

VR in der kaufmännischen Berufsbildung: Potenziale – Befunde – Perspektiven

MATTHIAS CONRAD, JONAS DÖLKER, DAVID KABLITZ, STEPHAN SCHUMANN

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über den Einsatz von Virtual Reality (VR) im Bildungskontext mit besonderem Bezug zur kaufmännischen Berufsbildung. Im Fokus stehen hierbei grundlegende Fragen hinsichtlich der lernbezogenen Effekte von VR-Anwendungen. Auf Grundlage eines systematischen Reviews zur Lernwirksamkeit von VR im Vergleich zu anderen Medientypen in Bezug auf den Erwerb von prozeduralem und deklarativem Wissen können hierbei in der Tendenz Vorteile im Hinblick auf den Erwerb von prozeduralem Wissen identifiziert werden. Eine erste Pilotierung an einer kaufmännischen Schule liefert darüber hinaus Hinweise darauf, dass trotz wahrgenommener Einfachheit der Bedienung der Nutzen des Technologieeinsatzes von Schülerinnen und Schülern differenziert wahrgenommen wird. Abschließend wird die Notwendigkeit einer differenzierteren Betrachtung didaktischer Rahmenkonzepte und Implementierungsansätze im Hinblick auf VR-basiertes Lehren und Lernen deutlich gemacht.

Schlachworte: Virtual Reality, VR, Berufliche Bildung, Lernen, Review

Abstract

This study gives an overview of the use of virtual reality (VR) in the educational context with particular reference to commercial vocational training. The focus is on fundamental questions regarding the learning-related effects of VR applications. Based on a systematic review of the learning effectiveness of VR compared to other types of media, we identify certain advantages of the acquisition of procedural and declarative knowledge inherent in VR learning. An initial pilot study at a commercial school provides indications that, despite the perceived simplicity of operation, the benefits of technology use are perceived differently by learners. This study also looks at the need for a more differentiated consideration of didactic framework concepts and implementation strategies in VR-based teaching and learning.

Keywords: virtual reality, VR, VET, learning, review

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Der Einsatz von *Virtueller Realität* (VR) im Bildungskontext ermöglicht die Realisierung komplexer Lehr- und Lernarrangements mithilfe digitaler Computertechnologien. Aufgrund der damit verbundenen Möglichkeit zur computergestützten Gestaltung von handlungsbezogenen Simulationen und Interaktionen wird der Technologie generell ein hohes Potenzial in Bezug auf die Förderung beruflicher Handlungskompetenz zugeschrieben. Obwohl VR-Anwendungen bislang vor allem in der technischen und medizinischen Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden (Radianti, Majchrzak, Fromm & Wohlgenannt, 2020), gibt es auch in der kaufmännischen Berufsbildung mögliche Einsatzszenarien, insbesondere in Bezug auf den handlungsorientierten Erwerb domänenbezogener Kompetenzen einschließlich deren Transfer in neuartige oder ungewohnte Arbeitskontexte. VR-basierte Lehr- und Lernszenarien können, so die Annahme, dazu beitragen, den Erwerb von berufstypischen Handlungskompetenzen effektiv zu fördern, indem Arbeitssituationen realitätsnah simuliert und fachdidaktisch begleitet werden. Konkrete Anwendungen für die kaufmännische Domäne sind beispielsweise die VR-basierte Simulation von Verkaufsgesprächen oder die VR-gestützte Gestaltung virtueller Verkaufsräume. Aktuell liegen für den Bereich der kaufmännischen Berufsbildung bislang kaum systematische Erkenntnisse darüber vor, ob und wie domänenspezifische Kompetenzen durch den Einsatz von VR erworben werden können. Ein übergeordnetes Desiderat stellt daher die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen individuellen Voraussetzungen der Lernenden (z. B. Interesse, Vorwissen etc.), der Technologienutzung und dem Lernerfolg dar. Zudem fehlen im Bereich der kaufmännischen Berufsbildung bislang belastbare Befunde darüber, welche (fach-)didaktischen Konzepte und damit einhergehenden Unterstützungssysteme den intendierten Kompetenzerwerb effektiv fördern. Weiterführende Erkenntnisse hierüber sind insofern bedeutsam, als der Einsatz dieser Technologie in Bildungskontexten möglichst evidenzbasiert gestaltet werden sollte, um diese sowohl didaktisch begründet als auch lernwirksam in der Unterrichtspraxis einsetzen zu können. Eine zunehmende Relevanz dieser Technologie erscheint insofern wahrscheinlich, da in den nächsten Jahren weitere Technologiesprünge im Zusammenhang mit VR-basierten Anwendungen zu erwarten sind und die Anschaffungskosten für die hierfür notwendige Hard- und Software weiter sinken, was dieses Medium für den Einsatz in Bildungseinrichtungen zunehmend attraktiver macht (Hellriegel & Čubela, 2018; Jensen & Konradson, 2018). Unter Bezugnahme auf das *Substitution-Augmentation-Modification-Redefinition-Modell* (SAMR) von Puentedura (2006) können hierdurch sowohl analoge Arbeitsmittel ersetzt und erweitert als auch ganz neue digitalgestützte Lernumgebungen geschaffen werden. Gerade für das Vordringen in Bereiche, die durch analoge Medien nicht möglich sind, bietet VR große Potenziale.

2 Virtuelle Realität: Verortung, Komponenten und technische Umsetzungen

Der Begriff *Virtual Reality* bezieht sich auf eine breite Palette von Konzepten und Technologien, welche die Sinneswahrnehmung des Individuums beeinflussen (Walsh & Pawlowski, 2002). Aus technischer Perspektive kann VR als computerbasiertes Medium definiert werden, welches eine immersive, sensorische Illusion des Anwesendseins in einer anderen Umgebung ermöglicht (Biocca & Delaney, 1995). VR bildet hierbei eine Mensch-Computer-Schnittstelle, die Echtzeitsimulation und Interaktionen über sensorische Kanäle ermöglicht, indem auf Basis einer Computergrafik eine real wirkende Welt geschaffen wird, die auf Bewegungen und Steuerungseingaben der Nutzenden reagiert (Burdea & Coiffet, 2003). Milgram und Kishino (1994) unterscheiden in diesem Zusammenhang mehrere Dimensionen von Realität und fassen diese Abstufungen in einem *Virtualitätskontinuum* zusammen, welches sich von der realen Umgebung bis hin zu einer komplett virtuellen Umwelt erstreckt.



Abbildung 1: Virtualitätskontinuum nach Milgram & Kishino, 1994

Die beiden zwischen diesen Polen befindlichen Mischformen (*Augmented Reality* und *Augmented Virtuality*) werden von Milgram und Kishino (1994) als *Mixed Reality* bezeichnet. Während in der *Augmented Reality* (AR) die reale Welt die dominante Ebene darstellt, welche lediglich durch virtuelle Objekte erweitert wird, findet bei *Augmented Virtuality* (AV) eine Anreicherung der virtuellen Welt durch reale Objekte statt. Die *Virtual Environment* (VR) stellt demgegenüber eine ausschließlich virtuelle Umgebung dar. Regelmäßige Technologieschübe im Bereich immersiver Technologien führen dazu, anstatt der von Milgram und Kishino (1994) vorgeschlagenen Kategorisierung alternativ auch von XR (Extended Reality) zu sprechen. Das Akronym XR subsummiert die verschiedenen Ausprägungen virtueller Realitäten, wobei das X als Platzhalter für sämtliche Zukunftstechnologien in diesem Bereich zu verstehen ist (Palmas & Klinker, 2020). Um eine Technologie als *VR-System* zu bezeichnen, bedarf es gemäß Burdea und Coiffet (2003) bestimmter Komponenten, welche als die drei „Is“ der Virtuellen Realität bezeichnet werden: *Imagination*, *Immersion* und *Interaktion*. Das Konstrukt der *Immersion* beschreibt hierbei das Phänomen, dass sich das Individuum im Rahmen der Technologienutzung als Teil der virtuellen Welt wahrnimmt, während *Imagination* sich auf die Vorstellungskraft des Individuums bezieht. *Interaktion* bezieht sich auf die handlungsbezogene Wechselwirkung zwischen Mensch und computerbasiertem System (Burdea & Coiffet, 2003). Unabhängig vom Interaktionslevel wird die reale Umge-

bung in der VR gänzlich ausgeblendet (Suh & Prophet, 2018). *Interaktion*, *Imagination* und *Immersion* hängen somit unmittelbar zusammen. Radianti et al. (2020) weisen darauf hin, dass sich die Vorstellung von Immersion im Laufe der Zeit verändert hat. Als Anfang der 1990er-Jahre die ersten 3D-Spiele eingeführt wurden, empfanden die Spielerinnen und Spieler diese als immersiv, obwohl die Auflösung auf den Monitoren aus heutiger Sicht relativ gering war. Nach Cummings und Bailenson (2016) hängt Immersion im Kontext von VR vor allem von der zugrunde liegenden Systemkonfiguration ab. Entscheidende Faktoren sind hierbei das Tracking Level, das stereoskopische Sehen, die Bildqualität und die Breite des Sichtfelds sowie die Tonqualität, die Aktualisierungsgeschwindigkeit und die eingenommene Perspektive.

Der Zugang zu einer immersiven virtuellen Umgebung erfolgt aus technischer Sicht meist über ein *Head-Mounted-Display (HMD)*, welches in Form einer VR-Brille entweder an einen Computer angeschlossen wird oder aber die für den Betrieb notwendige Rechnerkapazität direkt in der Brille bereitstellt. Hochwertige HMD-Geräte verfügen über integrierte Bildschirme und Linsen zur Anzeige der virtuellen Welt (Zobel, Werning, Berkemeier & Thomas, 2018). Die denkbar einfachste Form eines HMD stellen sog. *Card-Board-Brillen* dar, die lediglich ein Smartphone als VR-fähiges Endgerät benötigen (Powell, Powell, Brown, Cook & Uddin, 2016; Zobel et al., 2018). Diese Geräte werden daher teils als Low-Budget-HMD oder auch Mobile VR klassifiziert (Radianti et al., 2020; Zobel et al., 2018). Da Smartphones jedoch nicht für diesen Zweck entwickelt wurden, ist die Qualität der Darstellung in der Regel geringer als bei einem hochwertigen HMD (Southgate, Smith & Cheers, 2016). Inzwischen gibt es am Markt sehr leistungsfähige „Standalone“-Lösungen, sodass ein leistungsfähiger Rechner und ein hochauflösendes Display in einer VR-Brille verbaut sind. *Head-Mounted Displays* und *Cave Automatic Virtual Environments (CAVE)* stellen die gängigsten VR-Systeme dar (An, Matteo, Epstein & Brown, 2018; Southgate et al., 2016). Bei CAVE handelt es sich um eine projektionsbasierte Anwendung, bei der eine Person innerhalb eines würfelförmigen Raumes von mehreren Bildschirmflächen umgeben ist (Makransky & Lilleholt, 2018). Die Interaktion kann bei VR-Systemen auf verschiedene Arten erfolgen. Bei hochwertigen HMD-Systemen werden Bewegungen und Handlungen in der Regel mithilfe von Controllern gesteuert, wobei sowohl die visuelle als auch die auditive und taktile Sinneswahrnehmung mithilfe dieser VR-Systeme angesprochen werden können (Southgate et al., 2016; Ebnali, Lamb, Fathi & Hulme, 2021). Bei nicht-immersiven VR-Anwendungen, auch *Desktop-VR* genannt, werden virtuelle Umgebungen, 360-Grad-Bilder und -Videos sowie andere 3D-Umgebungen auf einem stationären Computerbildschirm abgebildet (Lee & Wong, 2014; Maas & Hughes, 2020; Suh & Prophet, 2018). Für die Interaktion werden hierbei gewöhnliche Eingabegeräte (z. B. Tastatur und Maus) oder in seltenen Fällen spezielle Handschuhe verwendet (Lee & Wong, 2014; Suh & Prophet, 2018).

3 Anwendungsfelder, Potenziale und Herausforderungen

Schwan und Buder (2006) kategorisieren lernbezogene Handlungsmöglichkeiten im Kontext von VR-Anwendungen in drei verschiedene „Welten“. (1) Sog. „Explorationswelten“ ermöglichen es den Lernenden, ein virtuelles Setting eigenständig zu erkunden. Darin enthaltene Lernobjekte können dabei von verschiedenen, frei bestimmbar Blickrichtungen betrachtet werden. Im Fokus von Explorationswelten stehen in erster Linie Verstehensprozesse. Demgegenüber zielen (2) sog. „Trainingswelten“ vor allem auf die Vermittlung prozeduraler und handlungsbezogener Fertigkeiten ab, welche auf Basis von Trainingssimulationen gezielt gefördert werden können. (3) „Konstruktionswelten“ ermöglichen es den Lernenden, Objekte in einer virtuellen Welt selbst zu bearbeiten oder zu erschaffen. Der Fokus liegt hierbei vor allem auf gestalterischen Aspekten.

Blümel, Jenewein und Schenk (2010) unterscheiden bei VR-Anwendungen hingegen drei verschiedene „Nutzungsmodi“. Der „Präsentationsmodus“ dient dazu, bestimmte Abläufe oder Strukturen aufzuzeigen. Der „geführte Modus“ ermöglicht es den Lernenden, eine Aufgabe schrittweise durchzuführen, indem konkrete Anweisungen befolgt werden. Der „freie Modus“ sieht hingegen eine weitgehend autonome Exploration des jeweiligen Settings vor. Derartige Kategorisierungen können dazu beitragen, den lehr- und lernbezogenen Einsatz von VR-Anwendungen hinsichtlich der hierbei intendierten Lernziele (fach-)didaktisch reflektiert zu gestalten, indem beispielsweise in Form eines aufeinander aufbauenden Scaffolding die Lernenden ausgehend von einer zunächst passiven Teilnahme über eine angeleitete Führung schließlich in die selbstständige Handlung entlassen werden. Obwohl die Konzepte von Schwan und Buder (2006) und Blümel et al. (2010) eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen, fokussiert sich die Kategorisierung von unterschiedlichen Welten vor allem auf den Einsatzzweck (d. h. Exploration, Training, Konstruktion). Demgegenüber bezieht sich die Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Modi vor allem auf die Freiheitsgrade des Settings (d. h. passiv, geführt, frei). Vor diesem Hintergrund sind beide Ansätze miteinander kombinierbar bzw. ineinander integrierbar (z. B. „geführte Trainingswelt“).

Die dem Einsatz von VR-Technologien zugeschriebenen Potenziale adressieren Blümel et al. (2010) zufolge zentrale didaktische Prinzipien der Unterrichtsgestaltung, insbesondere die Aspekte *Anschaulichkeit* und *Variation von Komplexität*. Dies wird vor allem mit den vielfältigen Möglichkeiten zur Veranschaulichung von Lerngegenständen im virtuellen Raum (z. B. freie Rotation von 3D-Modellen) und der Möglichkeit variierender Komplexität der Lernumgebung begründet (z. B. durch Ein- und Ausblendung von Kontextinformation). Weitere Vorteile werden (zumindest dem Anspruch nach) in der möglichen *Orts- und Zeitunabhängigkeit* gesehen (Blümel et al., 2010). Einen weiteren Aspekt stellt die *Reversibilität von Handlungen* dar, demzufolge in der virtuellen Umgebung Fehler ohne Angst vor negativen Konsequenzen gemacht werden können. Lernende können sich in einer virtuellen Umgebung aufhalten, ohne dabei realen Gefahren ausgesetzt zu sein, wie es beispielsweise bei experimentellen

Versuchen in den Naturwissenschaften oder bei der Bedienung technischer Systeme in der Berufsausbildung der Fall sein kann (Bailenson et al., 2008). Ferner können Experimente oder Übungen, welche in der realen Welt eher kostspielig sind, beliebig oft simuliert werden (Bailenson et al., 2008; Ragan et al., 2015). Weitere Potenziale werden vor allem in der Gestaltung individualisierter und selbstgesteuerter sowie kooperativer und kollaborativer Lernumgebungen gesehen. Beispiele hierfür sind virtuelle Trainingsszenarien zur Einübung von Arbeitsschritten zur Reparatur von technischen Geräten, die auf das Vorwissen der Lernenden abgestimmt sind und von den Lernenden selbstständig durchlaufen werden (d. h. individualisiertes und selbstgesteuertes Lernen) oder die Durchführung von Sicherheitstrainings in Lerngruppen zur Einübung festgelegter Abläufe, die bestimmte kooperative oder kollaborative Handlungen erfordern.

Demgegenüber gehen mit der Nutzung von VR-Technologien auch eine Reihe von technischen und didaktischen Herausforderungen einher. So besteht nach wie vor eine technische und vor allem unterrichtsorganisatorische Herausforderung darin, mehrere Personen gleichzeitig in eine VR-basierte Lernumgebung einzubeziehen (Waddell, Perkins & Williamon, 2019). Ein weiteres Problem bezieht sich auf die technische Nutzung der hierfür notwendigen Software im Kontext von Lehren und Lernen, da die am Markt verfügbaren VR-Systeme in erster Linie zur Unterhaltung konzipiert wurden und nicht für den Einsatz im Klassenzimmer, sodass ein Mangel an geeigneten Anwendungen und Lerninhalten vorliegt (Jensen & Konradsen, 2018). Ein viel diskutiertes Problem stellt auch der Umgang mit unerwünschten Begleiterscheinungen der Technologieinutzung dar, insbesondere der Gefahr von gesundheitlichen Beschwerden in Form von *Motion Sickness* (auch *Cybersickness* oder *Simulator Sickness*), demzufolge die Nutzung von VR-Anwendungen während oder nach dem Einsatz Übelkeit, Orientierungslosigkeit, verschwommenes Sehen oder Kopfschmerzen auslösen kann (Gallagher, Dowsett & Ferrè, 2019; Meyer, Omdahl & Makransky, 2019).

4 Befunde zum Lehren und Lernen mit VR-Technologien im Bildungskontext

Um einen Überblick über die bisherigen Übersichtsarbeiten zum Thema „VR-Anwendungen im Bildungsbereich“ zu erhalten, wurde eine systematische Recherche nach Reviews zur lernbezogenen Wirksamkeit von VR-Technologien durchgeführt, wobei die auf pädagogische und psychologische Fachgebiete spezialisierten Datenbanken *APA PsycArticles*, *APA PsycInfo* und *Education Resources Information Center (ERIC)* durchsucht wurden. Um eine hinreichende Vergleichbarkeit der Studienergebnisse zu gewährleisten, wurden lediglich Reviews ab 2010 berücksichtigt, die einerseits in formale Bildungskontexte eingebettet waren und andererseits auf dem Einsatz von VR-Brillen (HMD) basierten, da es sich bei dieser Technologie um die gängigste Form der VR-Nutzung handelt. Auf Grundlage dieser Maßgabe konnten fünf relevante Reviews identifiziert werden.

Tabelle 1: Ausgewählte Reviews zum Lernen mit VR-Technologien ab 2010

Autoren und Autorinnen	Anzahl betrachteter Studien	Fokus der Studie
Billingsley et al. (2019)	7	Schulung von Lehrkräften: Auswirkungen von VR auf Wissen, Kompetenzniveau und Einstellungen
Concannon et al. (2019)	119	Einsatzgebiete, Lernergebnisse, konzeptuelle und theoretische Begründungen zum Einsatz immersiver VR-Technologien in der postsekundären Bildung
Hamilton et al. (2021)	29	Vergleich von Lernergebnissen zwischen VR-Nutzenden und Kontrollgruppen (u. a. Desktop-VR, PowerPoint, Video)
Jensen & Konradsen (2018)	21	Erwerb von affektiven, kognitiven und psychomotorischen Fähigkeiten im Bildungsbereich
Radianti et al. (2020)	38	Lerninhalte und Einsatzbereiche von VR in der Hochschulbildung

Die hierbei identifizierten Reviews beleuchten sowohl unterschiedliche Aspekte des Lernens als auch unterschiedliche Bereiche des Bildungssystems. Die darin betrachteten Einzelstudien beziehen sich überwiegend auf das Lernen im sekundären und tertiären Bildungsbereich (Concannon, Esmail & Roberts, 2019; Hamilton, McKechnie, Edgerton & Wilson, 2021; Radianti et al., 2020). Obwohl die unterschiedliche Fokussierung der einbezogenen Studien keine einheitliche Schlussfolgerung zum Lernen mit VR zulässt, lassen sich dennoch eine Reihe von Erkenntnissen in Bezug auf den hierdurch erzielten Lernerfolg ableiten.

In der Gesamtschau lässt sich eine tendenzielle Überlegenheit des Einsatzes von VR-Technologien im Vergleich zu nicht-immersiven Technologien hinsichtlich der Aspekte Merkfähigkeit von abstrakten und konzeptionellen Lerninhalten (z. B. Manipulation und Bewegung von DNA-Strängen im Bereich Biotechnologie) sowie Erwerb von prozeduralem Wissen (z. B. operative Vorgehensweisen bei medizinischen Behandlungen) beobachten (Radianti et al., 2020; Hamilton et al., 2021). Die hierbei beobachteten Effekte werden insbesondere durch die VR-basierte Möglichkeit des experimentellen Ausprobierens in virtuellen Lernumgebungen begründet (Radianti et al., 2020). In Bezug auf die Förderung des Verständnisses von neuen Unterrichtsinhalten kommen die betrachteten Reviews hingegen zu unterschiedlichen Ergebnissen (Jensen & Konradsen, 2018; Concannon et al., 2019; Hamilton et al., 2021). Jensen und Konradsen (2018) untersuchen in ihrer Arbeit die Entwicklung kognitiver, psychomotorischer und affektiver Fähigkeiten in den Bereichen Aus- und Weiterbildung und berichten in Bezug auf die Förderung von kognitiven Fähigkeiten ebenfalls uneinheitliche Befunde. Demzufolge lässt sich in einigen der hierbei betrachteten Studien durch den Einsatz von VR eine Förderung kognitiver Fähigkeiten beobachten, während sich dieser in anderen Untersuchungen als eher nachteilig erweist, insbesondere im Vergleich zu desktopbasierten Schulungen und traditionellen Lernmethoden bzw. -medien. Als vergleichsweise vorteilhaft erweist sich der Einsatz von VR hingegen bei

der Fokussierung auf visuelle und räumliche Wahrnehmung, beispielsweise im Kontext von Sicherheitstrainings oder bei der Visualisierung von organischen Strukturen in der Medizin, sodass VR-Anwendungen diesbezüglich dem Einsatz von nicht-immersiven Technologien tendenziell überlegen sind. Bezogen auf den Erwerb psychomotorischer Fähigkeiten sowie im Hinblick auf die Förderung von Kompetenzen im Bereich von praktischen Transferleistungen kann ebenfalls ein Vorteil von VR-Anwendungen im Vergleich zu nicht-immersiven Technologien beobachtet werden (Jensen & Konradsen, 2018). Zudem liegen Hinweise darüber vor, dass die gezielte Verwendung von VR-Anwendungen eine wirksame Methode darstellen kann, um das Verhalten in Angst- oder Stresssituationen zu trainieren (Jensen & Konradsen, 2018).

Hamilton et al. (2021) untergliedern die im Kontext des Einsatzes von VR-Anwendungen im Bildungsbereich untersuchten Lerneffekte in kognitive, prozedurale und affektive Kompetenzen und können hierbei positive Effekte in Bezug auf die Erreichung affektiver Lernziele (z. B. Einstellungen und Werthaltungen) sowie in Teilen auch positive Effekte im Bereich des Erwerbs von prozeduralem Wissen feststellen. Drei von vier Studien, welche den Erwerb von prozeduralem Wissen untersuchen, berichten über positive Lerneffekte durch den Einsatz von VR (Hamilton et al., 2021).

Die von Concannon et al. (2019) herangezogenen Studien aus dem post-sekundären Bildungsbereich identifizieren in Bezug auf die Erreichung motivationaler und kognitiver Lernziele mehrheitlich eine Überlegenheit von VR-Anwendungen im Vergleich zu alternativen Medientypen. Zudem konnte hier durch den Einsatz von VR ein größeres Engagement und eine höhere Lernbereitschaft bei den Lernenden festgestellt werden.

Hinsichtlich der in den identifizierten Reviews betrachteten Domänen zum Lernen mit VR zeigt sich, dass diese überwiegend naturwissenschaftliche Fächer berücksichtigen. Inwieweit die Befunde für andere Domänen gelten, ist weitgehend ungeklärt (Concannon et al., 2019; Radiani et al., 2020; Hamilton et al., 2021). Zudem stellt die unzureichende Differenzierung zwischen dem sekundären und tertiären Bildungssektor eine weitere Limitation dieser Studien dar.

5 Durchführung eines systematischen Reviews auf Basis der PRISMA-Methode

Um Hinweise auf die lernbezogenen Effekte des Einsatzes von VR-Brillen (HMD) im Vergleich zu anderen Medientypen zu erhalten, wurde ein weiteres systematisches Review auf Basis der PRISMA-Methode nach Liberati et al. (2009) durchgeführt. Folgende Suchkomponenten wurden im Rahmen dieser Recherche festgelegt: (1) *HMD-based*, (2) *VR technology*, (3) *Learning success*.

Tabelle 2: Ableitung von Stichwörtern aus den Suchkomponenten

Suchparameter	Suchkomponente	Suchbegriffe	
Merkmal	HMD-based	<ul style="list-style-type: none"> – cardboard – goggles – head mounted display – head mounted helmet – head-mounted display – head-mounted helmet – headset 	<ul style="list-style-type: none"> – HMD – HTC Vive – immersive – Oculus Rift – Samsung Gear – spectacles
Merkmal	VR technology	<ul style="list-style-type: none"> – IVE – IVLE – VE – virtual environment – virtual learning environment 	<ul style="list-style-type: none"> – virtual reality – virtual simulation – virtual world – VLE – VR
Ergebnisse	Learning success	<ul style="list-style-type: none"> – cognition – cognitive – competence – educational achievement – educational effectiveness – educational outcome – educational success – expertise – know – know-how – knowledge – learn – learning achievement – learning effectiveness – learning improvement 	<ul style="list-style-type: none"> – learning outcome – learning performance – learning result – learning success – outcome in learning – outcome of learning – performance – skill – solve – study achievement – study effectiveness – study outcome – study result – study success – understand

Zudem wurden noch weitere inhaltliche und qualitative Kriterien aufgestellt. Eine Studie wurde in das Review einbezogen, wenn:

- diese im Zeitraum von 2010 bis 2020 veröffentlicht wurde;
- diese in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift mit Peer-Review veröffentlicht wurde;
- innerhalb der Studie der Lernerfolg als abhängige Variable gemessen wurde;
- ein immersives HMD-Gerät oder HMD-ähnliches Mobile-VR-Gerät genutzt wurde;
- neben einer HMD-Gruppe mindestens eine weitere Kontrollgruppe an der Studie teilnahm,
- die ein alternatives Medium bzw. eine alternative Methode zum Lernen nutzte;
- es sich bei der betrachteten Stichprobe um Schülerinnen und Schüler sowie Studierende oder in Bildungseinrichtungen tätige Personen handelte;
- die Untersuchung entweder dem Primarbereich, Sekundarbereich I und II
- oder dem tertiären Bereich zugeordnet werden konnte.

Im Rahmen der Recherche wurden folgende Datenbanken durchsucht: *APA PsycArticles*, *APA PsycInfo*, *Education Resources Information Center (ERIC)* und *Teacher Refe-*

rence Center. Der anschließende Selektionsprozess bestand aus einem mehrstufigen Verfahren, der 1. die Elimination von Duplikaten und das Lesen des Titels und Abstracts, 2. das Lesen des Inhalts und 3. eine rückwärtsgerichtete Suche der in den selektierten Studien enthaltenen Literaturverzeichnisse umfasste, um auf diese Weise nach Möglichkeit weitere relevante Studien zu identifizieren. In Abbildung 2 ist der mehrstufige Selektionsprozess mithilfe eines Flussdiagramms dargestellt.

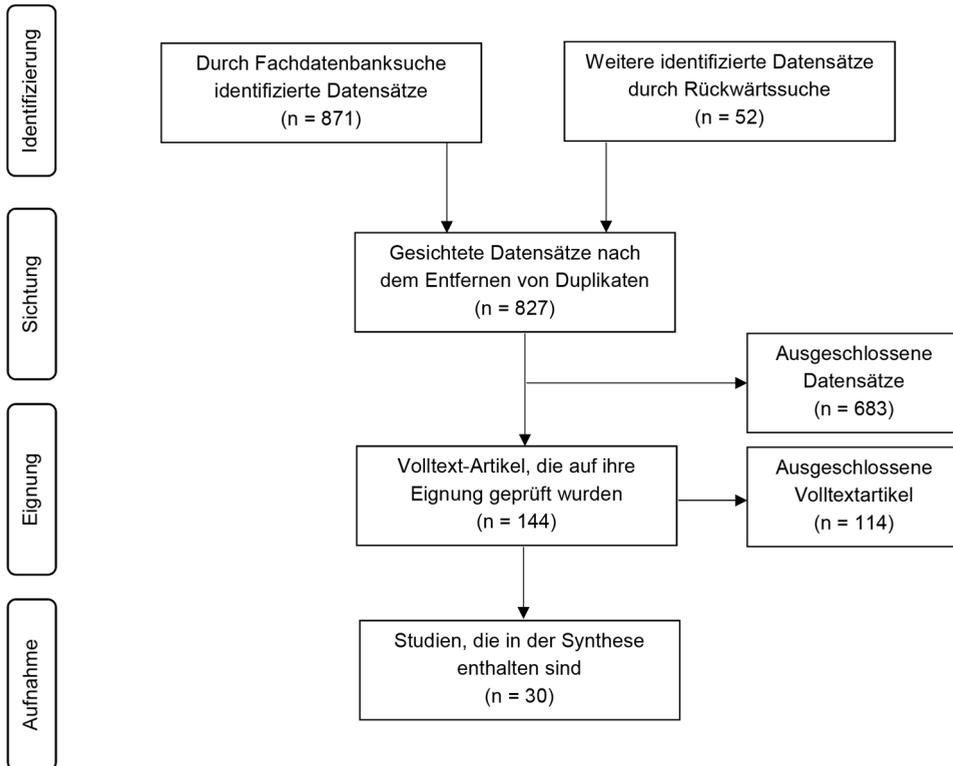


Abbildung 2.: Selektionsprozess mithilfe des PRISMA-Flussdiagramms (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Liberati et al. (2009))

Auf Basis dieser Vorgehensweise konnten letztendlich 30 relevante Studien identifiziert werden, die einen Stichprobenumfang von insgesamt 2.384 Probandinnen und Probanden umfassen (überwiegend Studierende sowie Schülerinnen und Schüler). Eine Übersicht über die selektierten Studien ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Übersicht über die einbezogenen Studien

Autoren	Technologie	Plattform	Land	Stichprobe	TN	M	W	D
Butt et al. (2018)	Oculus Rift	Computer	USA	Studierende	20	k.A.	k.A.	k.A.
Buttussi & Chittaro (2018)	Sony HMZ-T1 HMD, Oculus Rift DK2	Computer	Italien	Sonstiges Training	96	55	41	0
Chang et al. (2019)	VR Box 2nd Generation	Smartphone	Taiwan	Studierende	64	k.A.	k.A.	k.A.
Chittaro & Buttussi (2015)	Sony HMZ-T1	Computer	Italien	Sonstiges Training	48	26	22	0
Degli Innocenti et al. (2019)	HMD	Smartphone	Italien	SuS	36	20	16	0
Ferguson et al. (2020)	Sony PlayStation VR Headset (CUH-ZVR1)	Playstation	Niederlande	SuS	25	12	13	0
Gutiérrez-Maldonado et al. (2015)	Oculus Rift DK1	Computer	Spanien	Studierende	52	k.A.	k.A.	k.A.
Huang et al. (2019)	Oculus Rift	Computer	USA	Studierende	109	28	81	0
Kozhevnikov et al. (2013)	nVisor SX60	Computer	USA	Studierende	37	19	18	0
LaFortune & Macuga (2018)	Sensics zSight	Computer	USA	Sonstiges Training	56	18	38	0
Lai et al. (2019)	HMD	Unbekannt	Taiwan	Studierende	90	k.A.	k.A.	k.A.
Makransky et al. (2020)	Experiment 1: Samsung Gear VR	Smartphone	USA	SuS	131	47	84	0
	Experiment 2: Samsung Gear VR	Smartphone	USA	SuS	165	54	111	0
Makransky, Terkildsen & Mayer (2019)	Samsung Gear VR	Smartphone	Dänemark	Studierende	52	22	30	0
Makransky, Borre-Gude & Mayer (2019)	Samsung Gear VR	Smartphone	Dänemark	Studierende	105	49	56	0
Meyer et al. (2019)	Samsung Gear VR	Smartphone	Dänemark	Studierende	118	63	55	0
Moro, Štromberga, Raiikos & Stirling (2017)	Oculus Rift, Samsung Gear VR	Computer/ Smartphone	Australien	Studierende	59	28	31	0
Negro Cousa et al. (2019)	VR i7	Smartphone	USA	Rekrutierung Uni	42	15	27	0
Oh et al. (2019)	Oculus Rift	Computer	USA	Universität	129	64	65	0
Parong & Mayer (2018)	HTC Vive	Computer	USA	Studierende	55	17	38	0
Parong & Mayer (2020)	HTC Vive	Computer	USA	Rekrutierung Uni	61	20	40	1
Passig et al. (2016)	HMD	Unbekannt	USA	SuS	117	61	56	0
Rupp et al. (2019)	Oculus Rift DK2, Oculus Rift CV1, Google Cardboard	Computer	USA	Studierende	136	70	66	0

(Fortsetzung Tabelle 3)

Autoren	Technologie	Plattform	Land	Stichprobe	TN	M	W	D
Sportillo et al. (2018)	HTC Vive	Computer	Frankreich	Sonstiges Training	60	30	30	0
Sundar et al. (2017)	Cardboard	Smartphone	USA	Rekrutierung Uni	129	29	100	0
Tai et al. (2020)	Samsung Gear VR	Smartphone	Taiwan	SuS	49	27	22	0
Ventura et al. (2019)	HMD	Smartphone	Spanien	Rekrutierung Uni	42	25	17	0
Villena Taranilla et al. (2019)	Netway Vita	Smartphone	Spanien	SuS	98	52	46	0
Webster (2016)	Sony HMZ T1	Computer	USA	Berufstätige	140	136	4	0
Yang et al. (2018)	HTC Vive	Computer	China	Studierende	60	26	34	0
Ye et al. (2019)	HMD	Unbekannt	China	Studierende	62	12	50	0
TN = Teilnehmende; M = männlich; W = weiblich; D = divers; SuS = Schülerinnen und Schüler; k. A. = keine Angabe								

6 Ergebnisse

Bei differenzierter Betrachtung des Vergleichs zwischen VR-Anwendungen und analogen (d. h. nicht elektronischen) Medien bzw. Methoden zeigt sich, dass sich der Einsatz von VR-Anwendungen sowohl auf den Erwerb von deklarativem als auch auf den Erwerb von prozeduralem Wissen tendenziell vorteilhaft auswirkt. Beim Vergleich mit anderen elektronischen Medien lässt sich in den betrachteten Studien hingegen mehrheitlich kein Unterschied in Bezug auf den Wissenserwerb zwischen dem Einsatz von VR und anderen Medien bzw. Methoden feststellen, wenngleich in einzelnen Studien Vorteile von VR in Bezug auf den Erwerb von prozeduralem Wissen beobachtet werden können (u. a. Ferguson, van den Broek, van Oostendorp, Redelijkheid & Giezeman, 2020; Lai, Chen, Lai, Chang & Su, 2019; Yang et al., 2018). Bei differenzierter Analyse der Ergebnisse auf Grundlage der Kategorien lernbezogener Handlungsmöglichkeiten nach Schwan und Buder (2006) zeigt sich, dass vor allem im Bereich von *Trainings- und Konstruktionswelten* ein Vorteil von VR-Anwendungen für den Lernerfolg besteht. Diesbezüglich liegen sowohl für den Erwerb von deklarativem als auch von prozeduralem Wissen konkrete Hinweise auf die Überlegenheit von VR-Anwendungen gegenüber anderen Medien bzw. Methoden vor.

Tabelle 4: Zentrale Befunde der betrachteten Studien nach vergleichenden Medien oder Methoden

Referenzmedium bzw. -methode	Studie	Abhängiger Lernerfolg	Befunde
Video	Sundar et al. (2017)	Deklaratives Wissen	Kein signifikanter Unterschied in der Erinnerungsleistung
	Tai et al. (2020)	Deklaratives Wissen	Signifikant größerer Erfolg beim Vokabellernen bei der HMD-Gruppe ($d=0.89$)
	Rupp et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Signifikant größere Erinnerungsleistung bei einer von drei HMD-Gruppen in Bezug auf auditiv übermittelte Informationen
	LaFortune & Macuga (2018)	Deklaratives Wissen	Keine signifikanten Unterschiede bei der Reproduktion von Bewegungen zwischen Video- und HMD-Gruppe
	Meyer et al. (2019)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Mit Pretraining: Leicht besseres Abschneiden im Erinnerungs- und Transfertest HMD-Gruppe (nicht signifikant); ohne Pretraining: Videogruppe im Erinnerungstest signifikant besser ($d=0.60$), kein signifikanter Unterschied im Transfertest
	Chang et al. (2019)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Signifikant größerer Lernerfolg der HMD-Gruppe ($d=0.22$)
	Makransky et al. (2020)	Erhebung 1: Deklaratives + prozedurales Wissen	Kein signifikanter Unterschied im deklarativen und prozeduralen Wissenszuwachs
	Erhebung 2: Deklaratives + prozedurales Wissen	Signifikant größerer Zuwachs beim deklarativen Wissen bei Videogruppe ($d=0.23$); kein signifikanter Unterschied zwischen prozeduralem Wissen und Transfer	
Computer-Desktop	Oh et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Signifikant bessere Erinnerungsleistung bei Laptop-Gruppe ($d=0.56$)
	Buttussi & Chittaro (2018)	Deklaratives Wissen	Keine Überlegenheit in Bezug auf Verhalten
	Ferguson et al. (2020)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Signifikant besseres räumliches Erinnern bei HMD-Gruppe ($d=0.93$); kein signifikanter Unterschied im deklarativen Wissen
	Makransky, Borregude & Mayer (2019)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Kein signifikanter Unterschied
	Makransky, Terkildsen & Mayer (2019)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Desktop-Gruppe mit signifikant höherem Wissen ($d=1.30$). Kein Unterschied beim Transferergebnis

(Fortsetzung Tabelle 4)

Referenzmedium bzw. -methode	Studie	Abhängiger Lernerfolg	Befunde
	Kozhevnikov et al. (2013)	Prozedurales Wissen	HMD-Gruppe signifikant besser bezüglich operativer Anwendung im Vergleich zu Desktop-VR-Gruppe ($d=0.15$)
	Passig et al. (2016)	Prozedurales Wissen	HMD-Gruppe mit signifikant größerem Lernerfolg bei Anordnung geometrischer Figuren; ebenso besseres Abschneiden beim Transfertest
	Gutiérrez-Maldonado et al. (2015)	Prozedurales Wissen	Beide Gruppen mit ähnlichen Fähigkeiten
Tablet	Moro, Štromberga, Raikos & Stirling (2017)	Deklaratives Wissen	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen
	Ventura et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Kein signifikanter Unterschied hinsichtlich Erinnerungsleistung; jedoch signifikant größere Wiedererkennung in VR-Umgebung
	Negro Couso et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Kein signifikanter Unterschied zwischen immersiver und nicht-immersiver Gruppe hinsichtlich Erinnerungsleistung
AR / Simulator	Huang et al. (2019)	Deklaratives Wissen	HMD-Nutzende mit signifikant besserer Erinnerung an visuelle Informationen ($d=0.39$); AR-Gruppe signifikant besser bei der Erinnerung an auditiv übermittelte Informationen ($d=0.43$)
	Moro, Štromberga, Raikos & Stirling (2017)	Deklaratives Wissen	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen
	Sportillo et al. (2018)	Prozedurales Wissen	Keine Überlegenheit einer Technologie hinsichtlich motorischer Reaktion
Folienpräsentation	Parong & Mayer (2020)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Slideshow-Gruppe mit signifikant besserer Transferleistung
	Parong & Mayer (2018)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Signifikant besseres Ergebnis bei Slideshow-Lernenden im deklarativen ($d=1.12$), aber nicht im konzeptuellen Wissenstest
	Sportillo et al. (2018)	Prozedurales Wissen	Teilweise signifikant bessere motorische Reaktion bei HMD-Gruppe ($d=1.12$)

(Fortsetzung Tabelle 4)

Referenzmedium bzw. -methode	Studie	Abhängiger Lernerfolg	Befunde
	Lai et al. (2019)	Prozedurales Wissen	HMD-Gruppe signifikant besser beim Programmieren bzw. Entwickeln von Algorithmen („Computational Thinking“) ($d=1.74$)
Text / Schulbuch	Sundar et al. (2017)	Deklaratives Wissen	Text-Gruppe mit besserer Erinnerungsleistung (nur teilweise signifikant) ($d=3.75$)
	Makransky, Borregude & Mayer (2019)	Deklaratives + prozedurales Wissen	Keine signifikanten Unterschiede im Wissenstest; signifikant bessere Transferleistung der HMD-Gruppe
	Chittaro & Buttussi (2015)	Deklaratives Wissen	kein signifikanter Unterschied im Posttest, jedoch signifikant besseres Ergebnis der HMD-Gruppe bei Follow-up-Test
	Villena Taranilla et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Signifikant höherer Lernerfolg bei HMD-Gruppe im Vergleich zur Schulbuch-Gruppe ($d=0.56$)
Klassischer Unterricht / Vortrag	Webster (2016)	Deklaratives Wissen	HMD-Gruppe mit signifikant besserem Testergebnis ($d=0.61$)
	Degli Innocenti et al. (2019)	Deklaratives Wissen	Signifikant besseres Abschneiden der VR-Gruppe im Vergleich zum traditionellen Unterricht ($d=2.09$)
Praktische Übung	Passig et al. (2016)	Prozedurales Wissen	HMD mit größerem Lernerfolg als Hands-on-Aktivität (nicht signifikant) bei der Anordnung geometrischer Figuren; ebenso besseres Abschneiden im anschließenden Transfertest
	Yang et al. (2018)	Prozedurales Wissen	HMD-Gruppe erhielt bei Erstellung kreativer Zeichnungen signifikant bessere Bewertungen als Teilnehmende mit Papier und Stift ($d=0.69$)
	Butt et al. (2018)	Prozedurales Wissen	keine Unterschiede im Posttest; allerdings signifikant höhere Übungszeit im Vortraining bei der HMD-Gruppe
	Ye et al. (2019)	Prozedurales Wissen	HMD-Gruppe signifikant besser im Classroom-Management als Microteaching-Gruppe im Hinblick auf Fehlererkennung ($d=0.86$) und den Umgang mit Fehlverhalten ($d=0.78$); kein signifikanter Unterschied in der Reaktionszeit bis zur Fehlererkennung

Zusammenfassend zeigen die in Tabelle 4 dargestellten Befunde in Bezug auf den Vergleich zwischen VR-basierter HMD-Technik und alternativen Medien und Methoden ein uneinheitliches Bild. So identifizieren beispielsweise die Vergleiche mit tabletbasiertem Unterricht und AR-Anwendungen mehrheitlich keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Lernerfolg, wohingegen die Verwendung von Schulbüchern, Videos oder praktischen Übungen der VR-Technik sowohl in Bezug auf die Vermittlung von deklarativem als auch von prozeduralem Wissen tendenziell unterlegen ist. Eine Überlegenheit des Einsatzes von VR in Bezug auf die intendierte Wissensvermittlung liegt vor allem im Vergleich mit dem Einsatz von Frontalunterricht und dem Unterrichten mit Desktop-Computern vor. Die hierbei identifizierten Effektstärken erweisen sich in Bezug auf den betrachteten Lernerfolg in Teilen als hoch bis sehr hoch.

7 Eignung für die kaufmännische Berufsbildung

Die Befundlage zum Lehren und Lernen mit VR-Anwendungen liefert systematische Hinweise darauf, dass sich der Technologieeinsatz vor allem für handlungsorientierte Lehr- und Lernumgebungen eignet, bei denen insbesondere die Förderung von prozeduralem Wissen im Vordergrund steht. Da dem Aspekt „Handlungsorientierung“ vor allem im Bereich der dualen Berufsausbildung eine große Bedeutung zukommt, um Auszubildende bestmöglich auf die operative Tätigkeit am Arbeitsplatz vorzubereiten, wird dieser Aspekt auch in den relevanten Rahmenlehrplänen als konkrete Zielstellung adressiert. Ein Beispiel hierfür sind die Ausbildungsberufe Kaufmann/-frau im Einzelhandel und Verkäufer:in, deren gemeinsamer Rahmenlehrplan Methoden favorisiert, welche die Handlungskompetenz unmittelbar fördern und daher auch in der Unterrichtsgestaltung angemessen berücksichtigt werden sollten (KMK, 2016). Vor diesem Hintergrund kann der Einsatz von VR-Technologien dazu beitragen, die im Rahmen der dualen Berufsausbildung geforderte Handlungsorientierung in geeigneter Weise zu unterstützen.

Da in den betrachteten Studien zum Lernen mit VR der Einsatz dieser Technologie meist dann positive Effekte auf den Lernerfolg hat, wenn a) ein Lernziel im Vordergrund steht, welches sich auf den Erwerb von beruflicher Handlungskompetenz bezieht, und b) eine realitätsnahe Arbeitsumgebung vorliegt, eignet sich dieser potenziell zur Gestaltung lernfeldorientierter Unterrichtssettings in kaufmännischen Bildungsgängen. Dass diesbezüglich ein konkreter Bedarf an handlungsorientierten Unterrichtskonzepten existiert, erschließt sich aus den fachbezogenen Curricula der jeweiligen Ausbildungsordnungen und Bildungspläne. Im Rahmen der kaufmännischen Ausbildung ist der Anspruch an die Förderung von realitätsnaher beruflicher Handlungskompetenz in einigen Lernfeldern jedoch nur bedingt umsetzbar (Wirth, 2013). Am Beispiel des baden-württembergischen Bildungsplans für den Beruf Einzelhandelskauffrau/-mann kann dies exemplarisch an Lernfeldern verdeutlicht werden, die einerseits eine operative Handlung erfordern und andererseits nur bedingt realitäts-

nah unterrichtet werden können. Pletz und Zinn (2020) identifizieren diesbezüglich das Training von Verkaufsgesprächen als geeignetes Einsatzgebiet von VR-Anwendungen. Ein weiterer handlungsorientierter Lerngegenstand stellt das Lernfeld „Waren präsentieren“ dar. Um dieses am Lernort Schule realitätsnah unterrichten zu können, sind jedoch authentische Waren und Regalsysteme notwendig, die mangels realer Ressourcen und angesichts eines limitierten Platzangebots an beruflichen Schulen meist nicht permanent vorgehalten werden können. Der Rückgriff auf VR-basierte Lernumgebungen bietet hierbei die Möglichkeit, virtuelle Verkaufsräume für den domänenspezifischen Unterricht zu nutzen. Die Identifikation technischer und fachdidaktischer Gelingensbedingungen zur Gestaltung lernförderlicher VR-Umgebungen in kaufmännischen Bildungsgängen ist daher Gegenstand weiterer Untersuchungen.

8 Ergebnisse aus einer Vorstudie in der kaufmännischen Berufsbildung

Ein 2021 initiiertes Hochschul-Praxis-Projekt mit einer Kaufmännischen Schule und einem großen Industrieunternehmen aus dem süddeutschen Raum zielt darauf ab, VR im kaufmännischen Berufsschulunterricht handlungsorientiert einzusetzen. Das beteiligte Industrieunternehmen stellt hierbei eine VR-basierte Software bereit, mit der die Gestaltung von Verkaufsräumen und eine damit einhergehende Warenpräsentation in einer virtuellen Umgebung simuliert werden können. Eine zentrale Fragestellung widmet sich neben der Identifikation von technischen und fachdidaktischen Gelingensbedingungen vor allem auch der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den individuellen Voraussetzungen der Lernenden, dem fachdidaktischen Einsatz von VR und den hieraus resultierenden Lernergebnissen.

Basierend auf den Annahmen des Technologieakzeptanzmodells von Davis (1989) wird die effektive Verwendung einer Technologie insbesondere durch deren wahrgenommenen Nutzen und deren einfache Bedienbarkeit bestimmt. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieses Vorhabens zunächst eine erste Vorstudie mit einer kaufmännischen Ausbildungsklasse im Einzelhandel zum wahrgenommenen Nutzen und zur wahrgenommenen Bedienfreundlichkeit im Zusammenhang mit dem Einsatz der verwendeten VR-Anwendung durchgeführt. Vorrangiges Ziel war es, Erkenntnisse über die Usability und das individuelle Erleben in der virtuellen Lernumgebung zu erhalten. Gleichzeitig sollten auch die Erfahrungen der Lehrpersonen im Umgang mit einem VR-basierten Unterrichtssetting erhoben werden, um weiterführende Erkenntnisse über mögliche Chancen und Herausforderungen in Zusammenhang mit dem Einsatz von VR im kaufmännischen Berufsschulunterricht zu erhalten.

In einem ersten Schritt wurden Auszubildende einer Einzelhandelsklasse im ersten Ausbildungsjahr ($N=10$) während einer Doppelstunde (90 Minuten) mit der technischen Handhabung des verwendeten VR-Systems des Gerätetyps *Oculus Quest 2* auf Basis der auf diesem Gerät standardmäßig bereitgestellten Anwendung *First Steps* ver-

traut gemacht. In einer darauffolgenden Doppelstunde (90 Minuten) sollten die Auszubildenden ($N=15$) dann unter geführter Anleitung einer Lehrkraft einen virtuellen Verkaufsraum begehen. Hierbei konnten weitere Erfahrungen in der Handhabung der verwendeten Controller und der räumlichen Orientierung in der virtuellen Lernumgebung gesammelt werden. Gleichzeitig bestand für die Lehrkräfte die Möglichkeit, eine erste Aufgabe an die Lernenden zu stellen, und somit auch die Möglichkeit, die Kollaboration im virtuellen Verkaufsraum zu erproben. Ziel dieser Aufgabe war es, in Gruppenarbeit einzelne Regalteile in einer Reihe anzuordnen.

Zur Erfassung der wahrgenommenen Usability und weiterer Erfahrungen in der virtuellen Lernumgebung wurde ein strukturierter Fragebogen entwickelt, der sich an der *System Usability Scale* (SUS) nach Brooke (1996) orientiert. Dieser wurde um eine Reihe von weiteren Fragen zum allgemeinen *Wohlbefinden* und zum *Immersionserleben* ergänzt. Da im zweiten Erprobungsunterricht eine erste Lernsituation integriert wurde, wurde der Fragebogen hierfür um die Aspekte *Motivation* (4 Items), *Unterrichtserleben* (4 Items) und *wahrgenommene Lernwirksamkeit* (1 Item) erweitert. Die Antwortoptionen beruhten auf einer fünfstufigen Likert-Skala von 0 = *trifft überhaupt nicht zu* bis 4 = *trifft voll und ganz zu*. Die Auszubildenden wurden gebeten, den Fragebogen im Anschluss an die Intervention zu bearbeiten. Zudem wurden die Erfahrungen der beteiligten Lehrpersonen ($N=4$) in Bezug auf VR-basierten Unterricht im Nachgang der Intervention anhand einer qualitativen Umfrage mit insgesamt acht Leitfragen erfasst. Vonseiten der beteiligten Auszubildenden konnten insgesamt zehn (Ersttermin) bzw. 15 (Zweittermin) gültige Fragebögen ausgewertet werden.

Bezogen auf die eingesetzte VR-Anwendung ergaben sich in beiden Unterrichtseinheiten aufseiten der Lernenden tendenziell gute Usability-Werte. In der ersten Umfrage konnte ein Wert von 73 Punkten erreicht werden, in der zweiten ein Wert von 68 Punkten. Beide Ergebnisse können im Hinblick auf den Aspekt „Wahrgenommene Bedienfreundlichkeit“ nach Bangor, Kortum und Miller (2009) als „gut“ interpretiert werden. Daraus kann geschlossen werden, dass die Bedienbarkeit des VR-Systems keine lernhinderlichen Schwierigkeiten hervorruft und sich die Auszubildenden im virtuellen Verkaufsraum gut zurechtfinden. Die weiteren Ergebnisse der Befragung zeigen zudem, dass die von den Probandinnen und Probanden berichtete *Motion Sickness* (Bewegungskrankheit) im Mittel lediglich schwach ausgeprägt war und in der zweiten Unterrichtseinheit etwas stärker in Erscheinung trat. Da die VR-Umgebung in der zweiten Unterrichtseinheit den Lernenden deutlich mehr Bewegungsmöglichkeiten erlaubte (u. a. vertikale Bewegungen wie z. B. Springen und Klettern sowie die Möglichkeit zur Teleportation), könnte dies ein möglicher Erklärungsansatz für die Zunahme an berichteter *Motion Sickness* sein, da dieses Phänomen häufiger auftritt, wenn die Möglichkeit besteht, schnelle Bewegungen vorzunehmen. Aufgrund einer wahrgenommenen Diskrepanz zwischen physischer und virtueller Realität können sich daher unter Umständen Übelkeitsgefühl und Kopfschmerzen einstellen (Iskander, Hossny & Nahavandi, 2018; Chattha et al., 2020).

Die Unterrichtssituation im virtuellen Verkaufsraum wird von den Auszubildenden im Mittel eher positiv wahrgenommen. So berichten diese, dass sie der Lehrper-

son gut folgen konnten ($M = 3.13$; $SD = 0.74$) und der Unterricht verständlich aufgebaut und die Aufgabenstellung jederzeit klar war ($M = 3.00$; $SD = 0.65$). Die virtuelle Welt wird nicht als ablenkend empfunden ($M = 1.60$; $SD = 1.06$), sondern als eher hilfreich wahrgenommen. Zudem gaben die Auszubildenden an, dass der Einsatz der VR-Anwendung nur teilweise zu einer Erhöhung der Lernmotivation geführt hat ($M = 2.00$; $SD = 1.46$). Ebenso wurde hierdurch das Interesse für das Thema „Verkaufsraumgestaltung“ der Auszubildenden teilweise gesteigert ($M = 2.07$; $SD = 1.44$). Die Ergebnisse zeigen zudem, dass das VR-basierte Unterrichtsetting den Lernenden tendenziell Spaß bereitete ($M = 2.66$; $SD = 1.40$). Der Aussage, dass die behandelten Unterrichtsinhalte durch den Einsatz der VR-Anwendung besser verstanden wurden, stimmten die Auszubildenden hingegen nur teilweise zu ($M = 2.20$; $SD = 1.32$).

Die qualitativen Antworten der an dieser Vorstudie beteiligten Lehrpersonen berichten übereinstimmend über Potenziale in Bezug auf den intendierten Lernerfolg durch die Nutzung von VR-Technologien. Im Hinblick auf künftige Chancen von VR im Unterricht sehen die befragten Lehrkräfte hierdurch mehr Handlungsbezug und die Möglichkeit einer besseren Aktivierung der Lernenden im Unterricht. Gleichzeitig sehen die Lehrkräfte aber auch eine Reihe von Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die didaktische Gestaltung des Unterrichts, hinsichtlich des Classroom-Managements und in Bezug auf das Auftreten von *Motion Sickness*. Zudem wird berichtet, dass der Vorbereitungsaufwand für einen VR-basierten Unterricht deutlich höher eingeschätzt wird als bei einer traditionellen Schulstunde.

Auch wenn die Stichprobengröße dieser Vorstudie sehr gering ist, deutet sich an, dass der Einsatz von VR in der dualen kaufmännischen Berufsausbildung ein geeignetes Lehr- und Lernmedium zur Förderung von positivem Unterrichtserleben darstellen kann. Inwieweit eine Erhöhung der Motivation aufseiten der Lernenden auf einen bei der Einführung neuer Technologien üblicherweise auftretenden „Neuheitseffekt“ zurückgeführt werden kann, ist Teil weiterer Untersuchungen.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz von VR eröffnet dem Bildungsbereich in vielfältiger Weise neue Möglichkeiten und Formen des Lehrens und Lernens. Die Befundlage legt nahe, dass VR-Technologien ein geeignetes Medium für den Erwerb von deklarativem und vor allem prozeduralem Wissen darstellen, weshalb dieser Technologie vor allem im Bereich der beruflichen Bildung ein hohes Eignungspotenzial zugesprochen werden kann. Grundsätzlich sollte beachtet werden, dass der intendierte Lernerfolg nicht allein von den technischen Möglichkeiten eines Mediums abhängt. Die hier betrachtete Technologie stellt dabei lediglich *ein* Medium dar, demzufolge der bloße Einsatz nicht von selbst zum Lernerfolg führt. Vielmehr bedarf es einer positiven Wechselwirkung zwischen individuellen Voraussetzungen der Lernenden, den spezifischen Medieneigenschaften von digitalen Technologien und der zugrunde liegenden Nutzungssituation (Herzig, 2017). VR-basierte Lehr- und Lernumgebungen bieten sich hierbei vor allem

für handlungsbezogene Trainingssituationen und Konstruktionswelten an, die auf ein wirklichkeitsnahes Handeln abzielen. Bislang liegen für den kaufmännischen Berufsschulunterricht jedoch kaum Befunde über lernförderliche Bedingungen zum Lernen mit VR vor. Fraglich ist auch, wie nachhaltig der Lernerfolg durch Nutzung von VR-Anwendungen ist und welche kognitiven, physischen und sozialen Effekte mit der Technologieverwendung in formalen Lehr- und Lernkontexten einhergehen.

Angesichts der sehr lückenhaften Befundlage sollte die VR-bezogene Forschung im Bereich der kaufmännischen Berufsbildung den Untersuchungsgegenstand mittels geeigneter Forschungsdesigns in den Blick nehmen. Diesbezüglich sind neben quasi-experimentellen Feldstudien mit relevanten Zielgruppen auch weitere qualitative Untersuchungen zur Akzeptanz und zu technologiebezogenen Einstellungen und Werthaltungen der beteiligten Lehrkräfte und Ausbilderinnen und Ausbilder wünschenswert. Basierend auf den Annahmen des Technologieakzeptanzmodells von Davis (1989) lässt sich der lernbezogene Einsatz dieser Technologie nur dann erfolgreich in der Bildungspraxis verankern, wenn neben der hierfür notwendigen Einfachheit der Bedienung auch ein klarer wahrgenommener Nutzen aus Sicht der Anwenderinnen und Anwender erkennbar ist.

Literaturverzeichnis

- An, B., Matteo, F., Epstein, M. & Brown, D. (2018). *Comparing the Performance of an Immersive Virtual Reality and Traditional Desktop Cultural Game*. Proceedings of the 2nd International Conference on Computer-Human Interaction Research and Applications (CHIRA 2018), 54–61. doi: 10.5220/0006922800540061
- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N. & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102–141.
- Bangor, A., Kortum, P. & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114–123.
- Billingsley, G., Smith, S., Smith, S. & Meritt, J. (2019). A systematic literature review of using immersive virtual reality technology in teacher education. *Journal of Interactive Learning Research*, 30(1), 65–90.
- Biocca, F. & Delaney, B. (1995). Immersive virtual reality technology. *Communication in the age of virtual reality*, 15(32), 57–126.
- Blümel, E., Jenewein, K. & Schenk, M. (2010). Virtuelle Realitäten als Lernräume. *lernen & lehren*, 25(97), 6–13.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4–7.
- Burdea, G. & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2nd ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.

- Butt, A. L., Kardong-Edgren, S. & Ellertson, A. (2018). Using game-based virtual reality with haptics for skill acquisition. *Clinical Simulation in Nursing*, 16, 25–32.
- Buttussi, F. & Chittaro, L. (2018). Effects of Different Types of Virtual Reality Display on Presence and Learning in a Safety Training Scenario. *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*, 24(2), 1063–1076.
- Chang, C.-Y., Sung, H.-Y., Guo, J.-L., Chang, B.-Y. & Kuo, F.-R. (2019). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, 30(3), 400–416.
- Chattha, U. A., Janjua, U. I., Anwar, F., Madni, T. M., Cheema, M. F. & Janjua, S. I. (2020). Motion sickness in virtual reality: an empirical evaluation. *IEEE Access*, 8, 130486–130499.
- Chittaro, L. & Buttussi, F. (2015). Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 21(4), 529–538.
- Concannon, B. J., Esmail, S. & Roberts, M. R. (2019). Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-secondary Education and Skill Training. *Frontiers in Education*, 80(4), 1–23.
- Cummings, J. J. & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, 19(2), 272–309.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–339.
- Degli Innocenti, E., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Serafin, S., Ludovico, L. A. & Avanzini, F. (2019). Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education. *Computers & Education*, 139, 102–117.
- Ebnali, M., Lamb, R., Fathi, R. & Hulme, K. (2021). Virtual reality tour for first-time users of highly automated cars: Comparing the effects of virtual environments with different levels of interaction fidelity. *Applied Ergonomics*, 90, 103226.
- Ferguson, C., van den Broek, E. L., van Oostendorp, H., de Redelijkheid, S. & Giezeman, G. J. (2020). Virtual Reality Aids Game Navigation: Evidence from the Hypertext Lostness Measure. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(9), 635–641.
- Gallagher, M., Dowsett, R. & Ferrè, E. R. (2019). Vection in virtual reality modulates vestibular-evoked myogenic potentials. *European Journal of Neuroscience*, 50(10), 3557–3565.
- Gutiérrez-Maldonado, J., Ferrer-García, M., Plasanjuanelo, J., Andrés-Pueyo, A. & Talarn-Caparrós, A. (2015). Virtual reality to train diagnostic skills in eating disorders. Comparison of two low cost systems. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2015: Virtual Reality in Healthcare: Medical Simulation and Experiential Interface*, 13, 75–81.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E. & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1–32.
- Hellriegel, J. & Čubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht – Eine konstruktivistische Sicht. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58–80. doi: 10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X

- Herzig, B. (2017). Medien im Unterricht. In M. K. Schweer (Hg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion: Inhaltsfelder, Forschungsperspektiven und methodische Zugänge* (S. 503–522). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Huang, K.-T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J. & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: an exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105–110.
- Iskander, J., Hossny, M. & Nahavandi, S. (2018). A review on ocular biomechanic models for assessing visual fatigue in virtual reality. *IEEE Access*, 6, 19345–19361.
- Jensen, L. & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.
- KMK (2016). *Rahmenlehrplan für die Ausbildungsberufe Kaufmann im Einzelhandel und Kauffrau im Einzelhandel sowie Verkäufer und Verkäuferin*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 17.06.2004 i. d. F. vom 16.09.2016. Berlin/Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- Kozhevnikov, M., Gurlitt, J. & Kozhevnikov, M. (2013). Learning relative motion concepts in immersive and non-immersive virtual environments. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 952–962.
- LaFortune, J. & Macuga, K. L. (2018). Learning movements from a virtual instructor: Effects of spatial orientation, immersion, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(4), 521.
- Lai, Y.-H., Chen, S.-Y., Lai, C.-F., Chang, Y.-C. & Su, Y.-S. (2019). Study on enhancing AIoT computational thinking skills by plot image-based VR. *Interactive Learning Environments*, 29(3), 482–495.
- Lee, E. A.-L. & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49–58.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J. & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), 1–28.
- Maas, M. J. & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 231–249.
- Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S. & Mayer, R. E. (2020). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 1–17. doi: 10.1037/edu0000473
- Makransky, G., Borre-Gude, S. & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(6), 691–707.
- Makransky, G. & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164.

- Makransky, G., Terkildsen, T. S. & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236.
- Meyer, O. A., Omdahl, M. K. & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers & Education*, 140, 1–17.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A. & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), 549–559.
- Negro Cousa, E., Brivio, E., Serino, S., Heboyan, V., Riva, G. & Leo, G. de (2019). New Frontiers for cognitive assessment: an exploratory study of the potentiality of 360 technologies for memory evaluation. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 76–81.
- Oh, C., Herrera, F. & Bailenson, J. (2019). The Effects of Immersion and Real-World Distractions on Virtual Social Interactions. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(6), 365–372.
- Palmas, F. & Klinker, G. (2020). *Defining Extended Reality Training: A Long-Term Definition for All Industries* (pp. 322–324). Piscataway Township: IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT).
- Parong, J. & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.
- Parong, J. & Mayer, R. E. (2020). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226–241.
- Passig, D., Tzuriel, D. & Eshel-Kedmi, G. (2016). Improving children's cognitive modifiability by dynamic assessment in 3D Immersive Virtual Reality environments. *Computers & Education*, 95, 296–308.
- Pletz, C. & Zinn, B. (2020). Evaluation of an immersive virtual learning environment for operator training in mechanical and plant engineering using video analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2159–2179.
- Powell, W., Powell, V., Brown, P., Cook, M. & Uddin, J. (2016). *Getting around in google cardboard-exploring navigation preferences with low-cost mobile VR* (pp. 5–8). Piscataway Township: IEEE 2nd Workshop on Everyday Virtual Reality (WEVR).
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Verfügbar unter http://www.hipposus.com/resources/tte/puentedura_tte.pdf (Zugriff am: 22.11.2021).
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 1–29.
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., Kopper, R., Stinson, C., Scerbo, S. & McMahan, R. P. (2015). Effects of field of view and visual complexity on virtual reality training effectiveness for a visual scanning task. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 21(7), 794–807.

- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A. & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268.
- Schwan, S. & Buder, J. (2006). *Virtuelle Realität und e-learning*. Verfügbar unter <https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/vr/vr.pdf> (Zugriff am: 14.06.2022).
- Southgate, E., Smith, S. P. & Cheers, H. (2016). *Immersed in the future: A roadmap of existing and emerging technology for career exploration*. Newcastle: DICE Research.
- Sportillo, D., Paljic, A. & Ojeda, L. (2018). Get ready for automated driving using virtual reality. *Accident Analysis & Prevention*, 118, 102–113.
- Suh, A. & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, 77–90.
- Sundar, S. S., Kang, J. & Oprean, D. (2017). Being there in the midst of the story: How immersive journalism affects our perceptions and cognitions. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(11), 672–682.
- Tai, T.-Y., Chen, H. H.-J. & Todd, G. (2020). The impact of a virtual reality app on adolescent EFL learners' vocabulary learning. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 892–917.
- Ventura, S., Brivio, E., Riva, G. & Baños, R. M. (2019). Immersive Versus Non-immersive Experience: Exploring the Feasibility of Memory Assessment through 360° Technology. *Frontiers in psychology*, 10, 1–7.
- Villena Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A. & López Cirugeda, I. (2022). Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 608-618.
- Waddell, G., Perkins, R. & Williamon, A. (2019). The Evaluation Simulator: a new approach to training music performance assessment. *Frontiers in psychology*, 10(557), 1–17.
- Walsh, K. R. & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual reality: A technology in need of IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(1), 297–313.
- Webster, R. (2016). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1319–1333.
- Wirth, K. (2013). Verknüpfung schulischen und betrieblichen Lernens und Lehrens–Erfahrungen, Einstellungen und Erwartungen der Akteure dualer Ausbildung. *bwp@ Spezial*, 1–19.
- Yang, X., Lin, L., Cheng, P.-Y., Yang, X., Ren, Y. & Huang, Y.-M. (2018). Examining creativity through a virtual reality support system. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1231–1254.
- Ye, X., Liu, P.-F., Lee, X.-Z., Zhang, Y.-Q. & Chiu, C.-K. (2019). Classroom misbehaviour management: An SVVR-based training system for preservice teachers. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 112–129.
- Zobel B., Werning S., Berkemeier L. & Thomas O. (2018) Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich. In O. Thomas, D. Metzger & H. Niegemann (Hg.), *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung* (S. 20–34). Heidelberg: Springer Gabler.

Autoren

Dr. Matthias Conrad arbeitet als Postdoc am Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik an der Universität Konstanz. Sein Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der Entwicklung und Evaluation von Lehr- und Lernumgebungen auf Basis von VR. Zu diesem Thema leitet er aktuell das vom BMBF geförderte Projekt „Virtuelle Lehr- und Lernwelten“.

Kontakt: matthias.conrad@uni-konstanz.de

Jonas Dölker (M. Sc.) ist Absolvent des Masterstudiengangs Wirtschaftspädagogik an der Universität Konstanz. Im Rahmen seiner Masterarbeit untersuchte er die lernbezogene Wirksamkeit von VR-Technologien im Bildungskontext.

Kontakt: jonas.doelker@gmx.de

David Kablitz (M. Sc.) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik an der Universität Konstanz. Sein Dissertationsprojekt beschäftigt sich mit dem Einsatz von VR-Technologien in der kaufmännischen Berufsausbildung.

Kontakt: david.kablitz@uni-konstanz.de

Prof. Dr. Stephan Schumann ist Professor für Wirtschaftspädagogik an der Universität Konstanz. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Lehr-Lern-Forschung in der beruflichen Bildung, Digitalisierung und Digitale Medien sowie Übergang von der Schule in den Beruf.

Kontakt: stephan.schumann@uni-konstanz.de