

BERND ZINN (Universität Stuttgart)

Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

BERND ZINN

Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität

ZUSAMMENFASSUNG: In der Diskussion zur Digitalisierung der Berufs- und Arbeitswelt wird davon ausgegangen, dass virtuelle Lehr- und Lernwelten zunehmend mit realen Lehr- und Lernwelten verschmelzen und neue innovative technologiebasierte Lehr- und Lernarrangements prägen. Im Kontext dessen, beschäftigt sich der vorliegende Beitrag mit technologiebasierten Erfahrungswelten und wirft dabei einen Blick auf die Herausforderungen, die mit der Nutzung von virtuellen Lehr- und Lernumgebungen in der beruflichen Bildung verbunden sind.

Schlüsselwörter: Virtuelle Realität, Professionalisierung, Lehrerbildung Digitalisierung

Teaching and learning between virtuality and reality

ABSTRACT: Discussions about the digitisation of the professional and working world assume that virtual teaching and learning will increasingly merge with real teaching and learning which will result in new, innovative technology-based teaching and learning approaches. Against this background, this article addresses technology-based realms of experience and considers the challenges associated with the use of virtual teaching and learning environments in vocational education and training.

Keywords: Virtual reality, professionalisation, teacher training, digitalisation

1 Einleitung

Technik in ihren vielfältigen Facetten hat für moderne Gesellschaften einen allgegenwärtigen und prägenden Charakter. So haben Auto, Flugzeug und Bahn nicht nur zu einer allgemein verbesserten Mobilität der Menschen beigetragen, sondern auch vielfältige sozioökonomische, sozioökologische sowie institutionelle und individuelle Veränderungen mitbedingt. Informationstechniken, wie das Internet, mobile Endgeräte wie Laptops, Tablets oder Smartphones prägen unseren privaten und beruflichen Lebensstil (vgl. z. B. Dolata & Werle 2008).

Mit der Einführung von neuen Techniken sind immer Chancen, Risiken und Herausforderungen verbunden (vgl. ebd.). Die Janusköpfigkeit der Technik gilt es auch bei der zunehmenden Digitalisierung in der Bildung zu beachten. Dies soll an einem Beispiel deutlich gemacht werden. So werden mit dem Ansatz des Bring your Own Device (BYOD), bei dem private mobile Endgeräte in die Netzwerke von Bildungsinstitutionen integriert werden, zwar vielfältige ökonomische und ökologische Potenziale für die Institutionen verbunden, gleichzeitig bestehen aber auch Risiken, u. a. zur Absicherung der Bildungsgerechtigkeit, zum Datenschutz und weiteren ungeklärten Fragen zu den tatsächlichen Bildungsvorteilen für die Schülerinnen und Schüler. Mit dem Einsatz von Tablets und Smartphones im Unterricht sind ebenfalls grundlegende Herausforderungen für das Lehren und Lernen verbunden. Für Jugendliche ist das Smartphone nach Umfragen zwar das wichtigste technische Gerät (Calmbach et al. 2016), aber damit verbindet sich nicht, dass die Nutzung eines Smartphones im Unterricht auch automatisch zu positiveren kognitiven, motivationalen und affektiven Lerneffekten beiträgt. In der OECD-Studie „Students, Computers and Learning“ stellt Bos fest, dass es den Ländern, die im internationalen Vergleich in der Vergangenheit viel Geld in die informationstechnische Ausstattung ihrer Schulen investiert haben, nicht gelungen ist, in den Bereichen Lesekompetenz, Mathematik oder Naturwissenschaften die Leistungen ihrer Schülerinnen und Schülern bedeutsam zu verbessern (Bos et al. 2015). Bos konstatiert: „Die verstärkte Nutzung digitaler Medien führt offensichtlich nicht per se zu besseren Schülerleistungen. Vielmehr kommt es auf die Lehrperson an.“ (Bos 2015, S. 8) Vereinfacht und zugespitzt: Die Digitalisierung in der Schule bringt nicht ohne Weiteres einen höheren Bildungserfolg.

Obwohl der (dynamische) technologische Wandel im beruflichen Bildungssektor schon immer eine bedeutsame Rolle gespielt hat und prozessbegleitende Herausforderungen für die berufliche Bildung impliziert (u. a. Obsoleszenzproblem, Prognosedefizit), werden mit der aktuellen Diskussion rund um die Digitalisierung der Berufs- und Arbeitswelt und ihren neuen Technologien weitreichende Veränderungen für das Lehren und Lernen verknüpft (vgl. z. B. Bonz, Schanz & Seifried 2017). Dass das Lehren und Lernen aktuell vielfältigen Veränderungen im Hinblick auf die Möglichkeiten eines räumlich und zeitlich entgrenzten Lernens, eines adaptiven und individualisierten Lernens, eines problem- und handlungsorientierten Lernens sowie eines kognitiv aktivierenden Lernens unterliegt und zunehmend auch in kooperativen und kollaborativen digitalen Lernsettings erfolgt, wird domänenübergreifend konstatiert (vgl. z. B. Scheiter 2017). Dabei stellt sich die Frage, welche (Lehr- und Lern-) Technologien sind bzw. werden zukünftig für das Lehren und Lernen in der beruflichen Bildung bedeutsam.

Einen Überblick zu den in der Berufs- und Arbeitswelt aktuell diskutierten Technologien liefert der Hype Cycle nach Gartner (2018).¹ Auch wenn die Prognosen zu den „Erwartungen an

¹ Im Hype Cycle (Hype-Zyklus) nach Gartner werden neue Technologien bezüglich der öffentlichen Aufmerksamkeit bzw. der mit der Technologie verbundenen Erwartung bewertet (Abbildung 1). Auf der X-Achse ist die Zeit seit Bekanntgabe der Technologie aufgetragen und auf der Y-Achse die Aufmerksamkeit (Gartner 2018). Die entsprechenden Analysen zu den Erwartungen an eine Technologie dienen vor allem Technologieberatern zur Bewertung in der Einführung neuer Technologien in Unternehmen.

neue Technologien“ nur begrenzt auf den (beruflichen) Bildungssektor übertragen werden können, scheint es dennoch für die vorliegende Ausgangsthematik und im Kontext der Referenz der beruflichen Bildung an die aktuellen bzw. zukünftigen Produktions- und Arbeitsprozesse interessant, einen Blick auf die erwartungsbezogene Einordnung der technologiebasierten Erfahrungswelten zu werfen. Im Hype Cycle 2018 befinden sich die Technologie Virtual Assistants auf dem „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ und Mixed Reality sowie Augmented Reality im „Tal der Enttäuschungen“. Der „Digitale Zwilling in der Produktion“ (Digital Twin), bei dem ein materieller oder immaterieller Gegenstand virtuell abgebildet und ein echtzeitfähiger Datenaustausch unterstützt wird, ist nach den aktuellen Prognosen auf dem „Gipfel der überzogenen Erwartungen“. Der Digital Twin wird als „echtes“ (virtuelles) Gegenstück bezeichnet und mit ihm werden insbesondere für die Produktionstechnik grundlegend fortschrittliche Wirkungen verbunden (Gartner 2018). Insgesamt bleibt abzuwarten, welche Innovationen sich mit den fokussierten technologiebasierten Erfahrungswelten tatsächlich einstellen. Über die im vorliegenden Beitrag fokussierten Technologien hinaus, werden im Hype Cycle 2018 (Abbildung 1) weitere interessante Technologien aufgeführt, bei denen virtuelle Komponenten bedeutsam sind. So werden beispielsweise Smart Workspace (z. B. Sharma et al. 2019) und Brain-Computer Interface (z. B. Coogan & He 2018) aufgeführt, die im Kontext von Extended Reality (XR) zukünftig von zentraler Bedeutung sein können (Gartner 2018).

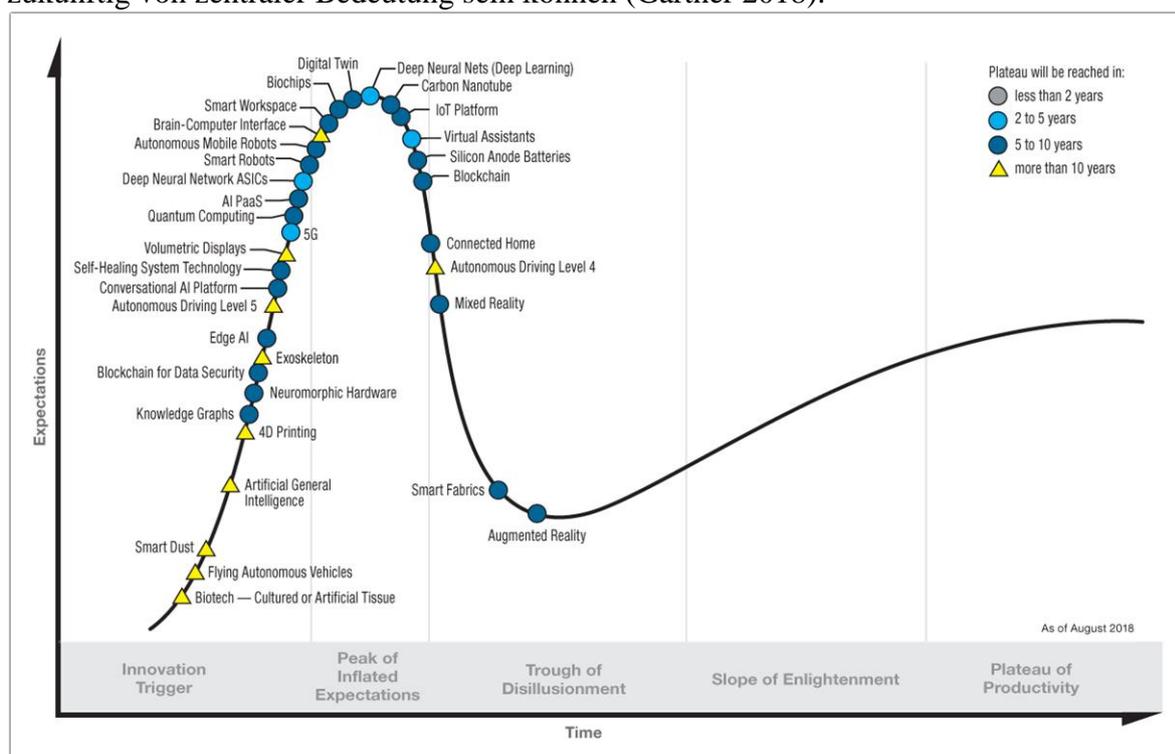


Abb. 1: The Gartner Hype Cycle 2018 (Gartner 2018)

Folgt man einschlägigen Veröffentlichungen zur Thematik Industrie 4.0, so wird domänenübergreifend davon ausgegangen, dass virtuelle und reale Lehr- und Lernorte zunehmend verschmelzen (vgl. z. B. Spath et al. 2013). Mit Virtual Reality und Augmented Reality werden multiple Potenziale zur Verbesserung der Lehre, des Lernens sowie zur Realisierung neuartiger Lehr- und Lernkonzepte verbunden (Zinn 2017). Im Strategiepapier der Kultusministerkonferenz

„Bildung in der digitalen Welt“ wird festgestellt: „Die sinnvolle Einbindung digitaler Lernumgebungen erfordert eine neue Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse. Dadurch verändern sich Lehren und Lernen, aber auch die Spannbreite der unterrichtlichen Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die Digitalisierung entwickelt sich eine neue Kulturtechnik – der kompetente Umgang mit digitalen Medien –, die ihrerseits die traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen ergänzt und verändert.“ (KMK 2016, 7f.) Lehrkräfte an allgemein- und berufsbildenden Schulen sowie Dozentinnen und Dozenten am betrieblichen und hochschulischen Lernort müssen daher über ein einschlägiges Wissen und Fähigkeiten verfügen, um die neuen digitalen Medien professionsorientiert für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen einzusetzen. In der OECD Studie „Trends Shaping Education 2019“ (OECD 2019) wird im Abschnitt „When virtual becomes reality“ festgestellt „The Internet has become an integral part of our lives. Many common activities that once required physical contact or social interaction are now carried out online, such as talking to family and friends or consulting a doctor. But digital is no virtual “second life”. It is increasingly an integral part of our physical reality. Whether it is a job, a room for the night, or the love of your life, online activity often translates into offline outcomes. This challenges the education system, which must take advantage of the tools and strengths of new technologies while simultaneously addressing concerns about potential misuse, such as cyberbullying, loss of privacy or illegal trade in goods.“ (OECD 2019, S. 98) Ausgehend von der OECD Studie ergeben sich zwei zentrale Fragestellungen: (1.) Wie kann die Bildung die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, digitale Fähigkeiten zu entwickeln, die für die Erstellung und Produktion von digitalen Inhalten erforderlich sind, und die ihnen helfen, sich selbst auszudrücken, zu lernen und sich dabei wohlfühlen? (2.) Haben Schulen die Partnerschaften, die sie benötigen (z. B. mit Technologieexperten, Unternehmern und mehr), um ihren Schülerinnen und Schüler dabei zu helfen, Fähigkeiten für dynamische Onlinemarktplätze zu entwickeln? (OECD 2019, S. 99). Mit der Digitalisierung in der Bildung sind damit vielseitige Implikationen verbunden, die sowohl Lehrende und Lernende als auch die Bildungsinstitutionen und die Gesellschaft insgesamt betreffen. Es stellen sich Fragen an die medien- und digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Lehrenden. Es liegen zentrale Entwicklungsfelder zur Professionalisierung der Lehrkräfte, zur Akzeptanz der Technologien (Zinn & Pletz 2019) und zu den materiellen Rahmenbedingungen in den Verantwortungsbereichen in Schule, Betrieb und Gesellschaft vor (vgl. zum Beispiel Eickelmann & Gerick 2017; van Ackeren et al. 2019; Zinn 2017).

Vor dieser Ausgangssituation beschäftigt sich der vorliegende Beitrag spezifisch mit ausgewählten Aspekten des Lehrens und Lernens mit und in technologiebasierten (computer-generierten) Erfahrungswelten sowie mit der Frage, über welche technologiespezifischen Kenntnisse und Fähigkeiten Lehrkräfte im Bezugsfeld des Lehrens und Lernens zwischen Virtualität und Realität verfügen müssen. Hierzu werden im nachfolgenden zweiten Abschnitt die im Fokus stehenden technologiebasierten Erfahrungswelten im Überblick dargestellt. Im dritten Abschnitt werden im Kontext der Professionalisierung von Lehrkräften die Bereiche lehr- und lerntheoretische Ansatzpunkte sowie die Modellierung digitaler Kompetenzen beschrieben. Nach dem dann im vierten Abschnitt das Verhältnis von „Virtualität und Realität“ thematisiert wurde, erfolgt abschließend im fünften Abschnitt eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf die Thematik.

2 Technologiebasierte Erfahrungswelten

Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) und Cross Reality (XR) werden im Beitrag übergreifend als technologiebasierte Erfahrungswelten bezeichnet (vgl. Zinn 2020). Technologisch werden dabei unter Virtual Reality (VR) allgemein computergenerierte Echtzeitdarstellungen von realen oder fiktiven Umgebungen verstanden, in die Personen virtuell eintreten und über künstliche und natürliche Benutzerschnittstellen interagieren können. Im Zentrum der VR steht die Erfahrung von Nutzerinnen und Nutzern, an einem fremden (virtuellen) Ort zu sein (vgl. Rheingold 1992). Laut Dörner und Kollegen stellt VR eine Metapher dar, die auf der Analogie der Realität aufbaut (vgl. Dörner et al. 2014). In VR werden die Sinneseindrücke einer Person über künstliche und natürliche Nutzerschnittstellen übertragen. Natürliche Nutzerschnittstellen für Visualisierung können eine realitätsbezogene Navigation und Interaktion ermöglichen und damit eine authentische Erfahrung für die Person zulassen. Neben dem visuellen Eindruck, der durch stereoskopische Darstellung einen dreidimensionalen Charakter hat, können bei VR auch ein auditives Feedback vermittelt und ein räumliches Szenario geschaffen werden, das den Eindruck erweckt, sich in einer digitalen Welt zu befinden, die vollständig von der realen Außenwelt isoliert existiert (vgl. Dörner et al. 2014).

Mit VR unterstützte Lehr- und Lernarrangements können mit unterschiedlichem technologischen VR-Equipment durchgeführt werden, dabei werden folgende drei Varianten differenziert: Die nichtimmersive VR-Variante, die eine desktopbasierte Umgebung beinhaltet und bei der lediglich das 2D-Bild eines Raumes auf einem Standardmonitor, das vom User in der egozentrischen und/oder allozentrischen Perspektive wahrgenommen werden kann beinhaltet. Erwähnt werden muss weiterhin die teilimmersive VR-Variante, bei der eine dreidimensionale (räumliche) Wahrnehmung mithilfe einer VR-Brille (z. B. Head-Mounted-Display, HMD; Cardboard) unterstützt wird. Schließlich soll auf die immersive VR-Variante verwiesen werden, mit der komplexe Bewegungsmuster möglich sind und für die spezielle Sensoren und/oder Kameras sowie meistens natürliche Benutzerschnittstellen benötigt werden. Durch Echtzeitvisualisierungen und -reaktionen des Systems können die Personen sofortiges Feedback zu ihrer Handlung erhalten. Verschiedene Sensoren berücksichtigen Kopf- und Körperbewegungen und können Nutzerinnen und Nutzern das Gefühl vermitteln, dass sie sich in der virtuellen Welt bewegen und mit ihr interagieren (vgl. z. B. Zinn et al. 2020).

Empirische Studien belegen, dass Nutzerinnen und Nutzer von VR-Anwendungen in das mediale Angebot vollkommen „eintauchen“ können und auf das Medienangebot so reagieren, als ob das (virtuell) Wahrgenommene ganz real wäre, obwohl es „real“ gar nicht existiert (vgl. z. B. Draper et al. 1999; Slater 2003; Heeter 1992; Wirth et al. 2007; Vorderer et al. 2004). Personen in der mediatisierten Welt können sich räumlich präsent fühlen und nicht an den jeweiligen physischen Rezeptionsorten wie z. B. dem Arbeitsplatz am Schreibtisch gebunden. Zwar gibt es keine einheitliche Definition von Präsenz, eine häufig benutzte Begriffsbestimmung im Kontext von virtuellen Umgebungen stammt von Wittmer und Singer (1998): “the subjective experience of being in one place or environment, even when one is physically situated in another“ (Wittmer & Singer 1998, S. 225). Nach Wirth und Hofer ist die räumliche Präsenz (spatial presence) die Grundbedingung für andere Varianten der Präsenz wie das soziale Präsenzerleben, wobei das soziale Präsenzerleben (social presence) das Gefühl des Zusammenseins und des kommunikativen Austauschs mit anderen (visuell repräsentierten) Personen bzw. Avataren umfasst (ebd.). Wenn räumliche und soziale Präsenz zusammenfallen, wird von Kopräsenz (co-presence) gesprochen (ebd.). Soziale Elemente wie z. B. die Reaktionen anderer Akteure auf den Nutzer selbst verstärken

jene Eindrücke, die dem Nutzer seine Anwesenheit im virtuellen Raum bewusst machen und eine wünschenswerte Immersion und ein Flow-Erleben begünstigen (Zinn, Guo & Sari 2016).

Neben reinen VR-Anwendungen werden zunehmend Mixed-Reality-Anwendungen (MR) eingesetzt, in die Augmented Reality (AR) eingebunden ist. „Mit Augmented Reality (AR), der Anreicherung von 3D-Umgebungen mit Daten, lässt sich eine neue Erfahrung der Welt herstellen, die auch als „Blended Reality“ bezeichnet wird. AR erweitert den Zugang zu Informationen und schafft neue Lernmöglichkeiten. [...] Die responsive Interaktivität von AR ermöglicht es den Lernenden, durch den Umgang mit virtuellen Objekten ein erweitertes Verständnis für eine Materie oder ein Konzept zu entwickeln.“ (Johnson et al. 2016, S. 40; Olshannikova et al. 2015). Unter AR versteht man allgemein technologiegestützte Erweiterungen der real-physischen Welt, wobei die „erweiterten“ Information diverse menschliche Sinnesmodalitäten ansprechen können. Die computergenerierten Informationen umfassen u. a. visuelle Darstellungen wie Bilder, Videos, Textinformationen oder auditive Informationen in Form eines gesprochenen Textes (mit Avatar) oder Musik (vgl. z. B. Preim & Dachselt 2015).

Milgram und Kishino (1994) definieren MR als ein Kontinuum zwischen realen und künstlichen Welten. Vor dem Hintergrund der hybriden Verwendung von VR und AR sowie der Anreicherung der technologiebasierten Erfahrungswelten durch zusätzliche technologische Erweiterungen werden diese auch mit Oberbegriff Cross Reality (XR) oder Extended Reality bezeichnet. Unter Cross Reality versteht Coleman „Cross-reality (also known as x-reality) is an informational or media exchange between real- and virtual world systems“ (Coleman 2009, S. 16). Da an anderen Stellen ausführlichere und noch weitergehende Begriffsbestimmungen zu den technologiebasierten Erfahrungswelten zu finden sind, wird bei weiterem Interesse der Leserschaft darauf verwiesen. Differenzierte Begriffsbestimmungen und Darstellungen der einzelnen Technologien sind z. B. für VR und AR bei Brill 2009; Dörner et al. 2014; für MR bei Milgram und Kishino 1994; Coleman 2009 und für XR bei Mann et al. 2018 zu finden.

3 Bezugspunkte des Lehrens und Lernens in und mit technologiebasierten Erfahrungswelten

Lerntheoretische Ansätze und Konzepte

Ausgehend vom einschlägigen Forschungsstand stellen sich für das Lehren und Lernen mit technologiebasierten Erfahrungswelten mehrere lerntheoretische Ansätze und Konzepte als grundlegend anschlussfähig dar. Insbesondere werden der Ansatz des Embodied Cognition, das erfahrungsbasierte Lernen, das situierte Lernen, der Ansatz des Konstruktivismus und Sozialkonstruktivismus, die Präsenztheorie sowie die Flow-Theorie und Cognitive Load Theory für das Lehren und Lernen in virtuellen Umgebungen für relevant erachtet (Loke 2015; Weibel & Wissmath 2011; Zinn, Guo & Sari 2016; Schuster et al. 2016; für einen Überblick siehe Zinn & Ariali 2020). Im Folgenden werden die Ansätze und Konzepte im Hinblick auf ihre spezifische Bedeutung für das Lehren und Lernen in und mit technologiebasierten Erfahrungswelten näher erläutert.

Entsprechend dem Ansatz des Embodied Cognition nehmen sensorische Funktionen sowie die komplexe Interaktion mit der Umwelt eine entscheidende Rolle bei kognitiven Prozessen (z. B. Lernen einer Handlungsabfolge) ein (vgl. Kaltner 2015). Ausgehend von den Prinzipien des Embodied Cognition werden Informationen zu einem bestimmten Vorgang in den verschiedenen Sinnesmodalitäten in Form einer multimodalen Erfahrung gespeichert. Bei Erinnerung an eine Kategorie (z. B. Geruch, mechanischer Widerstand) werden multimodale Repräsentationen

reaktiviert, um mental zu simulieren, welche Wahrnehmungen und Handlungen mit der Erfahrung zusammenhängen. Um in einem (virtuellen) Lehr- und Lernprozess möglichst vielfältige auditive, visuelle und sensomotorische Erfahrungsräume zu ermöglichen, scheinen entsprechende Kenntnisse und Fähigkeiten bei Lehrkräften relevant, um kompetent und didaktisch reflektiert die fachspezifische Gestaltung eines virtuellen Lern- und Arbeitsraumes vornehmen zu können. In Anbetracht, dass die Umsetzung und Integration von komplexen beruflichen Situationen am bzw. in den berufsschulischen Lernorten oftmals mit einer Reihe von Problemen (z. B. hohe Anschaffungskosten und Komplexität der Maschine, Risikofaktoren in der Arbeitsumgebung) verbunden ist, könnten virtuelle Umgebungen methodisch Abhilfe schaffen. Geht man davon aus, dass virtuelle Umgebungen vergleichbare Situationen bieten, die dasselbe Verhalten und Denken bei Lernenden auslösen wie eine reale Situation (vgl. Loke 2015), so könnte mit virtuellen Umgebungen das situationale Lernen am berufsschulischen Lernort förderlich unterstützt werden. Nach Dewey (1938) ist Lernen nur dann effektiv, wenn es an konkrete individuelle Erfahrungen geknüpft wird. In technologiebasierten Erfahrungswelten könnten entsprechende Erfahrungsräume geschaffen werden, indem die Nutzer über natürliche Benutzerschnittstellen mit ihrer Arbeitsumgebung realitätsnahe interagieren (vgl. Haase et al. 2015). Lernen und Arbeiten in virtuellen Umgebungen sind ungefährlich, es entsteht weder Materialverschleiß, noch können Schäden an Maschinen entstehen – die Möglichkeit praxisnaher Gestaltung oder Modifizierung der Ausbildungssituationen wäre durch technologiebasierte Erfahrungswelten grundsätzlich gegeben (vgl. Katzky et al. 2013). Gängige moderne virtuelle Umgebungen stellen vielfältige Tools zur Verfügung, um das kollaborative Lernen und Arbeiten zu fördern. Folgt man der Theorie des Sozialkonstruktivismus (Vygotsky 1978), erfolgt das Lernen maßgeblich auch auf Basis sozialer Interaktionen. Eine besondere Form des Lernens in der (virtuellen) Gruppe ist das kollaborative Lernen, in dessen Verlauf die Gruppenmitglieder koordiniert und synchron zusammenarbeiten. Kollaborativ orientierte Gruppen unterscheiden sich von individuell orientierten Gruppen dadurch, dass ihre Mitglieder miteinander und nicht nebeneinander arbeiten. Barron (2000) konnte zeigen, dass die Qualität der Interaktion in virtuellen Umgebungen positiv mit der Effektivität der kollaborativen Gruppenarbeit korreliert. Ältere Studien zu virtueller Teamarbeit belegen, dass die virtuelle Zusammenarbeit zu geringerer Leistung (Baltes, Dickson, Sherman, Bauer & LaGanke 2002) und Zufriedenheit (Warkentin, Sayeed & Hightower, 1997) und zu geringerem Vertrauen und weniger kooperativem Verhalten der Teammitglieder führen kann (Bos, Olsen, Gergle, Olson & Wright, 2002). Folgt man den Annahmen des Sozialkonstruktivismus und überträgt diese auf technologiebasierte Erfahrungswelten, scheint die Verwendung kollaborativer Tools sowie die Ermöglichung vielfältiger verbaler und nonverbaler Interaktionen zwischen den Nutzern auch in Form von Avataren interessant und anschlussfähig. Durch virtuelle Kooperationsformen können hierdurch lernortübergreifende Teams flexibel, unabhängig von ihrer räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit und geringem ökonomischen Aufwand zusammengesetzt lernen. Dennoch besteht hier vor dem Hintergrund der heterogenen Befundlage noch Forschungsbedarf. Wittmer und Singer untersuchten das Präsenzerleben und ermittelten positive Zusammenhänge zwischen der Arbeitsleistung und wahrgenommenen Präsenz in der virtuellen Umgebung (Wittmer & Singer 1998). Lombard und Ditton (1997) zeigen, dass es Aufgabenbereiche gibt, in denen wahrgenommene Präsenz in der Ausführung von Aufgaben hinderlich sein kann, weil das Präsenzerleben durch verschiedene Faktoren (u. a. Nutzung eines Avatars, Multisensorik) beeinflusst wird. Daher wird empfohlen, den Lernenden Möglichkeiten einzuräumen, um den Grad des Präsenzerlebens in der virtuellen Umgebung selbst zu steuern. Das Präsenzerleben in virtuellen Umgebungen korreliert mit dem Flow-Erleben (vgl. Weibel & Wissmath 2011; Zinn, Guo & Sari 2016). In der Flow-Theorie wird davon ausgegangen, dass eine

Person eine Tätigkeit als beglückend erleben kann und als ein einheitliches „Fließen“ erlebt. Die Person nimmt dabei keine oder kaum eine Trennung zwischen sich und der Tätigkeit wahr (vgl. Csikszentmihalyi 1997). Flow-Erleben kann sich dann einstellen, wenn die handelnde Person weder unter- noch überfordert ist. Bei der Gestaltung einer (virtuellen) Lernumgebung ist daher ein bestmögliches Verhältnis zwischen den Fähigkeiten der Nutzer und den konkreten (virtuellen) Lernanforderungen anzustreben. In der pädagogischen Psychologie wird das Flow-Erleben als leistungsrelevante Komponente der Lernmotivation (vgl. Engeser et al. 2005) und mit motivationssteigernder Wirkung beschrieben (vgl. Sherry 2004; Voiskounsky et al. 2004).

Als Zwischenfazit ist festzuhalten, dass beim Lehren und Lernen in technologiebasierten Erfahrungswelten verschiedene gut anschlussfähige lehr- und lerntheoretische Ansätze und Konzepte zum Tragen kommen können. Auch wenn bei didaktischen Entscheidungen lerntheoretische Ansätze und Konzepte oftmals keine unmittelbare handlungspraktische Relevanz für das didaktische Design haben, so liefern diese den Lehrenden dennoch vielfältige Hinweise zur Gestaltung des didaktischen Designs (vgl. Reinmann, Ebner & Schön 2013) und entfalten damit auch eine mittelbare praktische Bedeutung für die Konzeptionierung von technologiebasierten Lehr- und Lernarrangements.

Modellierung digitaler Kompetenzen

Bei der Modellierung digitaler Kompetenzen besteht – übergreifend und unabhängig von der verwendeten Technologie – Konsens, dass es nicht ausreichend ist, lediglich das technologische Wissen zur digitalen Technik zu fördern, sondern es muss ein Rahmen für die Lehrerbildung geschaffen und umgesetzt werden, der (möglichst alle) im Bezugsfeld relevanten Kompetenzbereiche des Lehrens und Lernens mit der Technologie anspricht. Doch welche Kompetenzbereiche sind für eine technologieorientierte Lehrerbildung bedeutsam und welche Besonderheiten sind für technologiebasierte Erfahrungswelten von Relevanz.

Mit dem „European digital Competence Framework for Citizens – DigCompEdu“, der einen allgemeinen Referenzrahmen zur Förderung der Digitalisierung in der Bildung bildet, werden mehrere Kompetenzbereiche für belangreich gesehen (Autorengruppe DigCompEdu 2018). Im DigCompEdu werden sechs Kompetenzbereiche als beachtenswert aufgeführt. Im Einzelnen: „Berufliches Engagement“, „Digitale Ressourcen“, „Lehren und Lernen“, „Evaluation“, „Lernerorientierung“ und „Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden“. Der Referenzrahmen DigCompEdu adressiert dabei sowohl (1.) das berufliche Umfeld von Lehrenden als auch (2.) die pädagogischen und didaktischen Kompetenzen von Lehrenden sowie (3.) die spezifischen Kompetenzen von Lernenden. Der DigCompEdu beinhaltet 22 Kompetenzen auf sechs Kompetenzstufen von der Stufe „Einsteigerinnen und Einsteiger“ (A1) bis zu „Vorreiterinnen und Vorreiter“ (C2) und fokussiert Lehrende an allgemein- oder berufsbildenden Schulen, an Hochschulen und Fachhochschulen sowie Lehrende in der Erwachsenenbildung (ebd.).

Im KMK-Modell werden im Zusammenhang mit der Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ vergleichbare Kompetenzbereiche, wenn auch mit anderer Benennung, differenziert. Es sind die sechs Kompetenzbereiche: „Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren“, „Kommunizieren und Kooperieren“, „Produzieren und Präsentieren“, „Schützen und sicher agieren“, „Problemlösen und Handeln“ sowie „Analysieren und Reflektieren“ benannt (KMK 2016).

Das Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) stellt ein international bekanntes Rahmenmodell dar (Koehler & Mishra 2009) dar, das im Folgenden aufgrund seiner Bedeutung für die Lehrerbildung (vgl. z. B. Koehler & Mishra 2009; Mahler & Arnold 2018; Baran et al. 2019) und hier speziell im Kontext technologiebasierter Erfahrungswelten

ausführlicher vorgestellt wird. Das Modell TPACK wurde ausgehend von dem pedagogical content knowledge (PCK), das wesentlich von Shulman (1987) geprägt wurde und einen zentralen Teil des Professionswissens von Lehrkräften bildet (Baumert & Kunter 2011), von Koehler und Mishra (Koehler & Mishra 2008; Mishra & Koehler 2006) entwickelt. Im Modell wird davon ausgegangen, dass eine sinnvolle Technologieeinbindung in Lehr-Lernarrangements ein spezifisches Wissen der Lehrkraft bedarf, zu dem inhaltsbezogene, pädagogische und technologische Komponenten gehören, die in einem komplexen Zusammenhang stehen (ebd.). TPACK umfasst insgesamt die drei Hauptwissensbereiche Technologiewissen (TK), Inhaltswissen (CK) und pädagogisches Wissen (PK) sowie die drei Überschneidungsbereiche pädagogisch-inhaltliche Kenntnisse (PCK), technologiespezifisches Inhaltswissen (TCK) und technologisch-pädagogisches Wissen (TPK) sowie das übergreifende technologisch-pädagogische Inhaltswissen (TPACK)². Zum Kern der professionellen Kompetenz von Lehrkräften zählen modellübergreifend das Inhaltswissen (CK), welches das fachbezogene Wissen, fachinhaltliche Konzepte, Theorien und Modelle beinhaltet, sowie das pädagogische Wissen (PK), das u. a. das konzeptuelle bildungswissenschaftliche Grundlagenwissen, allgemeindidaktische Konzeptions- und Planungswissen sowie Wissen über Unterrichtsdurchführung und Orchestrierung von Lerngelegenheiten umfasst (vgl. z. B. Baumert & Kunter 2011). Zudem bildet das pädagogische Wissen (pedagogical content knowledge, PCK) einen weiteren Kernbereich der professionellen Kompetenz von Lehrkräften, das im Wesentlichen ein Wissen über das didaktische und diagnostische Potenzial, die kognitiven Anforderungen und impliziten Wissensvoraussetzungen von Aufgaben, ein Wissen über Schülervorstellungen und ein Wissen über multiple Repräsentations- und Erklärungsmöglichkeiten beinhaltet (ebd.). Das Technologiewissen (TK) umfasst zusätzlich das Wissen über (digitale) bildungsrelevante Technologien. Zudem schließt es ein technologiespezifisches Wissen ein, das Lehrkräfte befähigt, den Zweck einer Technologie (z. B. VR-Umgebung) im Sinne einer adaptiven zielgerechten Lernumgebung zu verändern.

Übertragen auf die Professionalisierung im Bezugsfeld von technologiebasierten Erfahrungswelten benötigen Lehrkräfte damit ein spezifisches deklaratives Wissen zu möglichen Einsatzbereichen der Technologien AR, VR, MR und XR sowie ein handlungsbezogenes Wissen zur Verwendung der computersimulierten Lehr- und Lernumgebungen. Das technologiespezifische Inhaltswissen (technological content knowledge, TCK) beinhaltet, wie die unterschiedlichen Technologien verwendet werden können und welche grundsätzlichen Möglichkeiten diese Technologien für das Lehren und Lernen bieten. Bezugnehmend auf technologiebasierte Erfahrungswelten benötigen Lehrkräfte somit ein deklaratives und handlungsbezogenes Wissen darüber, wie AR- und VR-Umgebungen, einschließlich der verschiedenen technologischen Varianten (s. o.) in Lehr-Lernprozessen vorteilhaft eingesetzt werden können. Sie benötigen Kenntnisse darüber, dass mit virtuellen Umgebungen Lernbedingungen geschaffen werden können, die unter physisch-realen Bedingungen zu gefährlich oder zu teuer wären oder Orte erschlossen werden können, die in der Realität nicht erreichbar wären. Es ergeben sich Möglichkeiten, Steuerungs-, Produktions- oder Arbeitsabläufe zu simulieren sowie abbildungsgetreu oder vereinfacht zu veranschaulichen. VR-Umgebungen

² Bezogen auf die übergreifende Wissenskomponente TPACK stellen Koehler und Mishra fest: „TPACK is an emergent form of knowledge that goes beyond all three “core” components (content, pedagogy, and technology). Technological pedagogical content knowledge is an understanding that emerges from interactions among content, pedagogy, and technology knowledge. Underlying truly meaningful and deeply skilled teaching with technology, TPACK is different from knowledge of all three concepts individually. Instead, TPACK is the basis of effective teaching with technology, requiring an understanding of the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students’ prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge to develop new epistemologies or strengthen old ones.“ (Koehler & Mishra 2009, S. 66).

können gezielt zur Förderung von lernschwächeren Schülerinnen und Schülern eingesetzt werden (vgl. z. B. Ariali & Zinn 2018; Hamdani et al. 2018; Zinn et al., 2020). Lehrkräfte sollten wissen, dass mit den technologiebasierten Welten Sinnesdaten generiert werden können, die für den Menschen in der realen Welt normalerweise nicht erfahrbar sind. Beispielsweise können Ultraschall oder magnetische elektrostatische Felder in virtuellen Umgebungen veranschaulicht werden, um komplexe und abstrakte Sachverhalte im Unterricht verständlich darzustellen. Durch die Einbindung von technologiebasierten Erfahrungswelten in reale Lernumgebungen können die Eigenschaften und Prinzipien beispielsweise komplexer Anlagen nachvollziehbar betrachtet werden. Gleichzeitig kann den Lernenden die Möglichkeit eingeräumt werden, die Prozesse der Wissensaneignung selbst stärker durch ergänzende Informationen zu steuern (vgl. Schuster et al. 2016). Das technologisch-pädagogische Wissen (TPK) umfasst Kenntnisse zum methodischen Einsatz der Technologie und ihren Randbedingungen. Bezogen auf technologiebasierte Erfahrungswelten sollten Lehrkräfte wissen, welche AR-Apps auf dem Markt sind und beispielsweise zur Förderung von Schülerinnen und Schülern eingesetzt werden können. AR-Anwendungen können den binnendifferenzierten Unterricht durch Individualisierung der Lerninhalte fördern oder VR-Anwendungen können das kollaborative Lernen beispielsweise im Rahmen von Onlineförderkursen unterstützen.

Zwischenfazit: Folgt man dem TPACK-Modell, so benötigen Lehrkräfte ein umfassendes Wissen über die vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten zwischen inhaltlichem, pädagogischem und technologischem Wissen. Lehrkräfte müssen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzen, um Virtual, Augmented und Mixed Reality konstruktiv zur Unterstützung von Lehr-Lernprozessen und unter Berücksichtigung der Komplexität der vielfältigen Beziehungen sowie der individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler reflexiv einsetzen zu können (siehe Abbildung 2).

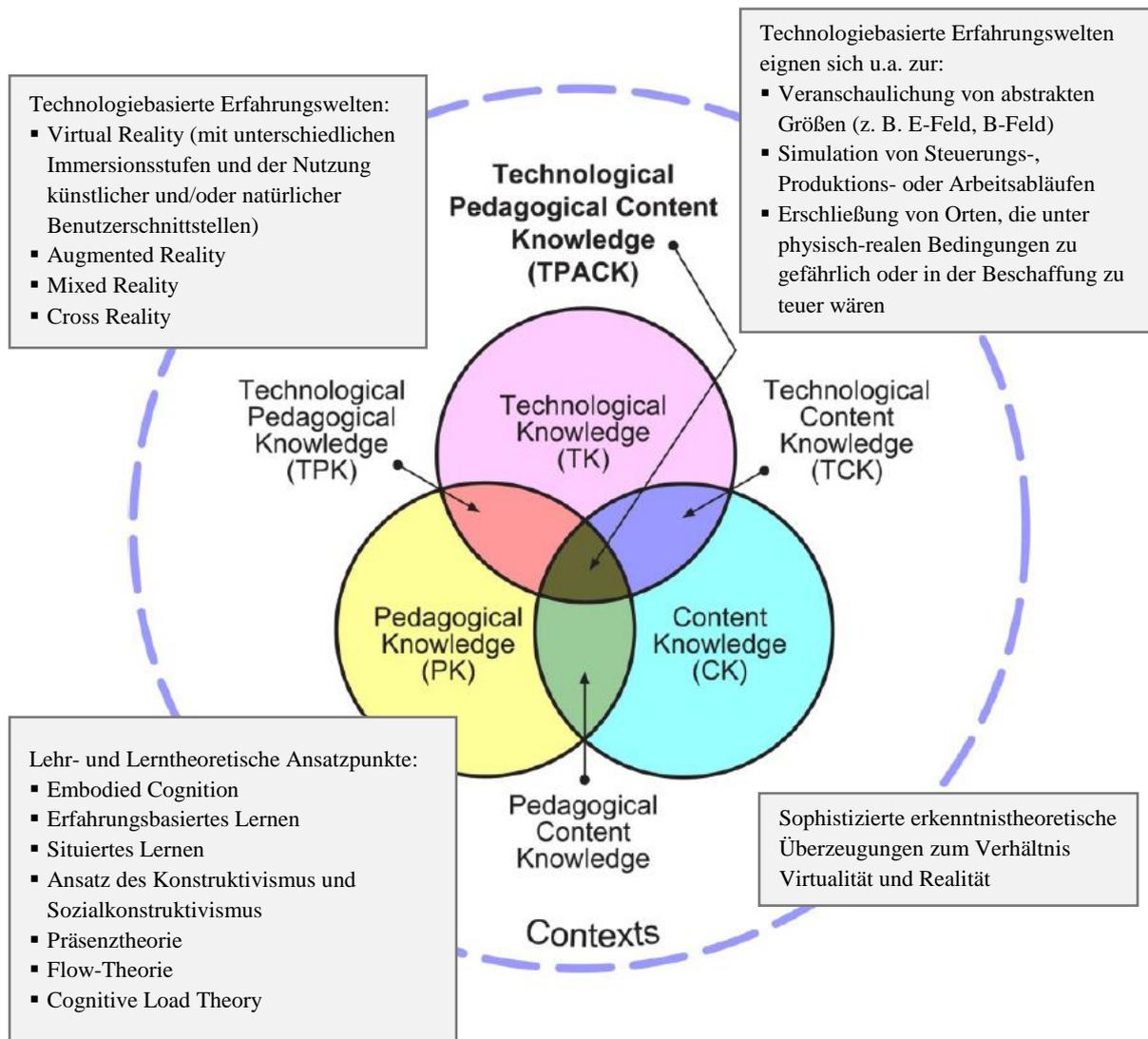


Abb. 2: TPACK Rahmenmodell mit seinen Wissenskomponenten (Koehler & Mishra 2009, S. 63) mit eigenen Ergänzungen zu technologiebezogenen Erfahrungswelten

4 Virtualität versus Realität

Wie Eingangs beschrieben wird davon ausgegangen, dass Virtualität und Realität zunehmend verschmelzen. Durch diese Verschmelzung entsteht ein grundlegendes Problem. Auf der einen Seite ermöglichen virtuelle Lernwelten neue „realistische“ Lehr- und Lernmöglichkeiten, andererseits können Lehrende und Lernende von virtuellen Welten über die Wirklichkeit (bewusst oder unbewusst) getäuscht werden und die sinnliche „echte“ Erfahrungswelt der Nutzerinnen und Nutzer kann nachhaltig eingeschränkt bzw. manipuliert werden.

Allgemein wird in der Diskussion unter „Virtualität“ die Eigenschaft eines Gegenstandes (bzw. einer Person, eines Prozesses usw.) verstanden, der nicht in der Form existiert, in der er ausstrahlt, aber in seiner Wirkung und seinem Wesensgehalt in dieser Form dem existierenden Gegenstand zu gleichen scheint. Virtualität meint also eine gedachte Entität, die für das Wesen des Gegenstandes und seine Funktionalität und Wirkung vorhanden ist. Während (wirkliche)

Realitäten einer Erkenntnislogik von Abduktion, Deduktion und Induktion zugeführt werden können und im Hinblick auf ihren Aufbau, ihre Verlässlichkeit und Kohärenz anhand vorliegender wissenschaftlicher Aussagesysteme überprüft werden können, stellen sich entsprechende Analysen zu virtuellen Realitäten eingeschränkt dar. Virtuelle Realitäten können von der Wirklichkeit unabhängige Konstrukte einnehmen, sie müssen nicht den Naturgesetzen entsprechen und die Realität in der „Wirklichkeit“ darstellen. Meistens ist es sogar intendiert, dass eine virtuelle Realität die (wirkliche) Realität in ihrer Besonderheit darstellt und anschaulich erklärbar macht. Die Trennung zwischen virtuell und real wird damit für Lehrende und Lernende eine grundlegende Herausforderung! Mit den technologiebasierten Erfahrungswelten sind somit auch basale erkenntnistheoretische Fragestellungen verbunden. Sowohl Lehrkräfte als auch die Lernenden benötigen entwickelte (sophisticizierte) erkenntnistheoretische Überzeugungen, um sich reflexiv und kritisch denkend mit dem Einsatz und der Nutzung technologiebasierter Erfahrungswelten in Lehr- und Lernarrangements professionsorientiert auseinandersetzen zu können.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Damit die technologiebasierten Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung von den Berufsschullehrkräften und dem betrieblichen Ausbildungspersonal professionsorientiert eingesetzt werden, besteht – auch angesichts des dynamischen Prozesses der Digitalisierung in der Berufs- und Arbeitswelt, einschließlich der zunehmenden Nutzung von VR und AR in Arbeits-, Produktions- und Geschäftsprozessen – die dringende Notwendigkeit einer technologie-spezifischen Professionalisierung. Im Beitrag wird davon ausgegangen, dass die neuen Formen der Mensch-Technik-Interaktion spezifische Lernumgebungen erfahrbar machen können und vielfältige Einsatzpotenziale aufweisen. Besonders vorteilhaft wird der Einsatz der technologiebasierten Erfahrungswelten Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality im beruflichen Aus- und Weiterbildungsbereich gesehen, wenn diese nicht nur als reines Additiv eingebracht, sondern didaktisch-methodisch in reale berufliche Projekte integriert werden. So können konkrete betriebliche Szenarien und Praxisbezüge über die technologiebasierten Erfahrungswelten in die berufsschulische Aus- und Weiterbildung integriert werden oder betriebliche Prozesse und Abläufe in einer „geschützten“ Lehr- und Lernumgebung trainiert werden. Die Ausführungen im dritten Abschnitt deuten darauf hin, dass mehrere allgemein als bedeutsam gesehene lehr- und lerntheoretische Ansätze und Konzepte bei der Konzeptionierung von Lehr- und Lernarrangements mit technologiebasierten Erfahrungswelten gut integriert werden können. Anschlussfähige Hinweise für die Professionalisierung von Lehrkräften im Kontext der Digitalisierung bieten die Rahmenmodelle DigCompEdu und TPACK (siehe Abschnitt 3).

Wie eingangs dargestellt, werden in einem breiten Begriffsverständnis digitale Medien als eine neue Kulturtechnik bezeichnet, mit deren Hilfe kulturelle und technische Konzeptionen zur Problemlösung in unterschiedlichen Lebenssituationen gefasst werden (KMK 2016). Diese Definition macht die besondere Bedeutung der digitalen Medien für viele gesellschaftlichen Bereiche deutlich, weist zugleich aber auch auf die komplexen Zusammenhänge zwischen der Technik als Gegenstand, der Verwendung der Technologie und der Gestaltung der Rahmenbedingungen der Techniknutzung hin. Auch wenn der Einsatz von Medien im Unterricht schon immer ein wesentlicher Bestandteil der beruflichen Lehrerbildung bzw. der Didaktik im weiteren Sinne gewesen ist, so nehmen die neuen digitalen Medien und die damit verbundenen Bildungspotenziale aktuell eine besondere Bedeutung in der Professionalisierung von Lehrkräften

ein. Wie komplex virtuelle Erfahrungswelten mit realen Umgebungen tatsächlich verschmelzen, ist offen. Unabhängig davon besteht aber Konsens, dass digitale Medien heute am betrieblichen und berufsschulischen Lernort nicht mehr wegzudenken sind. Angehende Berufsschullehrkräfte und betriebliche Ausbilder müssen, um digitale Medien professionsorientiert einsetzen zu können, spezifische digitale Kompetenzen entwickeln.

Mit dem Anspruch einer evidenzbasierten (digitalen) Lehrerbildung geht das Desiderat nach einer stärkeren Forschungsorientierung im Bezugsfeld der fokussierten Technologien und der benannten Handlungsfelder einher. Zentrale Handlungsfelder bei der Digitalisierung der Bildung sind u. a. die Anpassung der Bildungspläne, die Unterrichtsentwicklung, die Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften, die Infrastruktur und Ausstattung, die Bildungsmedien, E-Government sowie die rechtlichen und funktionalen Rahmenbedingungen (KMK 2016). Es stellt sich die Frage, inwieweit virtuelle Erfahrungen tatsächlich vergleichbar mit realen Erfahrungen sind bzw. sein müssen und welche Wirkungseffekte diese auf das Lehren und Lernen in beruflichen Handlungssituationen und die Entwicklung der beruflichen Handlungskompetenz haben. Insgesamt stellt sich die empirische Befundlage zum Lehren und Lernen mit technologiebasierten Erfahrungswelten sowohl im beruflichen Aus- und Weiterbildungsbereich mit Lernenden als auch in der Lehrerbildungsforschung im berufsbildenden Bereich unbefriedigend dar. Auch wenn einzelne empirische Studien im Bezugsfeld vorliegen, so erscheinen eine weitergehende Erforschung insbesondere im engeren Kontext von beruflichen Bildungsprozessen und eine domänenspezifische Betrachtung wünschenswert.

Literatur

- Ackeren van, I., 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. *Die Deutsche Schule* 111. Jahrg., Nr. 1.
- Ariali, S. & Zinn, B. (2018): Virtuelle Umgebungen zur Analyse der mentalen Rotationsfähigkeit. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), 7-29.
- Autorengruppe DigCompEdu [Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden] European Commission (Hrsg.): *Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden*, Online: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_leaflet_de-2018-09-21pdf.pdf (20.06.2019)
- Baltes, B. B., Dickson, M. W., Sherman, M. P., Bauer, C. C., & LaGanke, J. (2002). Computer-mediated communication and group decision making: A meta-analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 87(1), 156-179.
- Baran, E., Bilici, S. C., Albayrak, A. & Tondeur, J. (2019): Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology* Vol. 50, No. 1, 357-370.
- Barron, B. (2000). Achieving Coordination in Collaborative Problem-Solving Groups. *Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403-436.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (29-55) Münster New York: Waxmann.
- Bonz, B., Schanz, H. & Seifried, J. (Hrsg.) (2017): *Berufsbildung vor neuen Herausforderungen – Wandel von Arbeit und Wirtschaft, Berufsbildung konkret*, Band 13, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Bos, W. (2015): „Keine IT-Ausstattung ohne pädagogisches Konzept. Deutsche Telekom Stiftung (Hrsg.) *Schule digital Der Länderindikator 2015*. Online: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/schuledigital_2015_web.pdf (04.06.2019)
- Bos, W., Lorenz, R., Endberg, M., Schaumburg, H., Schulz-Zander, R. & Senkbeil, M. (Hrsg.) (2015): *Schule digital – Der Ländervergleich 2015. Vertiefende Analysen zur schulischen Nutzung digitaler Medien im Bündländervergleich*. Münster: Waxmann.

- Bos, N., Olson, J., Gergle, D., Olson, G., & Wright, Z. (2002). Effects of four computer-mediated communications channels on trust development. In L. Terveen, D. Wixon, E. Comstock, & A. Sasse (Eds.), *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings 1 ed.*, Vol. 4, 135-140.
- Brill, M. (2009): *Virtuelle Realität*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Calmbach, M., Borgstedt, S., Borchard, I., Thomas, P. M. & Flaig, B. B. (2016): *Wie ticken Jugendliche? Lebenswelten von Jugendlichen im Alter von 14 bis 17 Jahren in Deutschland*. Berlin: Springer. 171-219.
- Coleman, B. (2009). Using sensor inputs to affect virtual and real environments. *IEEE Pervasive Computing*, 8, 3.
- Coogan, C. & He, B. (2018): Brain-Computer Interface Control in a Virtual Reality Environment and Applications for the Internet of Things. *IEEE Advancing Technology for Humanity*. Online: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8302482> (14.07.2019)
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Basic Books.
- Dede, C. (1995). The evolution of constructivist learning environments. *Educational Technology*, 35(5), 46-52.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier Books.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2014). *Virtual und Augmented Reality (VR / AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dolata, U. & Werle, R. (Hrsg.) (2008): *Gesellschaft und die Macht der Technik – Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung*. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Draper, J. V., Kaber D. B. & Usher, J. M. (1999). Speculations on the value of telepresence. *CyberPsychology & Behavior*, 2(4), 349-362.
- Eickelmann, B. & Gerick, J. (2017): *Lehren und Lernen mit digitalen Medien – Zielsetzungen, Rahmenbedingungen und Implikationen für die Schulverwaltung*. *Schulmanagement Handbuch*, 164 (4), 54-81.
- Engeser, S., Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Bischoff, J. (2005). Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings | Dieser Beitrag wurde unter der geschäftsführenden Herausgeberschaft von Joachim C. Brunstein akzeptiert. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19(3), 159-172.
- Gartner Autorengruppe [5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies] (2018): 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018, Online: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/> (14.07.2019)
- Haase, T., Termath, W., & Schumann, M. (2015.). *Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion von morgen*. In: Horst Meier (Hrsg.): *Hochschulgruppe Arbeits- und Betriebsorganisation e.V. -HAB-*, München: *Lehren und Lernen für die moderne Arbeitswelt*. Berlin: GITO Verlag. 183-208.
- Hamdani, A. M., Ikhwan, F. N., Nurjannah, N. & Atmanwinanda, K. (2018): Effectiveness of Virtual Reality for People with Autism. *Proceedings of the 3rd International Conference of Integrated Intellectual Community*, 28.-29. April, Hannover, 1-6.
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262-271.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., und Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report Higher Education Edition: Deutsche Ausgabe (Übersetzung: Helga Bechmann, Multimedia Kontor Hamburg)*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kaltner, S. (2015). *Verkörperte mentale Rotation: objektbasierte und egozentrische Transformationen vor dem Embodiment-Ansatz*, unv. Diss., Universität Regensburg, 2015.
- Katzky, U., Höntzsch, S., Bredl, K., Kappe, F. & Krause, D. (2013). *Simulationen und simulierte Welten Lernen in immersiven Lernumgebungen*. In: Ebner, M., Schön, S. & Frey, C. (Hrsg.): *L3T Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* Online: <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/102/name/simulationen-und-simulierte-welten> (20.06.2019)
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing tpck. *AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), The handbook of technological pedagogical content knowledge (tpck) for educators* (pp. 3-29). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- KMK [Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland] (2016). *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017, Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf (20.06.2019)

- Loke, S. K. (2015). How do virtual world experiences bring about learning? A critical review of theories. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(1), 112-122.
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2).
- Mahler, D. & Arnold, J. (2018): Wissen ist Macht! Das TPACK-Modell als Grundlage für Mediennutzung im Unterricht. *Unterricht Biologie*, 42, 431, 46-48.
- Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., & Wang, Z. (2018). All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X,Y), and Multimediased Reality. arXiv:1804.08386.
- Milgram, P. & Kishino, F. A. (1994). "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." *IECE Trans. on Information and Systems (Special Issue on Networked Reality)*, E77-D(12), 1321-1329.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006): Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record* Volume 108, Number 6, Columbia University, 1017-1054.
- OECD (2019): Trends, Shaping Education 2019, Paris: OECD Publishing, Paris. Online: [https://read.oecd-ilibrary.org/education/trends-shaping-education-2019_trends_edu-2019-en# \(30.06.2019\)](https://read.oecd-ilibrary.org/education/trends-shaping-education-2019_trends_edu-2019-en# (30.06.2019)
- Olshannikova, E., Ometov, A., Koucheryavy, Y. & Olsson, T. (2015): Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: challenges and research agenda. *Journal of Big Data* 2(22).
- Preim, B., & Dachsel, R. (2015). *Interaktive Systeme. Bd. 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces (2. Aufl.)*. Berlin: Springer.
- Reinmann, G., Ebner, M., & Schön, S. (2013). *Hochschuldidaktik im Zeichen von Heterogenität und Vielfalt: Doppelfestschrift für Peter Baumgartner und Rolf Schulmeister. BoD – Books on Demand*.
- Rheingold, H. (1992). *Virtuelle Welten: Reisen im Cyberspace*. Rowohlt.
- Sharma, V.S., Mehra, R., Kaulgud, V. & Podder, S. (2019): An Extended Reality approach for creating Immersive Software Project Workspaces. *IEEE/ACM 12th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)*. 27-30
- Scheiter, K. (2017): Lernen mit digitalen Medien – Potenziale und Herausforderungen aus Sicht der Lehr-Lernforschung. *Schulmanagement Handbuch*, 164 (4), 33-47.
- Schuster, K., Ewert, D., Johansson, D., Bach, U., Vossen, R., & Jeschke, S. (2016). Verbesserung der Lernerfahrung durch die Integration des Virtual Theatres in die Ingenieursausbildung. In *Engineering Education 4.0*. Cham: Springer. 169-184
- Sherry, J. L. (2004). Flow and media enjoyment. *Communication Theory*, 14(4), 328–347.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* 57(1), 1-21.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence connect*, 3(3), 1-5.
- Spath, D. (Hrsg.), Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. Schlund, S. (2013): *Studie Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Voiskounsky, A. E., Mitina, O. V. & Avetisova, A. A. (2004). Playing Online Games: Flow Experience. *PsychNology journal*, 2(3), 259-281.
- Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, L., Böcking, S., Schramm, H., Gysbers, A. & Hartmann, T. (2004). MEC Spatial Presence Questionnaire. Retrieved Sept. 18, 2015 from <http://academic.csuohio.edu/kneuendorf/frames/MECFull.pdf>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Warkentin, M. E., Sayeed, L. & Hightower, R. (1997). Virtual Teams versus Face-to Face Teams: An Exploratory Study of a Web-based Conference System, *Decision Sciences* Vol. 28 Nr. 4.
- Weibel, D. & Wissmath, B. (2011). Immersion in computer games: The role of spatial presence and flow. *International Journal of Computer Games Technology*, 6-20.
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., Saari, T., Laarni, J., Ravaja, N. & Gouveia, F. R. (2007). A process model of the formation of spatial presence experiences. *Media psychology*, 9(3), 493-525.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Zinn, B., Guo, Q. & Sari, D. (2016): Entwicklung und Evaluation einer virtuellen Lehr- und Lernumgebung für Servicetechniker im industriellen Dienstleistungsbereich. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Jg. 4 (Heft 1), 98-125.

- Zinn, B. (2017): Digitalisierung der Arbeit – Kompetenzerwartungen des Beschäftigungssystems und didaktische Implikationen. In: Bonz, B., Schanz, H. & Seifried, J. (Hrsg.): Berufsbildung vor neuen Herausforderungen – Wandel von Arbeit und Wirtschaft, Berufsbildung konkret, Band 13, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH, 163-176.
- Zinn, B. & Ariali, S. (2020): Technologiebasierte Erfahrungswelten - Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. In: Zinn, B. (Hrsg.): Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Zinn, B. & Pletz, C. (2020): Virtual Reality. Virtuelle Lern- und Arbeitsumgebungen und deren Anwendung und Akzeptanz in technischen Berufen. Bildung und Beruf. 173-178.
- Zinn, B., Pletz, C., Wadas, H. & Guo, Q. (2020): Förderung von Auszubildenden mit einem besonderen Förder- und Unterstützungsbedarf mittels einer virtuellen Lernumgebung. In: Zinn, B. (Hrsg.): Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Zinn, B. (Hrsg.)(2020): Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung. Stuttgart: Steiner-Verlag.

PROF. DR. BERN ZINN
Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik
Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart
bernd.zinn@ife.uni-stuttgart.de

Zitieren dieses Beitrags:

Zinn, B. (2019). Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität (JOTED), 7(1), 16–31.