftsprozessen als fächerübergreifende Querschnittsaufgabe angelegt sein muss. Neben dem Aspekt der Förderung einer digitalen Handlungskompetenz formuliert die KMK den Auftrag unter anderem Selbstmanagement und Selbstorganisationsfähigkeit, Internationales Denken und Handeln sowie projektorientierte Kooperationsformen zu fördern. Somit greift sie einen Großteil der im vorherigen Kapitel herausgestellten Kompetenzanforderungen auf und ermöglicht, sofern sie im schulischen Kontext umgesetzt wird, eine Förderung zeitgemäßer und zukünftig relevanter beruflicher Kompetenzen.

## 2.2 Digitale Kompetenzen von Lehrkräften – Anforderungen und empirische Erkenntnisse

In einer zunehmend digitalisierten Welt spielen Lehrkräfte eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von Wissen und der Förderung digitaler Kompetenzen (Roll & Ifentaler, 2021; Zinn et al., 2022, Schumann et al., 2022). Für Lehrkräfte ist daher ein breites Spektrum an medienpädagogischen Kompetenzen eine wichtige Voraussetzung (Tuldoziecki, 2012). Zudem ist beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht darauf zu achten, dass sie nicht zum Selbstzweck eingesetzt werden, sondern gezielt Kompetenzen im Hinblick auf eine Teilhabe am gesellschaftlichen und beruflichen Leben fördern (van Ackeren et al., 2019).

Lehrkräfte in der beruflichen Bildung sind darüber hinaus gefordert, ihren Schüler/innen zusätzlich zur Medien- und ICT-Kompetenz auch berufliche Handlungskompetenz zu vermitteln. Berufsbildender Unterricht muss daher den aktuellen Stand der Digitalisierung in den Berufsfeldern berücksichtigen und Schüler/-innen mitunter zur Nutzung berufsspezifischer digitaler Werkzeuge und bestenfalls auch zur verantwortungsvollen Mitgestaltung der Arbeitswelt befähigen. Hierfür ist es notwendig, dass Lehrkräfte auch wissen, welche Veränderungen in den Berufsfeldern durch Digitalisierung entstehen, um somit deren Auswirkungen auf die Tätigkeiten der Fachkräfte einschätzen zu können (Seufert et al. 2019a) und Lernsituationen so zu gestalten, dass Handlungskompetenz in berufsspezifischen Praxisfeldern gefördert wird. Diesbezüglich wird auf den zweifachen Praxisbezug verwiesen, dem Lehrkräfte in der beruflichen Bildung Rechnung zu tragen haben (Gehrholz et al., 2023a, S. 12). Angesichts der Dynamik in den beruflichen Handlungsfeldern, die sich durch Digitalisierung nochmals verstärkt hat, stellt dies eine erhebliche Herausforderung dar und verlangt eine offene Haltung im Hinblick auf Veränderung und Innovation (van Ackeren et al., 2019).

Forschung zur Digitalkompetenz von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen in Deutschland stützt sich bisweilen überwiegend auf Modelle, wie dem European Framework for Digital Competence of Educators (DigCompEdu, 2017) oder auf das TPACK Modell von (Koehler & Mishra, 2009). Letzteres knüpft an das Modell professioneller Wissensbereiche von Shulman (1987) an und erweitert dies um technologiebezogene Komponenten (Walker et al., 2017; Zinn et al., 2022). Im Hinblick auf den professionellen Einsatz digitaler Technologien im Unterricht sind neben den Wissensbereichen auch Einstellungen, Motive und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen relevant (Brändle et al., 2023; Roll & Ifentaler, 2021). Als konzeptionelle Weiterentwicklung stellen

Schlottmann & Gehrholz (2023) ein Modell von Digital Literacy, in das auch Aspekte wie Schulentwicklung integriert werden (S. 35f.). Lipp & Stock (2023) beziehen sich ebenfalls auf Digital Literacy als Zielkonstrukt der Lehrkräftebildung.

Eine Erhebung digitaler Kompetenzen von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen im deutschsprachigen Raum erfolgte u.a. in einer Studie von Seufert et al. (2019a). Aufbauend auf dem TPACK-Modell wurde ein Rahmenkonzept zur Erfassung digitaler Kompetenzen von Lehrkräften entwickelt und im Rahmen einer Befragung von (n =215) Lehrpersonen an kaufmännischen Schulen in der deutschsprachigen Schweiz erprobt. Die Autorengruppe stellt einen altersspezifischen Unterschied im Hinblick auf das mediendidaktische Wissen sowie der Einstellung bei den untersuchten Lehrkräften fest. Bei jüngeren Lehrkräften (unter 36 Jahre) zeigt sich „eine geringer ausgeprägte negative Einstellung“ gegenüber digitalen Medien und ein höheres mediendidaktisches Wissen als bei Lehrkräften mit einem Alter über 55 Jahren. Unabhängig von altersbezogenen Unterschieden konstatieren Seufert et al. (2019a), dass das „mediendidaktische Wissen“ der befragten Lehrpersonen einer Steigerung bedarf. Zu ähnlichen Erkenntnissen jedoch in Bezug auf Lehrkräfte allgemein, kommen Eickelmann & Drossel (2020). Sie gehen davon aus, dass eine Vielzahl von Lehrkräften auf den unteren Kompetenzstufen des europäischen Kompetenzrahmen für Lehrende in Bezug auf die Förderung digitaler Kompetenzen einzuordnen ist. Die Annahme einer höheren digitalen Kompetenzausprägung von jüngeren Lehrkräften im Gegensatz zu älteren Kolleg/-innen wird allerdings nicht bestätigt. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der Studie von Ghomi & Redecker (2019), wonach die Anzahl der Jahre, in denen die Lehrkräfte über kontinuierliche Erfahrung mit dem Einsatz digitaler Technologien in der Unterrichtspraxis verfügen, mit der Ausprägung ihrer digitalen Kompetenz zusammenhängt.

Im Zusammenhang mit den Einstellungen von Lehrkräften wird oftmals der Einsatz digitaler Medien im Unterricht, insbesondere deren Nutzungshäufigkeit erfasst. Gemäß den jüngsten Ergebnissen der International Computer and Information Literacy Study (ICILS) aus dem Jahr 2018 (Eickelmann et al. 2019a) nutzen in Deutschland lediglich 23,2% der Lehrkräfte digitale Medien täglich im Unterricht, was im Vergleich zu ICILS 2013 (9,1%) eine Steigerung bedeutet, jedoch weit unter dem internationalen Mittelwert (47,9%) und dem Wert der EU-Vergleichsgruppe (47,6%) liegt. Lediglich 14,8% der Lehrkräfte setzen digitale Medien häufig bis immer zur individuellen Förderung einzelner Schüler/-innen oder Gruppen ein (Eickelmann et al. 2019b). Lehrkräften an beruflichen Schulen wird allgemein eine eher positive Einstellung gegenüber Digitalisierung und digitalen Medien bescheinigt (Hähn & Ratermann-Busse 2020). Schmid et al. (2016) stellten allerdings fest, dass das Potential digitaler Medien im berufsbildenden Unterricht nicht genutzt wird. Beispielsweise verwenden laut der Studie nur 5% der befragten Lehrkräfte Selbstlernprogramme in Ihrem Unterricht. 89% der Lehrkräfte nutzen regelmäßig einen PC. In einer qualitativen Befragung von Lehrkräften an beruflichen Schulen (Gössling et al., 2019) werden zwei Typen von Lehrkräften identifiziert, bei den einen wird eine verkürzte Wahrnehmung der digitalen Transformation wahrgenommen und didaktische Veränderungen eher abgelehnt. Andere haben teamförmige Routinen an ihrer Schule entwickelt und bewältigen die Veränderungen sowohl in der Konzeption von Unterrichtsreihen als auch ganzer Bildungsgänge. Ob die Pandemie zu einen wahrnehmbaren Digitalisierungsschub an Schulen beigetragen hat, ist noch offen. In einer Ende 2022 durchgeführten online-Befragung der Plattform „Lehrer-online“ geben lediglich 37% der teilnehmenden Lehrkräfte an, dass ihr Unterricht wesentlich digitaler als vorher geworden sei. Zu beruflichen Schulen gibt es eine Befragung von Schulleitungen in der Schweiz, die wesentliche Veränderungen wahrnehmen (Harder et al., 2022) oder eine qualitative Studie mit Lehrkräften in der Pflege von Thomas & Seltrecht (2022), die ähnlich wie die oben genannte Studie von Gössling et al. (2019) zwei Typen des zum Umgang mit den digitalisierungsbezogenen Herausforderungen

identifizieren. Erkenntnisse aus der Forschung zum digitalisierungsbezogenen Fortbildungsverhalten von Lehrkräften legen nahe, dass das Vorwissen zu digitalen Medien und die Auseinandersetzung mit der Thematik einen Einfluss auf die Bereitschaft hat, sich diesbezüglich auch fortzubilden (Schulze-Vorberg et al. 2021). Auch Zinn et al. (2022) verweisen auf Basis der Studienlage auf den Zusammenhang zwischen Einstellungen, Selbstwirksamkeitsüberzeugungen, Erfahrungen und der Nutzung von digitalen Medien bei Lehramtsstudierenden. Dementsprechend dürfte für die weitere Professionalisierung des Unterrichts an den Schulen entscheidend sein, inwieweit Konzepte zur Anbahnung von Digitalkompetenz bereits im Lehramtsstudium erfolgreich umgesetzt werden können.

### 2.3 Förderung von Digitalkompetenz im Lehramtsstudium für berufsbildende Schulen

Lehrer/-innenaus- und -fortbildung sollte dazu befähigen, Kompetenzen zu erwerben, die eine zukunftsfähige Gestaltung von Schule und Unterricht unter den Bedingungen der Digitalisierung ermöglichen, dies muss bereits im Studium beginnen (van Ackeren, 2019; SWK, 2022). Im Studium für das Lehramt an berufsbildenden Schulen ist darüber hinaus der doppelte Praxisbezug zu berücksichtigen. Dazuhin haben Lehrkräfte berufsbildender Schulen nicht in einzelnen Fachgebieten, wie Mathematik, Naturwissenschaften, Deutsch etc. kompetenzorientiert zu unterrichten, sondern sollen ihre Adressatinnen und Adressaten zur Handlungsfähigkeit in einer beruflichen Domäne führen. Berufliche Domänen korrespondieren inhaltlich nur ansatzweise mit den universitären Studienfächern oder Fachgebieten. Zudem sind Lehrkräfte in den berufsqualifizierenden Bildungsgängen seit Umstellung auf das Lernfeldkonzept gefordert, für die Planung von Unterrichtsreihen aus curricular offenen Lernfeldbeschreibungen exemplarische Lernsituationen zu extrahieren, die bestenfalls die zentralen curriculare Prinzipien (Wissenschafts-, Situations- und Persönlichkeitsprinzip) berücksichtigen und potenzielle Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfelder antizipieren (z. B. Tramm & Reetz, 2010; Gerdsmeyer, 2010). Angesichts der durch die Digitalisierung induzierten Veränderungen müssen Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen in der Lage sein, sowohl geeignete Lernumgebungen unter Nutzung der Potenziale digitaler Lernmedien zu konzipieren, und gleichzeitig über Kenntnisse zu den beruflichen Handlungsfelder verfügen sowie deren Veränderungen unter dem Einfluss von Digitalisierung im Blick haben (Maderick et al., 2015). Angehende Lehrkräfte für berufsbildende Schulen sollten daher sowohl digitale Kompetenzen erwerben, die nicht nur fachgebunden, sondern fachübergreifend relevant (Roll & Ifentaler, 2021) als auch berufsfeldbezogen sind. Dabei soll die Universität einen Raum darstellen, in dem eine Förderung digitaler Kompetenzen aufbauend auf den bereits im schulischen System erworbenen Kompetenzen entsprechend der Kompetenzanforderung des jeweiligen Studienfachs sowie des Berufsfeldes stattfinden kann. Eine Vollerhebung unter Studienanfängerinnen und -anfängern in einem Bundesland in Österreich im Jahr 2019/20 ergab allerdings, dass sich die Befragten unabhängig von ihrem selbsteingeschätzten Digitalisierungsgrad mehrheitlich von der Schule unzureichend auf die digitale Zukunft vorbereitet zu fühlen (Stock et al., 2023). Auch verweisen Zinn et al. (2022, S. 158) durch Bezugnahme u.a. auf Befunde aus dem NEPS von Senkbeil et al. (2020), dass Lehramtsstudierende im Vergleich zu anderen Studierenden größere Defizite in den digitalisierungsbezogenen Kompetenzen aufweisen. Zudem zeigt sich in einer Befragung von Zinn et al. (2022), dass sich digitalisierungsbezogene Kompetenzen im Lehramtsstudium nur geringfügig weiterentwickeln. Brändle et al. (2023) zeigen, dass Lehramtsstudierende der MINT-Fächer ihre Kompetenzen (TPACK) zwar höher einschätzen, sich aber hinsichtlich der Einstellungen zum Lernen mit digitalen Medien nicht von Lehramtsstudierenden anderer Fachprofile unterscheiden.

Eine Förderung digitaler Kompetenzen im Sinne der Bildungsstrategie der KMK (2016) kann an Universitäten beispielsweise durch integrierte Lehrveranstaltungen oder durch Anpassung von Veranstaltungsformate im Hinblick auf eine Förderung digitaler Kompetenzen umgesetzt werden. Konzepte sollten aber nicht nur technische Kompetenzen, sondern auch Aspekte der Medienbildung berücksichtigen. Allerdings hat die Implementation von medienbezogenen Angeboten in die Studienordnungen nach Eickelmann & Drossel (2020) bisher nur im geringen Umfang stattgefunden. In der beruflichen Lehrkräftebildung ist von Unterschieden abhängig von den gegenstandsbezogenen, den personenbezogenen und den kaufmännisch-verwaltenden Berufsgruppen auszugehen. Für Österreich berichten beispielsweise Kamsker & Riebenbauer (2023) auf Grundlage einer Dokumentenanalyse, dass im Studienjahr 2020/21 lediglich in drei von vier Studienstandorten für Wirtschaftspädagogik, digitalisierungsrelevante Lerngelegenheiten verpflichtend im Studienplan vorgesehen sind, weitergehende Lerngelegenheiten sind dagegen im Wahlpflichtbereich verankert. Für die anderen Berufsgruppen liegen uns keine entsprechenden Analysen vor.

Belastbare Befunde zur Umsetzung und Wirksamkeit von Konzepten der beruflichen Lehrkräftebildung waren zum Zeitpunkt der Planung des hier vorgestellten Projekts ein Desiderat. Die Entwicklung der Digitalisierung an beruflichen Schulen lässt sich vielmehr als „Bottom-up“ Prozess beschreiben, der primär technologiegetrieben verläuft. Digitale Technologien, die sich sukzessive in den beruflichen Handlungsfeldern etablieren, werden an beruflichen Schulen eingeführt und Lehrende bemühen sich, mehr oder weniger ad hoc didaktischen Konzepte zur Einbindung der Technologien in den Unterricht zu entwickeln. Bestenfalls werden die von den Lehrkräften entwickelten Konzepte über Fortbildungen an andere weitervermittelt. Wirksamkeitsforschung ist angesichts der Dynamik nicht vordergründig, sondern es geht vielmehr technologische Neuerungen in den Unterricht an beruflichen Schulen zu integrieren, um sozusagen am „Ball zu bleiben“. Münk (2001) prägte diesbezüglich den Begriff des „Gewerbelehrers als Anpassungsvirtuose“. Beispielhaft für den Bottom-up-Prozess steht die Einführung von Lernfabriken an berufsbildenden Schulen, von Windelband et al. (2023) beschrieben.

Zunehmend finden sich aber auch forschungsbasierte Konzepte zur Nutzung digitaler Technologien für die didaktischen Gestaltung von Lerngelegenheiten zur Vermittlung beruflicher Handlungskompetenz, die auch die Entwicklung der professionellen Kompetenzen der künftigen Lehrkräfte adressieren so z. B. Unternehmenssimulationen (z. B. Deutscher et al., 2023; Leppert, 2023), Planspiele (Luidold & Slepcevic-Zach, 2023) sowie die Nutzung von Augmented und Virtual Reality Technologien, zur Konstruktion virtueller Handlungsräume in der beruflichen Bildung (Zinn, 2020). Allerdings ist der Forschungsstand in Bezug auf konkrete Wirkungsforschung dazu noch begrenzt (Gerholz et al., 2023b).

Für die Konzeption des in diesem Beitrag berichteten Studienprojekts war eine der Anforderungen, dass alle an der TU Darmstadt vertretenen beruflichen Fachrichtungen am Projektstudium teilnehmen sollten. Angesichts aktuell geringer Studierendenzahlen in den technischen Fachrichtungen war eine zentrale Lehrveranstaltung dafür vorgesehen. Weiterhin wurde beim methodischen Zugang Wert daraufgelegt, Selbsterfahrung zu ermöglichen (Gebhardt, Grumm & Neugenbauer, 2015). Daher sollten die Studierenden selbst konzeptionell aktiviert werden und bestenfalls ihre Konzepte auch anschließend im Rahmen von Praxisstudien erproben. Dem Ansatz der erfahrungsbasierten Vermittlung digitaler Kompetenzen wird mittlerweile in den meisten Lernprojekten gefolgt, wie zum Beispiel für angehende Wirtschaftslehrkräfte für berufsbildende Schulen an der Universität Graz, indem Studierende über die Nutzung des Lernmanagementsystems Moodle die Grundlagen und den Umgang mit Learning Analytics lernen sollen (Lipp & Stock, 2023). Des Weiteren sollte mit dem Projektstudium dem doppelten Praxisbezug der Lehrtätigkeit an beruflichen Schulen Rechnung getragen werden, indem die Studierenden sowohl Veränderungen durch

Digitalisierung im Berufsfeld ihrer beruflichen Fachrichtung erkunden als auch auf berufliche Handlungskompetenz zielende Unterrichtskonzepte entwickeln. Daraus leitet sich folgende übergreifende Forschungsfrage ab: „Wie können unter den genannten Bedingungen und im Hinblick auf die Ziele einerseits die Digitalkompetenzen von Lehramtsstudierenden für berufsbildende Schulen sowie deren Bereitschaft zur Nutzung digitaler Technologien im Unterricht gefördert werden?“ Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine Seminarkonzeption entwickelt, welche mehrfach erprobt und im Hinblick auf ihre Wirkung anhand einer summativen Evaluation ausgewertet und weiterentwickelt wird.

### 3 Methodensetting und -beschreibung

#### 3.1 Seminarveranstaltung: Lehrveranstaltungskonzept des fachdidaktischen Projektstudium

Ausgehend von der Projektvorhabenbeschreibung des Teilprojektes „fachdidaktisches Projektstudium“ des Projektantrags des MINTplus<sup>2</sup>-Projektes (Qualitätsoffensive Lehrkräftebildung, BMBF) wurde zunächst zu Beginn der Projektzeit eine Bedarfsanalyse durchgeführt. Im Rahmen dieser Bedarfsanalyse wurden im Zeitraum des Wintersemester 2019/20 Gespräche mit allen Fachdidaktikvertreter/-innen der Praxisphase III geführt. Inhalt dieser Gespräche waren die Rolle der Digitalisierung im jeweiligen beruflichen Handlungsfeld sowie deren fachdidaktische Berücksichtigung in der Praxisphase. Zusätzlich wurden mögliche Kooperationsperspektiven im Zusammenhang mit der Durchführung des fachdidaktischen Projektstudiums erörtert.

Die Gestaltung der Seminarkonzeption erfolgte im Anschluss an eine umfangreiche explorativen Literaturanalyse im Hinblick auf die Förderung von digitalen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden, den Erkenntnissen aus der Bedarfsanalyse und unter Berücksichtigung der ordnungsrechtlichen und curricularen Vorgaben sowie unter Beachtung der Vorhabensbeschreibung im Projektantrag. Die entwickelte Seminarkonzeption wird seit dem Sommersemester 2020 unter der Bezeichnung: „Berufliches Lernen in schulischen Kontexten – Digitalisierung in der Schule“ im Modul P1: „Berufliches Lernen – Strukturen, Konzepte und Prozesse“ für alle Studierenden im Master of Education für berufliche Schulen sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester an der TU Darmstadt angeboten. Die Teilnehmergruppe umfasst alle beruflichen Fachrichtungen, die an der TU Darmstadt angeboten werden: Bautechnik, Chemietechnik, Druck- und Medientechnik, Elektro- und Informationstechnik, Informatik, Körperpflege, Metalltechnik sowie Agrarwirtschaft mit Schwerpunkt Garten- und Landschaftsbau (in Kooperation mit der Hochschule Geisenheim).

Die Seminarstruktur unterteilt sich auf vier Inputveranstaltungen (zu je 90 Minuten), eine Projektphase bestehend aus acht Praxiseinheiten (zu je 90 Minuten) und einer doppelstündigen Abschlussveranstaltung (180 Minuten). Die konzipierte Seminarveranstaltung wird als konstruktivistische Lernumgebung mit handlungsorientierten Ansatz gestaltet. Ziel der Veranstaltung ist es hierbei, nicht nur das Bewusstsein für die Thematik der Digitalisierung im schulischen und betrieblichen Kontext zu schärfen, sondern gleichzeitig die Entwicklung digitaler Kompetenzen bei den Teilnehmer/-innen zu fördern. In vier Plenumseinheiten, bestehend aus einer Kombination von Vortrag, Videos und integrierten Arbeitsphasen sowie den dazugehörigen häuslichen Arbeitsaufträgen, erarbeiten sich die Studierenden einen Überblick über Auswirkungen der Digitalisierung in der Berufswelt.

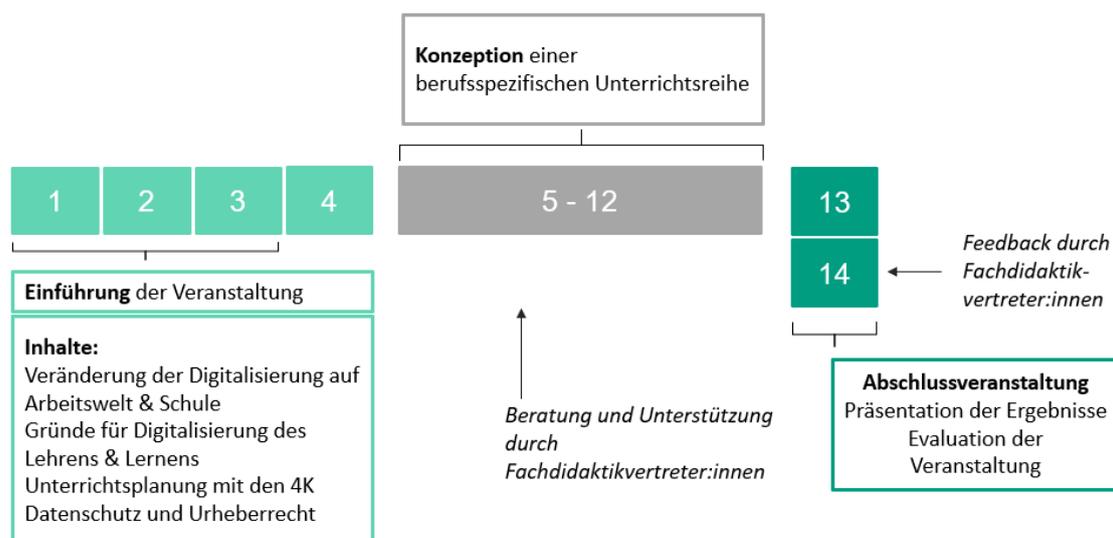


Abbildung 1: Seminarstruktur

Über die aktive Auseinandersetzung mit der Rolle der Digitalisierung im beruflichen Handlungsfeld in den ersten beiden Inputveranstaltungen soll die Grundlage für die Bereitschaft einer Förderung der eigenen Digitalkompetenz geschaffen werden (Schulze-Vorberg et al, 2021). Hierfür wird in der ersten Plenumseinheit zunächst ein gemeinsames Verständnis von Digitalisierung erarbeitet und dieses mit gängigen Definitionen verglichen und diskutiert. Anschließend werden studienbasiert mögliche Beschäftigungseffekte sowie veränderte Arbeitsanforderungen reflektiert. Anhand dessen sollen die Studierenden einen Eindruck davon gewinnen, inwiefern sich die Arbeitsanforderungen in Berufsgruppen ihrer beruflichen Fachrichtung verändern können. Ausgehend davon erarbeiten sich die Studierenden durch gezielte Recherche zu Veränderungen in ihrer beruflichen Fachrichtung durch Digitalisierung z.B. anhand von konkreten Tätigkeiten.

Neben der Veränderung der Arbeitsanforderungen werden in der zweiten Inputveranstaltung auch die Anforderungen an Mediennutzung sowie der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der späteren Zielgruppe erörtert. Des Weiteren findet eine Auseinandersetzung mit der Bildungsstrategie der KMK „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) insbesondere hinsichtlich der Konsequenzen für die berufliche Bildung statt. Neben der Bildungsstrategie der KMK befassen sich die Studierenden mit dem Praxisleitfaden Medienkompetenz und entwickeln kooperativ erste eigene Unterrichtsszenarien gemäß diesen Informationsquellen. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den ersten beiden Inputveranstaltungen werden in der dritten Veranstaltung auf die Frage hin fokussiert, welche Kompetenzen in der Arbeitswelt von morgen relevant sein können. Gemäß den Ausführungen der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission (SWK) in ihrem Gutachten (2022) soll hierdurch die Bedeutung einer Förderung der sogenannten Future Work Skills im Unterricht zur Bewältigung zukünftiger berufsfeldübergreifende Kompetenzanforderungen, verdeutlicht werden. Hierfür setzten sich die Studierenden kritisch mit den Erkenntnissen aktueller Studien auseinander. Darauf aufbauend entwickeln sie methodische Möglichkeiten und Szenarien, wie diese Kompetenzen im beruflichen Unterricht gezielt gefördert werden können.

Abschließend findet in der letzten Inputveranstaltung eine umfassende Information zum Thema Datenschutz und Datensicherheit statt, welche vom Medienzentrum Darmstadt mit inhaltlicher Absprache angeboten wird. Im Rahmen dessen erarbeiten sich die Studierenden anhand vielfältiger Quellen einen Kenntnisstand zum Thema Datenschutz und Datensicherheit, sie bear-

beiten darauf aufbauend Rechtsfälle und reflektieren diese gemeinsam im Plenum unter Begleitung eines Verantwortlichen des Medienzentrums. In der konzeptionellen Projektphase arbeiten die Studierenden in möglichst domänenspezifischen Gruppen und entwickeln eine Unterrichtsreihe zu einer Digitalisierungsthematik (handlungsorientierter Ansatz), mit der sich die Studierenden zu Beginn der Seminarveranstaltung (erste Inputveranstaltung) eingehend auseinandergesetzt haben, und dokumentieren diese anhand einer ausführlichen Ausarbeitung. Als Orientierung (für den Planungsprozess) dient ein für die Veranstaltung ausgearbeiteter Leitfaden zur Planung einer Unterrichtsreihe. Der Leitfaden besteht aus acht leitfragengestützten Planungsschritten, die in Anlehnung an Tenberg (2019) formuliert wurden. Anhand des Leitfadens werden von den Studierenden neben wichtigen Schritten des Planungsprozesses und der Unterrichtskonzeption wie z.B. der Anfertigung einer curricularen Matrix auch Reflexionsschritte selbstständig abgearbeitet, um am Ende der Planung Rückschlüsse über den Planungsprozess zu erhalten. Neben Raspberry Pis und iPads steht den Studierenden das Lernmodul TP 260 der Firma Festo Didactic sowie nach Bedarf weitere Ausstattung eines Lehr-Lernlabors zur Verfügung. Das bestehende Medienangebot kann gemäß dem Ansatz „bring your own device“ (byod) seitens der Studierenden beliebig ausgeweitet werden. Die Ausarbeitung der Studierenden soll neben der ganzheitlichen Darstellung ihrer Unterrichtsplanung sowie einer Erläuterung der Digitalisierungsthematik relevante Aspekte des Umgangs mit Datenschutz und der Datensicherheit berücksichtigen. Um im Unterricht situationsgemäß zu agieren, sollten Lehrkräfte wissen, welche digitale Geräte oder Methoden sie in ihrem Unterricht integrieren und wie sie mit den verbundenen Schwierigkeiten umgehen (Koehler et al., 2014). Hierfür erstellen und präsentieren die Studierenden ein digitales Handlungsprodukt, welches dem Erwartungshorizont einer realen Unterrichtssituation entspricht. Diese Vorgehensweise soll dazu dienen, Schwierigkeiten, welche bei der Umsetzung im Unterricht auftreten könnten, bereits in der Planungsphase zu erkennen, um somit frühzeitig entgegensteuern zu können.

Begleitet werden die Studierenden von der Seminarleitung und den Dozent/-innen der Fachdidaktik ihrer beruflichen Fachrichtung, mit denen sie ihre Ideen und Planung reflektieren können. Hierfür haben sich nahezu alle Dozent/-innen der Fachdidaktiken der unterschiedlichen beruflichen Fachrichtungen (im weiteren Fachdidaktikvertreter/-innen genannt) der Praxisphase III bereiterklärt, an einem der Seminartermine der Praxisphase zu partizipieren. Somit erhalten die Studierenden bereits im aktuellen Planungsprozess eine qualitative Rückmeldung zu ihrem Planungsstand.

In der Abschlussveranstaltung erläutern alle Projektgruppen ihre Unterrichtsreihen und Handlungsprodukte im Plenum und stellen sie zur Diskussion. Die Abschlussveranstaltung findet zusammen mit der Veranstaltung „Digitaler Dienstag“ des Medienzentrums Darmstadt statt, an dem sich interessierte Lehrkräfte zu Digitalisierungsaspekten in einem regelmäßigen Turnus austauschen. Zudem werden die Fachdidaktikvertreter/-innen der Praxisphase III eingeladen. Diese Vorgehensweise ermöglicht den Studierenden neben einer fundierten fachdidaktischen Expertise eine praktische Einschätzung zur Umsetzbarkeit in den Schulen zu erhalten. Prinzipiell sollen die Ergebnisse der Studierenden so angelegt sein, dass eine Erprobung der Konzeption in der Durchführung der Praxisphase III (Schulpraktische Studien) in den Schulen bzw. in der späteren beruflichen Laufbahn der angehenden Lehrkräfte erfolgen kann.

### 3.2 Evaluationsdesign

In der vorliegenden Arbeit wurde eine summative Evaluation des Seminarkonzepts durchgeführt. Dazu wurden Daten über eine Pre-Post-Erhebung (Fragebogen) zu Beginn der ersten Inputveranstaltung und nach Beendigung der Präsentationsveranstaltung erhoben. Pandemiebedingt, konnte ein Kontrollgruppendesign nicht realisiert werden, da alle Lehrveranstaltungen ad hoc digitalisiert werden mussten.

### 3.3 Stichprobe

Das oben erläuterte Seminarkonzept wurde in fünf aufeinanderfolgenden Semestern (SoSe 2020 bis WiSe 2022/23) durchgeführt. An der Intervention nahmen in dem genannten Zeitraum 76 Studierende aller beruflicher Fachrichtungen teil.

An der Befragung beteiligten sich zum Messzeitpunkt  $t_0$  (Pretest)  $n = 59$  Studierende und zum Messzeitpunkt  $t_1$  (Posttest)  $n = 39$  Studierende. Es liegen 37 Datensätze aus beiden Messzeitpunkten vor. Weitere Angaben zu den Stichproben sind in Tabelle 1 eingetragen.

Tab. 1: Stichprobe

		Studierende			
		Geschlecht			Alter
		<i>w</i>	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>M (SD)</i>
Querschnitt	<i>MZP t<sub>0</sub></i>				30.24
	( <i>n = 59</i> )	28	31	0	(6.00)
	<i>MZP t<sub>1</sub></i>				29.79
	( <i>n = 39</i> )	22	16	1	(5.1)
Längsschnitt	( <i>n = 37</i> )	22	15	0	30 (4.97)

### 3.4 Instrumente

Für die Erfassung von Veränderungen wurden zwei Fragebögen (Pre- und Postfragebogen) entwickelt. Neben soziodemografischen Daten (Alter und Geschlecht) werden die berufliche Fachrichtung der Studierenden sowie deren Studiengang erhoben. Die Skalen zur Erfassung der Digitalkompetenz sind weitestgehend der Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden von Rubach & Lazarides (2019) entnommen. Die von diesen Autorinnen entwickelte Skala orientiert sich an den von der KMK (2016) in der Bildungsstrategie „Bildung in der digitalen Welt“ beschriebenen Kompetenz- und Inhaltbereichen. Basierend auf den Erkenntnissen der Untersuchung von Rubach & Lazarides (2019) erfolgte eine Anpassung bzw. Umformulierung einiger Items der Skalen. Über Selbsteinschätzungen können Kompetenzen im Allgemeinen nur indirekt gemessen werden (Meritt et al., 2005). Jedoch betrachten unter anderem Autorgruppen wie Calvani et al. (2008) Selbsteinschätzung als ein legitimes Instrument, um Informationen über digitale Kompetenzen auf ressourceneffiziente Weise zu erhalten.

Die Bereitschaft zum Einsatz von Technik, wurde mit dem Instrument Technikbereitschaft von Neyer et al. (2012) erfasst. Der erfolgreiche Umgang mit Technik hängt gemäß diesen Autoren

von Einstellungen sowie von Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen ab. Dementsprechend erfassen sie Technikbereitschaft (TB) als dreifaktorielles Konstrukt aus Akzeptanz sowie Kompetenz- und Kontrollüberzeugung im Hinblick auf den Einsatz von Technik.

Die Erfassung der Selbstwirksamkeitserwartung beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht erfolgt anhand der SECU-Skala, welche von der Forschungsgruppe um Dinse de Salas in Analogie zu den bestehenden Instrumenten (ASKU–Allgemeine Selbstwirksamkeit, Kurzskaala von Beierlein, Kovaleva, Kemper & Rammstedt, 2014; beziehungsweise CUSE bzw. CUSE-D) entwickelt wurde (Dinse de Salas 2019). Die Skala zu Selbstwirksamkeitserwartungen wird nur zum Zeitpunkt  $t_0$  eingesetzt.

Zusätzlich zu den beschriebenen Skalen wird das Wissen über die Digitalisierung im Berufsfelds der Studierenden in Anlehnung an die Ausführungen von Seufert et al. (2018) erhoben. Dieses Wissen gilt als wichtiger Bestandteil des Fachwissens einer unterrichtenden Lehrkraft. Es wird anhand eines selbst konstruierten Items erhoben. Zudem wird über ein weiteres selbstkonstruiertes Item die Bedeutungszuweisung der Digitalisierung für die Berufe der jeweiligen beruflichen Fachrichtung erfasst.

Für die Messung der Selbsteinschätzung zum Umgang mit digitalen Medien (SD05) sowohl im Allgemeinen (SD05\_1) und in Bezug auf den Unterricht (SD05\_2) werden zwei Items von Dinse De Salas (2019) verwendet. Zudem wird in Anlehnung an Rubach und Lazarides (2019) die Mediennutzung der Studierenden erfasst. Entgegen den Ausführungen der Autorinnen erfolgt dies jedoch nicht anhand der Vorgabe einer Auswahl von digitalen Endgeräten sowie digitalen Ressourcen, sondern in einem offenen Antwortformat.

Um die Selbsteinschätzungen der Digitalkompetenz im Hinblick auf die Wirkung der Seminarveranstaltung zu erfassen und somit mehr als eine reine zeitliche Koinzidenz einer möglichen Veränderung zu erhalten, wurden Items in Form von Lernzielen formuliert, welche im Postfragebogen abgefragt werden. Im Folgenden werden drei Beispielitems dargestellt:

- LZ1 Durch das Seminar wurde ich in meiner digitalen Kompetenz gefördert.
- LZ2 Durch das Seminar habe ich gelernt, wie ich die digitale Kompetenz meiner Schüler/-innen fördern kann.
- LZ3 Durch das Seminar habe ich gelernt, wie ich digitale Medien zur Gestaltung des Unterrichts didaktisch sinnvoll einsetzen kann.

Mit Ausnahme der offenen Fragen zur Ergänzung der Items der allgemeinen Seminarevaluation sowie der Erfassung der Mediennutzung und der soziodemografischen Daten erfolgt die Erfassung der anderen Items anhand einer fünfstufigen Antwortskala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu). In Tabelle 2 sind die verwendeten Instrumente einschließlich ihrer Itemanzahl und interner Konsistenz, gemessen mit Cronbachs Alpha, angegeben.

Tab. 2: Verwendete Instrumente

Fragebogen	Skala	Items	$\alpha$
Digitalkompetenz (DK)	Suchen und Verarbeiten (SUCH)	3	.434
	Kommunizieren und Kollaborieren (KOMM)	6	.870
	Produzieren und Präsentieren (PROD)	6	.741
	Schützen und sicher Agieren (SCHÜT)	4	.731
	Problemlösen und Handeln (PROBL)	5	.786
	Analysieren und Reflektieren (ANALY)	3	.743
Technikbereitschaft (TB)	Technikakzeptanz (TA)	4	.837

	Technikkompetenzüberzeugungen (TKOMP)	4	.896
	Technikkontrollüberzeugungen (TKONT)	4	.695
Selbstwirksamkeits-erwartungen (SE)	Selbstwirksamkeitserwartungen beim Einsatz digitaler Medien im Einsatz (SE)	12	.909

Anmerkungen :  $\alpha$  = Cronbachs Alpha

Die Skalen weisen mit Ausnahme der Skala (SUCH) nach Hossiep (2022) eine zufriedenstellende Reliabilität auf. Aufgrund ihrer schlechten internen Konsistenz fließt die Skala (SUCH) nicht in die weitere Auswertung mit ein. Die Zusammenhänge zwischen den verbliebenen Skalen der Digitalkompetenz wurden im Querschnitt mittels Interkorrelation überprüft (siehe Tabelle 3 und 4).

Tabelle 3: Korrelationsmatrix Digitalkompetenz MZP  $t_0$  (Längsschnitt) N = 37

	1	2	3	4	5
Kommunizieren und Kollaborieren (KOMM)	1				
Produzieren und Präsentieren (PROD)	.786**	1			
Schützen und sicher Agieren (SCHÜT)	.510**	.537**	1		
Problemlösen und Handeln (PROBL)	.814**	.761**	.480**	1	
Analysieren und Reflektieren (ANALY)	.534**	.634**	.576**	.644**	1

Tab. 4: Korrelationsmatrix Digitalkompetenz MZP  $t_1$  (Längsschnitt) N = 37

	1	2	3	4	5
Kommunizieren und Kollaborieren (KOMM)	1				
Produzieren und Präsentieren (PROD)	.755**	1			
Schützen und sicher Agieren (SCHÜT)	.569**	.637**	1		
Problemlösen und Handeln (PROBL)	.750**	.877**	.693**	1	
Analysieren und Reflektieren (ANALY)	.656**	.646**	.682**	.760**	1

Es hat sich gezeigt, dass die Konstrukte im mittleren bis hohen Bereich korrelieren, was bei verschiedenen Facetten eines Gesamtkonstrukts eher zu erwarten ist. Die interne Konsistenz der Gesamtskala Digitalkompetenz (DK) ist einem Cronbachs Alpha von .936 entsprechend hoch, somit kann die interne Konsistenz des Gesamtkonstrukts als sehr gut interpretiert werden und die Subskalen können somit zu einer Gesamtskala verrechnet werden.

Anhand der beschriebenen Instrumente sollen die folgenden Hypothesen geprüft werden:

1. Die Digitalkompetenz der Studierenden verbessert sich durch die Veranstaltung  
 Im Bereich der Pädagogik und Psychologie verweist der Begriff "Kompetenz" stets auf die Fähigkeit, spezifische Anforderungen in konkreten Situationen erfolgreich zu meistern (Klieme & Leutner, 2006). Anhand der Seminar-konzeption werden die Studierenden in verschiedenen Situationen mit unterschiedlichen digitalen Problem- bzw. Aufgabenstellungen konfrontiert. Die Lösung dieser Problem- bzw. Aufgabenstellungen verlangen hierbei unterschiedliche Facetten der digitalen Kompetenz. So müssen die Studierenden beispielsweise kooperativ an digitalen Aufgabenstellungen arbeiten oder eigene digitale berufliche Handlungsprodukte zu einer geplanten Unterrichtsreihe erstellen.
2. (a) Die Kenntnisse der Studierenden über aktuelle Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld nehmen durch die Veranstaltung zu.

Wie in Kapitel 2.2 bereits erwähnt, ist berufsbildender Unterricht so zu gestalten, dass er den aktuellen Stand der Digitalisierung behandelt und somit die Schüler/-innen in den entsprechenden digitalen und fachlichen Kompetenzen fördert. Hierfür ist es notwendig, dass die Lehrkräfte über das notwendige Wissen verfügen, welche Veränderungen in den Berufsfeldern durch Digitalisierung entstehen, um somit deren Auswirkungen auf die Tätigkeiten der Fachkräfte einschätzen zu können (Seufert et al. 2019). In der Seminarveranstaltung setzen sich die Studierenden aktiv mit der Digitalisierung in ihrem Berufsfeld auseinander. Dies geschieht unter anderen anhand von kooperativen Recherchen zu einzelnen Berufsgruppen.

(b) Die Bedeutungszuweisung der Studierenden über aktuelle Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld nehmen durch die Veranstaltung zu.

Wie in Kapitel 2.1.3 beschrieben, führen die Digitalisierung und die damit einhergehende Transformation zu Verschiebungen in den Kompetenzanforderungen und betonen die Bedeutung digitaler Fähigkeiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (DGFP 2016). Anhand der Seminarkonzeption setzten sich die Studierenden eingehend mit den aktuellen Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld auseinander und leiten daraus ab, welche Kompetenzen heute und zukünftig erworben werden müssen um die Kompetenzanforderungen des Berufs zu erfüllen. Hieraus resultiert, dass Digitalisierung nicht mehr als gesonderte Thematik, sondern als integraler Bestandteil der beruflichen Handlungskompetenz gesehen und ihr somit eine höhere Bedeutung zugewiesen wird.

3. Die Technikkompetenzüberzeugung der Studierenden nimmt durch die Veranstaltung zu.

Gemäß Eberspächer (2008) wird die persönliche Erfahrung als die maßgebliche Quelle der Kompetenzüberzeugung betrachtet. Vergangene Erfolgserlebnisse tragen zur Stärkung der Kompetenzüberzeugung bei, während Misserfolge diese negativ beeinträchtigen. Die Studierenden bearbeiten unterschiedliche digitale Problem- und Aufgabenstellungen in Rahmen der Seminarveranstaltung. Erfolgserlebnisse bei der Aufgabenbewältigung sowie das Feedback durch Seminarleitung, Seminargruppe sowie externer Experten wie z.B. den universitären Fachausbilder/-innen der beruflichen Fachrichtung dürften zur Bestärkung der Studierenden in ihrer Kompetenzüberzeugung beitragen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Stichprobeneffekte

Für den in den nachfolgenden Kapiteln durchgeführten Vergleich der Stichproben im Längsschnitt, ist zunächst zu prüfen, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Studierenden, die nur an der Befragung zum ersten Messzeitpunkt und den Studierenden, welche an beiden Befragungen teilgenommen haben, besteht.

Tab. 5: Stichprobe MZP  $t_0$  (Querschnitt)

Querschnitt	Teilnahme nur an MZP $t_0$		Teilnahme an MZP $t_0$ u. MZP $t_1$		
	$N$	$M(SD)$	$N$	$M(SD)$	$t(57)$ $p$

Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien (EDM)	22	2.41 (.80)	37	2.54 (1.02)	.519	.606
Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht (EDMU)	22	3.50 (.67)	37	3.32 (.71)	-.938	.352
Kenntnis über Digitalisierungsthematiken (KD)	22	3.23 (1.31)	37	3.03 (1,14)	-.617	.540
Bedeutungszuweisung Digitalisierungsthematiken (BD)	22	3.86 (.99)	37	3.81 (1.15)	-.179	.858
Digitalkompetenz I – Suchen und Verarbeiten (SUCH)	22	4.09 (.37)	37	3.96 (.48)	-1.14	.259
Digitalkompetenz II – Kommunizieren und Kollaborieren (KOMM)	22	4.14 (.45)	37	4.18 (.55)	.287	.778
Digitalkompetenz III – Produzieren und Präsentieren (PROD)	22	3.92 (.45)	37	3.80 (.50)	-.983	.330
Digitalkompetenz IV – Schützen und sicher Agieren (SCHÜT)	22	3.30 (.54)	37	3.43 (.63)	.853	.397
Digitalkompetenz V – Problemlösen und Handeln (PROBL)	22	3.55 (.47)	37	3.58 (.59)	.222	.825
Digitalkompetenz VI – Analysieren und reflektieren (ANALY)	22	3.48 (.66)	37	3.61 (.57)	.783	.437
Digitalkompetenz gesamt (DK)	22	3.74 (.35)	37	3.76 (.45)	.110	.913
Technikakzeptanz (TA)	22	3.31 (.62)	37	3.66 (.98)	1.530	.131
Technikkompetenzüberzeugung (TKOMP)	22	4.08 (.77)	37	3.93 (1.01)	-.587	.559
Technikkontrollüberzeugung (TKONT)	22	3.57 (.51)	37	3.70 (.57)	.868	.389
Selbstwirksamkeitserwartung beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht (SE)	22	3.72 (.50)	37	3.65 (.71)	.424	.673

Anmerkungen: Werte wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung) abgetragen

Wie Tabelle 5 zu entnehmen ist, weisen die Daten aus dem Querschnitt auf keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der erhobenen Faktoren hin. Ein Stichprobeneffekt beim Längsschnitt ( $n=37$ ) kann daher ausgeschlossen werden.

## 4.2 Digitalkompetenz

Veränderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten innerhalb der Längsschnittgruppe werden mit einem t-Test (eine Stichprobe, zwei Messzeitpunkte) geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 abgetragen.

Tab. 6: Digitalkompetenz & Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien (Längsschnitt)

Längsschnitt	MZP $t_0$		MZP $t_1$		$t(36)$	$p$
	$N$	$M(SD)$	$M(SD)$			
Digitalkompetenz II (KOMM)	37	4.18 (.55)	4.38 (.49)		-2.599	.013*

Digitalkompetenz III (PROD)	37	3.80 (.50)	4.20 (.47)	-4.870	.000***
Digitalkompetenz IV (SCHÜT)	37	3.43 (.63)	3.67 (.58)	-1.974	.056
Digitalkompetenz V (PROBL)	37	3.58 (.59)	4.04 (.54)	-4.909	.000***
Digitalkompetenz VI (ANALY)	37	3.61 (.57)	3.95 (.61)	-3.177	.003*
Digitalkompetenz gesamt (DK)	37	3.76 (.46)	4.09 (.45)	-4.758	.000***
Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien (EDM)	37	3.32 (.71)	3.62 (.55)	-3.168	.003*
Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht (EDMU)	37	2.54 (1.02)	3.22 (.95)	-3.995	.000***

Anmerkungen: Werte wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung) abgetragen

Nach dem fachdidaktischen Projektstudium ( $M = 4.09$ ,  $SD = 0.45$ ) schätzen die Proband/-innen ihre Digitalkompetenz (DK) signifikant höhere ein als vor dem Seminar. Das fachdidaktische Projektstudium hat einen signifikant positiven Einfluss auf die wahrgenommene Digitalkompetenz der Studierenden ( $t(36) = -4,758$   $p < .000$ ,  $n = 37$ ). Dieser hoch signifikant positive Einfluss lässt sich nicht nur für die gesamte Digitalkompetenz, sondern mit Ausnahme des Kompetenzbereichs „Schützen und sicher agieren“ (SCHÜT) auch für alle anderen Kompetenzbereiche der Digitalkompetenz verzeichnen. Im Hinblick auf den Erfahrungszuwachs der Studierenden, welcher als Facette der Kompetenz betrachtet werden kann, zeigt sich, dass die Studierenden ihre Erfahrungen im Umgang mit digitalen Medien sowohl allgemein (EDM) ( $t(36) = -3.168$   $p < .003$ ,  $n = 37$ ) als auch im unterrichtlichen Kontext (EDMU) ( $t(36) = -3.995$   $p < .000$ ,  $n = 37$ ) signifikant höher einschätzen als vor der Veranstaltung.

Weitere Aspekte stellen die in Tabelle 7 dargestellten Rückmeldungen zu den Lernzielen dar. Die deskriptive statistische Auswertung der Lernziele zeigt, dass nach der Durchführung der Seminarveranstaltung die Studierenden einen Effekt ( $M = 4.11$ ,  $SD = 0.61$ ) der Seminarveranstaltung im Hinblick auf die Entwicklung ihrer Digitalkompetenz berichten.

Tab. 7: Lernziele der Seminarveranstaltung

	<i>N</i>	<i>MZP</i> <i>t<sub>1</sub></i> <i>M(SD)</i>
Durch das Seminar habe ich gelernt, wie ich die digitale Kompetenz meiner Schüler*innen fördern kann. (PO02_01)	37	3.70 (.85)
Durch das Seminar habe ich gelernt, wie ich digitale Medien zur Gestaltung des Unterrichts didaktisch sinnvoll einsetzen kann. (PO02_02)	37	3.92 (.76)
Durch das Seminar habe ich gelernt, wie ich mit Studierenden digital kollaborativ zusammenarbeiten kann. (PO02_03)	37	3.84 (1.01)
Durch das Seminar wurde ich in meiner digitalen Kompetenz gefördert. (PO02_04)	37	4.11 (.61)

Anmerkungen: Werte wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung) abgetragen

Damit lässt sich insgesamt sagen, dass Hypothese (1): „Die Digitalkompetenz der Studierenden verbessert sich durch die Veranstaltung“ durch die Ergebnisse bekräftigt wird.

### 4.3 Digitalisierung im Berufsfeld

Neben der wahrgenommenen Zunahme ihrer Digitalkompetenz zeigen die Studierenden, wie in Tabelle 8 dargestellt, eine signifikant höhere Ausprägungen bei dem Aspekt „Kenntnisse über die Digitalisierung im Berufsfeld“ ( $t(36) = -6.273$   $p < .000$ ,  $n = 37$ ) von Messzeitpunkt  $t_0$  ( $M=3.03$ ;  $SD= 1.14$ ) zu Messzeitpunkt  $t_1$  ( $M = 4.14$ ;  $SD = 0.63$ ). Im Hinblick auf die Bedeutungszuweisung dieser Thematiken zeigt sich allerdings keine Steigerung.

Tab. 8: Digitalisierung im Berufsfeld (Längsschnitt)

Längsschnitt	MZP $t_0$		MZP $t_1$		$t(36)$	$P$
	$N$	$M(SD)$	$M(SD)$			
Kenntnis über Digitalisierungsthematiken (KD)	37	3.03 (1.14)	4.14 (.63)		-6.273	.000***
Bedeutungszuweisung Digitalisierungsthematiken (BD)	37	3.81 (1.15)	3.84 (.83)		-.183	.856

Anmerkungen: Werte wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung) abgetragen

Hypothese (2a): „Die Kenntnis der Studierenden über aktuelle Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld nimmt durch die Veranstaltung zu“ wird damit bekräftigt.

Hypothese (2b): „Die Bedeutungszuweisung der Studierenden über aktuelle Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld nehmen durch die Veranstaltung zu“ findet damit keine Bekräftigung.

### 4.4 Technikkompetenzüberzeugung

Bezogen auf die unterschiedlichen Facetten der Technikbereitschaft zeigen sich, wie in Tabelle 9 dargestellt, keine Veränderungen.

Tab. 9: Technikbereitschaft (Längsschnitt)

Längsschnitt	MZP $t_0$		MZP $t_1$		$t(36)$	$p$
	$N$	$M(SD)$	$M(SD)$			
Technikakzeptanz (TA)	37	3.66 (.98)	3.61 (.98)		.493	.625
Technikkompetenzüberzeugung (TKOMP)	37	3.93 (1.01)	4.01 (.92)		-.636	.529
Technikkontrollüberzeugung (TKONT)	37	3.70 (.57)	3.77 (.67)		-.763	.450
Technikbereitschaft (TB)	37	3.76 (.70)	3.79 (.72)		-.358	.723

Anmerkungen: Werte wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung) abgetragen

Hypothese (3): „Die Technikkompetenzüberzeugung der Studierenden nimmt durch die Veranstaltung zu“ findet damit keine Bekräftigung. Es zeigt sich weder eine höhere Technikkompetenzüberzeugung, noch nimmt die Technikbereitschaft insgesamt zu.

## 5. Diskussion

Mit dem fachdidaktischen Projektstudium wurde eine Veranstaltungskonzept entwickelt, in dem die Studierenden sich aktiv mit der Digitalisierung im Hinblick auf die Vermittlung relevanter Kompetenzen in Schule und Beruf sowie Veränderungsprozessen durch Digitalisierung auseinandersetzen. Somit wurde den Studierenden innerhalb ihrer Ausbildung ein Setting geboten und im Zeitraum zwischen Sommersemester 2020 und Wintersemester 2022/23 wurden eine Vielzahl unterschiedlicher Unterrichtsreihen gemäß dem Ansinnen der KMK (2016) Bildungsstrategie „Bildung in der digitalen Welt“ entwickelt. Tabelle 10 gibt einen Überblick über die von den Studierenden entwickelten Unterrichtsreihen.

Tab. 10: Geplante Unterrichtsreihen

Semester	Ausbildungsberuf	Thema der Unterrichtsreihe
WiSe22/23	Mediengestalter/-in	Medien datenbankgestützt erstellen
WiSe22/23	Gärtner/-in – Fachbereich Zierpflanzen	Erstellen von Erklärvideos als „How to“ für die datenbankbasierte Auswahl zugelassener Pflanzenschutzmittel
WiSe22/23	Maler- und Lackierer/-in	Erstellen eines digitalen Aufmaßes anhand unterschiedlicher digitaler Tools sowie virtuelle Raumdarstellung (VR)
WiSe22/23	Friseur/-in	Erstellung von Werbevideos in Form von Instagramm Reels
SoSe22	Bauzeichner/-in	BIM (Building Information Modeling) – Planung einer Halle in Skelettbauweise.
SoSe22	Chemisch-Technischen-Assistent/-in	Entwicklung einer Datenbank zur automatisierten Auswertung von Daten und Proben eines Fotometers
SoSe22	Mediengestalter/-in	Entwicklung eines digitalen Werbekonzepts für einen Großhersteller von Speiseölen
SoSe22	Tischler/-in	Digitale Schrankplanung und Visualisierung (VR)
SoSe22	Mechatroniker/-in	Elektromechanische Steuerung über lokale Netzwerke
SoSe22	Gärtner/-in – Fachrichtung Garten und Landschaftsbau	Erstellen eines digitalen Aufmaßes im Vergleich zu einem händischen Aufmaß
WiSe21/22	Tischler/-in	Digitale Schrankplanung, -erstellung und – visualisierung (CAD/CAM; VR)
WiSe21/22	Friseur/-in	Anfertigung eines Basishaarschnitts - Video-Tutorials von Auszubildenden für Auszubildende
WiSe21/22	KFZ-Mechatroniker/-in	Nachrüstung eines auf Arduino basierenden Park-Distance-Control-System für Oldtimer
WiSe21/22	Industriemechaniker/-in	Erklärvideos zur VR-gestützten Montage und Demontage von Getrieben
SoSe21	Zimmerer/-in	Digitale Treppenplanung – Der Treppenassistent
SoSe21	Gärtner/-in – Fachrichtung Garten und Landschaftsbau / Mediengestalter/-in	Entwicklung einer Microsite zum Thema farbgerichte Staudenbepflanzung für die BUGA 2023
SoSe21	Fachinformatiker/-in	Entwicklung einer gegen Cross-Site-Scripting gesicherten Datenbank für die Veraltung von Kundenaufträgen - Greenhelper
SoSe21	Mediengestalter/-in	Entwicklung einer Homepage zum Thema Datenschutz für Kinder – „Die sicheren Surfer“
WiSe20/21	Friseur/-in	Erstellen von Schülervideos zur Kunden- und Typberatung anhand von Frisurenapps
WiSe20/21	Werkzeugmechaniker/-in	Erstellen von verlorenen Formen anhand von Rapid Prototyping

WiSe20/21	Hochbaufacharbeiter/-in	Erstellen eines digitalen Fundamentplanes
SoSe20	Industriemechaniker/-in	CAD/CAM gesteuerte Fertigung
SoSe20	Gärtner/-in – Fachbereich Zierpflanzen	Entwicklung digitaler Pflanzkarten für die QR-Code gesteuerte Informationssteuerung und Marketing in einer Gärtnerei
SoSe20	Betriebselektroniker/-in	Cloudcomputing zur Anlagensteuerung und -überwachung mittels Raspberry Pi
SoSe20	Friseur/-in	Entwicklung eines digitalen Werbekonzept für einen Friseursalon

Die Studierenden wurden aktiv mit der Problemstellung konfrontiert, eine Unterrichtsreihe zu einer aktuellen Digitalisierungsthematik eines Berufes ihrer beruflichen Fachrichtung und ein dazugehöriges digitales Handlungsprodukt zu entwickeln. Im Ergebnis zeigt sich eine Verbesserung in nahezu allen Facetten der Digitalkompetenz sowie der Kenntnis über aktuelle Digitalisierungsthematiken. Im Hinblick auf die Skala „sicher agieren“ der Hauptskala Digitalkompetenz ließ sich keine Veränderung feststellen. Dies wirkt im ersten Blick verwunderlich, da dieses Themengebiet explizit in einer der beschriebenen Inputveranstaltungen aufgegriffen, in Einzelarbeit anhand von Fallaufgaben vertieft und im Plenum reflektiert wurde. Wird allerdings berücksichtigt, dass die in Tabelle 10 dargestellten Unterrichtsreihen sehr unterschiedliche Facetten des Datenschutzes oder des Urheberrechtes aufweisen, lässt sich dies ggf. darauf zurückführen.

Im Hinblick auf die Technikkompetenzüberzeugung sowie der gesamten Technikbereitschaft ließ sich keine Veränderung verzeichnen. Der Annahme, dass die Technikkompetenzüberzeugung in Folge der Erfahrung einer erfolgreich durchgeführten Planung und Erstellung des Handlungsprojektes sowie den Rückmeldungen durch unterschiedliche Experten zunimmt, kann somit nicht bestätigt werden. Die Ursache hierfür könnte in mehreren Punkten zu verorten sein. Zum einen fiel die Unterstützung und Partizipation sowie das Feedback am Ende der Fachdidaktikausbilder/-innen sehr unterschiedlich aus, worauf nur begrenzt Einfluss genommen werden kann. Auch war die Zeit für eine tiefgründige wissenschaftliche Reflexion, z.B. der didaktischen Planungstools, am Ende sehr knapp.

Ein abschließender nicht unwesentlicher Aspekt im Hinblick auf die Erfahrung von Erfolgserlebnissen ist die praktische Umsetzung der Lehrkonzepte. Das ursprüngliche Vorhaben, dass die Studierenden bei der Planung ihrer Unterrichtsreihen aktiv von Ausbilder/-innen der Fachdidaktik begleitet und geplanten Unterrichtsreihen in den parallel oder im Anschluss stattfindenden schulpraktischen Studien erproben und reflektieren können, ließ sich leider nicht umsetzen. Dies hatte im Wesentlichen zwei Gründe. Zum einen stand die Durchführung des fachdidaktischen Projektstudiums von Beginn an unter dem Zeichen der Coronapandemie und der damit einhergehenden Aussetzung von Schulbesuchen, zum anderen steht die Idee einer Passung zwischen Konzeption und Studienplan der Realität einer freien Studienplanung seitens der Studierenden entgegen. So wurden oftmals die schulpraktischen Studien bereits vor der Veranstaltung absolviert oder deren zeitliche Durchführung noch nicht geplant. Somit konnte der Prozess der Umsetzung, insofern dies anhand schulischer Gegebenheiten möglich gewesen wäre, nicht begleitet und somit wichtige Erkenntnisse beim Durchführen nicht gewonnen werden.

Es zeigt sich, dass mit dem fachdidaktischen Projekt Studium den Studierenden ermöglicht wird, ihre Kenntnisse im Hinblick auf die Digitalisierungsthematiken in ihrem beruflichen Handlungsfeld auszuweiten. Die Tatsache, dass eine bessere Kenntnis nicht gleichzeitig zu einer Bedeutungszunahme seitens der Teilnehmer führte, kann ggf. darauf zurückgeführt werden, dass bereits in der Ausgangssituation eine erhöhte Bedeutungszuweisung vorlag. Hierbei wäre interessant zu schauen, ob es handlungsfeldspezifische Unterschiede in der Veränderung der Bedeutungszuweisung gibt. Es liegt nahe, dass Studierende aus eher technischen beruflichen Handlungsfeldern

wie Metalltechnik, Elektrotechnik, Druck- und Medientechnik oder auch Informatik eine höhere Bedeutungszuweisung in der Ausgangssituation aufweisen als Studierende der Körperpflege oder Agrarwirtschaft. Eine handlungsfeldspezifische Auswertung erscheint jedoch aufgrund der geringen Stichprobe als nicht zielführend.

## 6. Limitationen

Im Hinblick auf die Evaluationsergebnisse muss festgehalten werden, dass die Reichweite der Aussagen aus mehreren Gründen begrenzt ist. Die Stichprobe ist mit  $n = 37$  im Längsschnitt eher gering. Wenngleich die Beteiligung mit einer Rücklaufquote der Fragebögen von ca. 49% noch über den typischen Rücklaufquoten zwischen 5 % und 40 % für freiwillige Befragungen (Bortz & Döring 2016) liegt, war die Grundgesamtheit aufgrund der Studierendenzahlen Master of Education an der TU Darmstadt begrenzt. In der Projektlaufzeit war zudem ein weiterer Rückgang der Teilnehmenden in der Seminarveranstaltung verzeichnen.

Ein weiterer Aspekt, der im Hinblick auf die Aussagekraft der Ergebnisse berücksichtigt werden muss, ist, dass die Stichprobe zeitlich auf mehrere Treatments verteilt ist. Die Treatments unterscheiden sich nicht inhaltlich oder anhand der Arbeitsaufträge. Einen Unterschied gibt es jedoch in der Art der Durchführung. So wurde die Veranstaltung in Folge der Corona-Pandemie und der damit eingehenden Aussetzung der Präsenzlehre an der TU Darmstadt, in den ersten drei Durchgängen in Form einer digitalen Distanzlehrveranstaltung mittels Zooms und in den restlichen Durchgängen in Präsenz vor Ort an der Universität abgehalten. Gerade die unterschiedliche Art der Kooperation zwischen den Studierenden bei der Bearbeitung von Arbeitsaufträgen sowie der Planung der Unterrichtsreihen in Distanzformat im Verhältnis zur Präsenzlehre vor Ort könnte einen Einfluss haben, welcher sich jedoch statistisch nicht in der Auswertung nachweisen lässt. So konnte beobachtet werden, dass die Nutzung der Gruppenarbeitsphasen in den zur Verfügung gestellten Breakoutsessions über die Seminarzeit hinaus beansprucht wurde, was sich in Präsenzphasen aufgrund begrenzter Zeit und Raumkapazitäten als schwieriger herausstellte. Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, ist das Setting der Evaluation. In der Regel werden Wirkungen von Interventionen mittels Kontrollgruppendesign untersucht. Ein ursprünglich angedachtes Kontrollgruppendesign konnte jedoch in Zeiten der ad hoc Digitalisierung zu Beginn der Veranstaltung im Sommersemester 2020 aufgrund der geringen Zugriffsmöglichkeiten auf weitere Lerngruppen nicht realisiert werden.

Trotz allem sollte festgehalten werden, dass den Studierenden im Rahmen des fachdidaktischen Projektstudiums wichtige Erfahrungen und Kompetenzen vermittelt werden konnten, auf die sie in ihrer weiteren beruflichen Entwicklung zurückgreifen und diese ausweiten können. Ein inhaltliches Weiterbestehen der Veranstaltung bzw. eine Integration in die schulpraktischen Studien sollte dabei angedacht und zukünftig weiter evaluiert und weiterentwickelt werden. Gerade durch die aktuelle Veränderung aufgrund der Bedeutungszunahme künstlicher Intelligenz und der damit eingehenden Debatte um Industrie 5.0 sollten die daraus resultierenden Fragestellungen für die berufliche Bildung in der Weiterentwicklung berücksichtigt werden.

## Literatur

- Acatech (2016). Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen. München: Acatech.
- Ackeren, I. van, Aufenanger, S., Eickelmann, B., Friedrich, S., Kammerl, R., Knopf, J., Mayrberger, K., Scheika, H., Scheiter, K., Schiefner-Rohs, M. (2019). Digitalisierung in der Lehrerbildung. Herausforderungen,

- Entwicklungsfelder und Förderung von Gesamtkonzepten - In: Die deutsche Schule 111 (2019) 1, S. 103-119. <https://doi.org/10.31244/dds.2019.01>.
- Andelfinger, V. P. & Hänisch, T. (2017). Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern. Wiesbaden: Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-15557-5>
- Becker, M. & Spöttl, G. (2019). Auswirkungen der Digitalisierung auf die berufliche Bildung am Beispiel der Metall- und Elektroindustrie. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 22(3), 567-592. <https://doi.org/10.1007/s11618-019-00869-1>
- BIBB (2015). Berufsbildung 4.0: Digitale Medien in der beruflichen Bildung. Ergebnisse der BIBB-Erhebung zu digitalen Medien in der beruflichen Bildung 2014/2015. Bundesinstitut für berufliche Bildung.
- Brändle, M., Sotiriadou, C. & Zinn, B. (2023): Heliyon 9 (2023) e19516. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19516>
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. 5. Auflage. Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dengler, K.; Matthes, B. (2021). Folgen des technologischen Wandels für den Arbeitsmarkt: Auch komplexere Tätigkeiten könnten zunehmend automatisiert werden. IAB-Kurzbericht 13/2021. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung: Nürnberg.
- Dengler, K.; Matthes, B. (2019). Digitalisierung in Deutschland: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und die möglichen Folgen für die Beschäftigung. In: R. Dobischat et al. (Hrsg.), Bildung 2.1 für Arbeit 4.0?, Wiesbaden: Springer VS, 49-62.
- Deutscher, V., Seifried, J., Rausch, A., Thomann, H., Braunstein, A. (2023). Die LUCA Office Simulation in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung- Didaktische Design-Empfehlungen und erforderliche Lehrkompetenzen, in: (dies.) (Hrsg.). Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bielefeld, 107-121.
- DGFP – Deutsche Gesellschaft für Personalführung (2016). Leitfaden – Kompetenzen im digitalisierten Unternehmen. Ergebnisse aus Expertenkreisen im Rahmen eines BMWi-geförderten Forschungsprojekts. DGFP-Praxispapiere 02/2016. Deutsche Gesellschaft für Personalführung e. V.
- DigCompEdu (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, EUR 28775 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dinse de Salas, S. (2019). Die Medien im Unterricht: Entwicklung professionellen Wissens und professionsbezogener Einstellungen durch Coaching. Dissertation. Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- Eberspächer, H. (2008). Gut sein, wenn's drauf ankommt. Erfolg durch Mentales Training. 2. überarbeitete Auflage. München: Carl Hanser.
- Eickelmann, B., Lorenz, R. & Endberg, M. (2016). Die eingeschätzte Relevanz der Phasen der Lehrerausbildung hinsichtlich der Vermittlung didaktischer und methodischer Kompetenzen von Lehrpersonen für den schulischen Einsatz digitaler Medien in Deutschland und im Bundesländervergleich. In 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, Münster: Waxmann, 149–182.
- 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.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil M. & Vahrenhold, J. (2019). ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster; New York: Waxmann.
- Eickelmann, B., Bos, W. & Labusch, A. (2019). Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven. In Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.), ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking, Münster: Waxmann, 7-31.
- Eickelmann, B. & Drossel, K. (2020). Lehrer\*innenbildung und Digitalisierung - Konzepte und Entwicklungsperspektiven - In: van Ackeren, I., (Hrsg.); Bremer, H., Kessl, F., Koller, H. C., Pfaff, N., Rotter, C., Klein, D. & Salaschek, U.: Bewegungen. Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft. Opladen; Berlin; Toronto: Verlag Barbara Budrich 2020, 349-362. <https://doi.org/10.25656/01:19253>.
- Europäischer Rechnungshof (2021). Maßnahmen der EU für mehr digitale Kompetenz. Luxemburg: Europäischer Rechnungshof.

- Fadel, C., Bialik, M. & Trilling, B. (2017). Die vier Dimensionen der Bildung. Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen. Deutsche Übersetzung von Muuß-Merholz, J., Hamburg: Zll21 e.V. Verlag.
- Gebhardt, J., Grimm, A. & Neugebauer, L. M. (2015). Entwicklungen 4.0-Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3(2). <https://doi.org/10.48513/joted.v3i2.58>
- Gerdsmeier, G. (2010): Prinzipien curriculärer Konstruktion/Probleme der curricularen Konstruktion. In: Nickolaus, R., Pätold, G., Reinisch, H. & Tramm, T. (Hrsg.). *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Bad Heilbrunn: Springer, 234 -241. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-19372-0\\_26-1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-19372-0_26-1)
- Gerholz, K.-H., Schlottmann, P., Slepcevic-Zach, P. & Stock, M. (2023). Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Einleitung. In. (dies.) (Hrsg.). *Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung.* Bielefeld: Otto-Friedrich-Universität, 11-18.
- Ghomi, M., Dictus, C., Pinkwart, N. & Tiemann, R. (2020). DigCompEdu für MINT -Konkretisierung der digitalen Kompetenz von MINT-Lehrkräften. In: *k:ON - Kölner Online Journal für Lehrer\*innenbildung* 1/2020, S. 1-22. <https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2020.1.1>
- Gössling, B., Hagemeyer, D. & Sloane, P. F. E. (2019). Berufsbildung 4.0 als didaktische Herausforderung – Zum Umgang von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen mit digitalisierten Arbeitswelten. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 115, 2019/4, 546–566. <https://doi.org/10.25162/zbw-2019-0022>
- Harder, A., Schumann, S., Imboden, S. & Glassey-Previdoli, D. (2022). Einstellungen der Schulleitung zur digitalen Transformation: Corona als Brustlöser? In: S. Schumann, Susan, S. & S. Abele (Hrsg.): *Digitale Transformation in der Berufsbildung*. Bielefeld: wbv, 19-34. <https://doi.org/10.3278/9783763971381>
- Hähn, K., Ratermann-Busse, Monique (2020). Digitale Medien in der Berufsbildung – eine Herausforderung für Lehrkräfte und Ausbildungspersonal?. In: Wilmers, Annika [Hrsg.]; Anda, Carolin [Hrsg.]; Keller, Carolin [Hrsg.]; Rittberger, Marc [Hrsg.]: *Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung*. Münster; New York: Waxmann 2020, 129-158. <https://doi.org/10.25656/01:20768>
- Härtel, M., Brüggemann, M., Sander, M., Breiter, A., Howe, F. & Kupfer, F. (2018). *Digitale Medien in der betrieblichen Berufsausbildung. Medienaneignung und Mediennutzung in der Alltagspraxis von betrieblichem Ausbildungspersonal*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung. Verfügbar unter: <https://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/9412>. Stand vom: 04.07.2023.
- Helmrich, R., Tiemann, M., Troltsch, K., Lukowski, F., Neuber-Pohl, C., Lewalder, A. C. & Güntürk-Kuhl, B. (2016). *Digitalisierung der Arbeitslandschaften – Keine Polarisierung der Arbeitswelt aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel*. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB): Bonn.
- Herrmann, T., Hirschle, S., Kowol, D., Rapp, J., Resch, U. & Rothmann, J. (2017). Auswirkungen von Industrie 4.0 auf das Anforderungsprofil der Arbeitnehmer und die Folgen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung. In: Andelfinger, Volger P.; Hänisch, Till (Hrsg.): *Industrie 4.0 – Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*. Wiesbaden: Springer Gabler, 239–253. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-15557-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-658-15557-5_15)
- Hippmann, S., Klingner, R. & Leis, M. (2018). Digitalisierung – Anwendungsfelder und Forschungsziele: in: Neugebauer, R. (Hrsg.): *Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft*, Berlin: Springer, 9–18. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-55890-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55890-4_2)
- Hirsch-Kreinsen, H. (2020). *Digitale Transformation von Arbeit – Entwicklungstrends und Gestaltungsansätze*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hoffmann, R. & Suchy, O. (2016). *Aussichten für die Arbeit der Zukunft*. Working Paper Forschungsförderung. Nummer 013, Mai 2016. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Hossiep, R. (2022). Cronbachs Alpha. In M. A. Wirtz (Hrsg.): *Dorsch Lexikon der Psychologie*. Bern: Hogrefe. Retrieved from: <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/cronbachs-alpha>. Stand vom: 15.06.2023.
- Kamsker, S.e & Riebenbauer, E. (2023). Digitalisierung in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in der Wirtschaftspädagogik – eine erste Bestandsaufnahme aus Österreich. In: Karl-Heinz Gerholz et al. (Hrsg.): *Digitale Literacy*, Bielefeld: wbv, 21-34. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik* 52 (2006) 6, 876-903.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>

- Kultusministerkonferenz (2016). Bildung in der digitalen Welt - Strategie der Kultusministerkonferenz, Berlin, [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie\\_2017\\_mit\\_Weiterbildung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf) . Stand vom: 15.06.2023.
- Kultusministerkonferenz (2021). Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“, Berlin, [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2021/2021\\_12\\_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf) . Stand vom: 15.06.2023.
- Lehrer-online (2023). Umfrage-Ergebnisse: Nachhaltiger Digitalisierungsschub an Schulen durch Corona? <https://www.lehrer-online.de/aktuelles/aktuelle-nachrichten/news/na/umfrage-ergebnisse-wie-digital-gestalten-sie-ihren-unterricht-nach-den-coronabedingten-schulschliessungen/> (aufgerufen am 13.2.2024)
- Lipp, S. & Stock, M. (2023). Mit Learning Analytics zu Digital Literacy – konzeptionelle Überlegungen eines digitalen Lernraums zur (Weiter-) Entwicklung von Digital Literacy, in. (dies.) (Hrsg.). Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bielefeld: wbv, 52-62. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Luidold, D. & Slepcevic-Zach, P. (2023). Planspiele zur Förderung cross-disziplinärer Zusammenarbeit, in. (dies.) (Hrsg.). Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bielefeld: wbv, 123-136. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Maderick, J. A., Zhang, S., Hartley, K. & Marchand, G. (2015). Preservice teachers and self-assessing digital competence. *Journal of Educational Computing Research*, 54(3), 326–351. <https://doi.org/10.1177/0735633115620432>
- Mertens, P. & Barbian, D. (2016). Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung?. In: *Informatik Spektrum* 39, 301–309. <https://doi.org/10.1007/s00287-016-0974-5>
- Münk, Dieter (2001). Der Gewerbelehrer als Anpassungsvirtuose. Ausbildungsanspruch und Berufswirklichkeit. Bielefeld: Bertelsmann.
- Neyer, F. J., Felber, J. & Gebhardt, C. (2016). Kurzskala zur Erfassung von Technikbereitschaft (technology commitment). Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi.org/10.6102/zis244>
- OECD (2015). <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/42577/3222224/Digital+economy+outlook+2015/dbdec3c6-ca38-432c-82f2-1e330d9d6a24>. <http://dx.doi.org/10.1787/888933224189>. Stand vom: 01.02.2023.
- OECD (2020). Lernkompass 2030: Die Zukunftsstrategie der OECD für Bildung. OECD Publishing.
- Pahl, J. – P. (2017). Berufe, Berufswissenschaft und Berufsbildungswissenschaft. Bielefeld: Bertelsmann. <https://doi.org/10.3278/6004602w>
- Roll, M. J.J. & Ifenthaler, D. (2020). Multidisciplinary digital competencies of pre-service vocational teachers. *Empirical Res Voc Ed Train* 13, 7 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40461-021-00112-4>
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden – Entwicklung eines Instrumentes und die Validierung durch Konstrukte zur Mediennutzung und Werteüberzeugungen zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>
- Schmid, U., Goertz, L. & Behrens, J. (2016). Monitor Digitale Bildung. Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter. Bertelsmann Stiftung. Verfügbar unter: [https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie\\_Monitor-Digitale-Bildung\\_Berufliche-Ausbildung-im-digitalen-Zeitalter\\_IFT\\_2016.pdf](https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_Monitor-Digitale-Bildung_Berufliche-Ausbildung-im-digitalen-Zeitalter_IFT_2016.pdf). Stand vom: 04.06.2023.
- Schlottmann, P., Gerholz, K.-H. (2023). Digital Literacy für Wirtschaftspädagog:innen – eine konzeptionelle Modellierung für die berufliche Lehrer:innenbildung. In. Karl-Heinz Gerholz et al. (Hrsg): Digitale Literacy, Bielefeld: wbv, 21 -34. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Schulze-Vorberg, L., Krille, C., Fabriz, S.e & Horz, Holger (2021): Hinweise und Empfehlungen für die Konzeption von Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (ZfE)* 24, 1113-1142. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01046-z>
- Schumann, S., Seeber, S. & Abele, Stephan (2022). Digitalisierung und digitale Medien in der Berufsbildung: Einführung in den Band. In. (dies.) (Hrsg.): Digitale Transformation in der Berufsbildung. Bielefeld: wv, 11-18. <https://doi.org/10.3278/9783763971381>
- Senkbeil, M., Ihme, J. M. & Schöber, C. (2020). 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. & Tarantini, E. (2018). Digitale Transformation in Schulen – Kompetenzanforderungen an Lehrpersonen - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern 36 (2018) 2, 175-193. <https://doi.org/10.25656/01:17096>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Spöttl, G., Gorltd, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, Tim (2016). *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*, München: bayme.
- 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>
- Stettes, O. (2016). Arbeitswelt der Zukunft: Wie die Digitalisierung den Arbeitsmarkt verändert, IW-Analysen, No. 108, Köln: Institut der deutschen Wirtschaft. , <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201611114326>.
- Stock, M., Slepcevic-Zach, P. & Kopp, M. (2023). Haben oder nicht haben, das ist hier die Frage! Eine empirische Studie zur digitalen Kompetenz von Studienanfängerinnen und Studienanfängern, in. (dies.) (Hrsg.): *Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, Bielefeld; wbv, 169-182. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Tramm, T. & Reetz, L. (2010). Berufliche Curriculumentwicklung zwischen Persönlichkeits-, Situations- und Wissenschaftsbezug. In: Nickolaus, R., Pätold, G., Reinisch, H. & Tramm, T. (Hrsg) *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Bad Heilbrunn: Springer VS, S. 220-226. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-19372-0\\_26-1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-19372-0_26-1)
- Tenberg, R. (2019). *Didaktik technischer Berufe – Theorie & Grundlagen*. Band 1. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Tenberg, R. (2020). Editorial: Grundständige digitale Lehrpersonenbildung - nicht in Sicht. *J Tech Educ (JOTED)* 8(1):16–32.
- Thomas, V. & Seltrecht, A. (2022). Digitalisierungsprozessbeanspruchte und Digitalisierungsprozess-beobachtende Lehrkräfte. In. Schumann, S., Seeber, S. & Abele, S. (Hrsg.): *Digitale Transformation in der Berufsbildung*., Bielefeld: wbv, 35-54. <https://doi.org/10.3278/9783763971381>
- Tiemann, M., Helrich, R., Bernhardt, F., Bör, N., Ehmann, K., Seegers, M., Steed, S., von dem Bach, N., Wagner, P. & Wolter, M. I. (2021). *Beschleunigter technologischer Wandel - Herausforderung für die Berufswelt? BIBB Discussion Paper. Version 1*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Tulodziecki, G. (2012). Medienpädagogische Kompetenz und Standards in der Lehrerbildung. In: Renate Schulz-Zander/Eickelmann, Birgit/Moser, Heinz/Niesyto, Horst/Grell, Petra (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik 9*. Wiesbaden: Springer VS, 271–297.
- Vogler-Ludwig, K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). *Arbeitsmarkt 2030 – Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Prognose 2016*. Bielefeld: Bertelsmann. <https://doi.org/10.3278/6004556w>
- Weiß, Y. M. (2017). *Erfolgskritische Kompetenzen im digitalen Zeitalter: Was sind die „Future HotSkills“?* Sonderdruck Schriftenreihe der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Nr. 67.
- Windelband, L., Fasshauer, U. & Anselmann, S. (2023). Potentiale von Lernfabriken für die berufliche Lehrkräftebildung – Konzepte und Erprobungen in Baden-Württemberg, in. (dies.) (Hrsg.). *Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, Bielefeld: wbv, 77-90. <https://doi.org/10.3278/9783763973019>
- Zinn, B. (2020) (Hrsg.). *Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung. Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung*. Stuttgart. <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515124782>
- Zinn, B., Brändle, M., Pletz, C. & Schaal, S. (2022). Wie schätzen Lehramtsstudierende ihre digitalisierungsbezogenen Kompetenzen ein? Eine hochschul- und fächerübergreifende Studie. In: *die hochschullehre – Jahrgang 8-2022 (11)*, 156-171. <https://doi.org/10.3278/HSL2211W>
- Zirka, G., Helmrich, R., Maier, T., Weber, E. & Wolter, M. I. (2018). *Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035; Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle*. IAB-Kurzbericht 9/2018. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).

M.ED. TOBIAS HALLENBERGER

Technische Universität Darmstadt, Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik, Arbeitsbereich Berufspädagogik und Berufsbildungsforschung  
Alexanderstraße 6, 64283 Darmstadt  
[tobias.hallenberger@tu-darmstadt.de](mailto:tobias.hallenberger@tu-darmstadt.de)

PROF. DR. BIRGIT ZIEGLER

Technische Universität Darmstadt, Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik, Arbeitsbereich Berufspädagogik und Berufsbildungsforschung

Alexanderstraße 6, 64283 Darmstadt

birgit.ziegler@tu-darmstadt.de

---

Zitieren dieses Beitrags:

Hallenberger, T. & Ziegler, B. (2025). Entwicklung eines fachdidaktischen Projektstudiums “Digitalisierung in Arbeit und Beruf” im Master of Education für berufliche Schulen an der TU Darmstadt – Ein Praxisbericht aus dem MINT-plus<sup>2</sup>-Projekt der TU Darmstadt. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 13(1), 55–81.