

Chancen und Herausforderungen von Virtual Reality in der Aus- und Weiterbildung im Gesundheitswesen

Julian Schuir¹, Alina Behne¹ und Frank Teuteberg¹

Abstract: Virtual Reality hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen. Vor allem innerhalb der Aus- und Weiterbildung im Gesundheitswesen werden in der Forschung zunehmend Lösungen entwickelt und implementiert. In der Praxis stellt der Einsatz virtueller Lernumgebungen derzeit noch eine Ausnahme dar. Vor diesem Hintergrund verfolgt der vorliegende Beitrag das Ziel, die Chancen und Herausforderungen des Einsatzes von Virtual Reality zur Aus- und Weiterbildung im Gesundheitswesen mittels einer STEP-Analyse näher zu beleuchten. Die Ergebnisse einer Literaturrecherche und zuvor durchgeführter Interviews mit Gesundheitsexperten zeigen, dass insbesondere von einer erhöhten Patientensicherheit sowie von besseren Lernergebnissen profitiert werden kann. Demgegenüber stehen Herausforderungen, zu denen fehlende, schulungsbasierte Softwareanwendungen sowie mangelnde IT-Kompetenzen aufseiten der Lehrenden gehören.

Keywords: Virtual Reality, Aus- und Weiterbildung, Gesundheitswesen, STEP-Analyse

1 Einleitung

Seit der Ankündigung des Oculus Rift Developer Kits im Jahr 2013 gewann Virtual Reality (VR) zunehmend an Aufmerksamkeit. Sinkende Preise und erhebliche technologische Verbesserungen sorgten für steigende globale Absatzzahlen von Virtual-Reality-Headsets und einem wachsenden Interesse an dieser Technologie [JK18]. Auch für die Zukunft wird VR eine steigende wirtschaftliche Bedeutung zugewiesen: Einer Prognose von Goldman Sachs zufolge werden globale VR-Erlöse bis zum Jahr 2025 den TV-Markt überholen [Go16]. Besonders der Einsatz von VR in der Aus- und Weiterbildung wird vielfach diskutiert [FO15]. Ein wiederkehrendes Argument hierfür stellt bspw. die Möglichkeit zur wiederholenden Erprobung von prozeduralen Fähigkeiten in einer realitätsnahen, nicht-gefährlichen Umgebung dar [Fo18]. Vor diesem Hintergrund prognostizierte der Technologie-Report des New Media Consortium aus dem Jahr 2016 eine Diffusion der virtuellen Realität zu Bildungszwecken im Laufe der Jahre 2018 und 2019 [Ne16].

Bei der Beantwortung der Frage, wie Virtual Reality die Bildung verändern kann, beschränken sich viele Autoren primär auf die vereinfachte Darstellung komplexer Zusammenhänge und damit auf den Lernerfolg [Co12]. Daraus resultiert der Bedarf, die Vor- und Nachteile des Einsatzes von VR als Bildungsmedium tiefergehend zu untersu-

¹ Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, Katharinenstr. 1, 49076 Osnabrück, {julian.schuir; alina.behne; frank.teuteberg}@uni-osnabrueck.de

chen. Hierzu sollen die Chancen und Herausforderungen aus Sicht der Forschung sowie weiterer involvierter Stakeholder ermittelt werden.

Ein in der Forschung verbreitetes und in Deutschland sehr relevantes Einsatzgebiet stellt die Aus- und Weiterbildung klinischer Mitarbeiter wie Mediziner, Pflegenden und weiteren Akteuren des Gesundheitswesens dar. Im Jahr 2018 waren über 5,5 Millionen Menschen in deutschen Krankenhäusern beschäftigt [St17]. Dabei hat sich die medizinische Aus- und Weiterbildung in den vergangenen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt. Das klassische Lehrkonzept „See one, do one, teach one“ [Gu15], das mit der Erprobung von praktischen Kompetenzen am Patienten einhergeht, ist aufgrund ethischer und wirtschaftlicher Bedenken nicht länger praktikabel. Massive strukturelle Veränderungen wie der Wandel von der stationären hin zur ambulanten Medizin erfordern effiziente Behandlungsmethoden. Mediziner, Pflegende und weitere klinische Mitarbeiter müssen sich kontinuierlich weiterbilden, um neuen Forschungserkenntnissen und den daraus resultierenden innovativen Behandlungsmethoden und -instrumenten gerecht zu werden [Gu15]. Aus diesen Überlegungen wird die folgende Forschungsfrage abgeleitet, die in diesem Beitrag adressiert wird:

Welche Chancen und Herausforderungen sind mit der Nutzung von Virtual Reality als Bildungsmedium im Gesundheitswesen verbunden?

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: Kapitel 2 skizziert die Charakteristika moderner VR-Systeme und ihre Eignung zu Bildungszwecken im Gesundheitswesen. Das dritte Kapitel umfasst das methodische Vorgehen der vorliegenden Untersuchung bestehend aus einer Literaturrecherche und Experteninterviews. Daraufhin werden in Kapitel 4 die verwandten Arbeiten näher beleuchtet. Kapitel 5 legt anschließend die mit der Nutzung assoziierten Chancen und Herausforderungen mithilfe der STEP-Analyse dar. Abschließend werden die aus den Ergebnissen resultierenden Implikationen für die Forschung sowie die Wirtschaft diskutiert.

2 Virtual Reality als Bildungsmedium

VR bezeichnet die Nutzung von dreidimensionalen Computergrafiken, um das Gefühl der Immersion in eine interaktive, virtuelle Umgebung zu vermitteln [Pa06]. Hierzu werden sog. Head-Mounted-Displays (HMD) verwendet, die das Eintauchen in eine virtuelle Welt ermöglichen [OF15]. Die resultierende visuelle Erfahrung kann durch haptische und akustische Stimuli angereichert werden, um die Realitätsnähe zu erhöhen. Zur Interaktion mit der virtuellen Umgebung können Gesten, Sprache oder Controller dienen [Is18]. Abzugrenzen ist diese Form der VR von der sog. nicht-immersiven VR, die nicht über HMD, sondern über konventionelle Bildschirme abgebildet wird und vor allem in Computerspielen zu finden ist [OF15].

In ihrem systematischen Literaturreview identifizieren Mikropoulos und Natsis (2011) eine Reihe von lernfördernden Merkmalen der VR. Dazu zählen bspw. die Darstellung in

der Ego-Perspektive sowie das Gefühl der Präsenz, die beide mit der intensiven Erfahrung des Seins in der virtuellen Umgebung zusammenhängen [MN11]. Eine Motivation zur Nutzung von VR als Bildungsmedium liegt in der Darstellung von Szenarien, deren Durchführung in der Realität zu gefährlich, ethisch problematisch oder schwer zugänglich ist [Pa96].

Im Gesundheitswesen wird VR seit über 20 Jahren für Simulationen genutzt [Is18]. Simulationen bezeichnen künstliche Darstellungen klinischer Szenarien [Wo18]. Sie dienen der Imitation realer Patienten, der Darstellung anatomischer Regionen oder klinischer Aufgaben sowie der Veranschaulichung realistischer Umstände, in denen medizinische Dienstleistungen erforderlich sind [Gu15]. Bisher werden in der medizinischen Bildung primär analoge Simulationen eingesetzt, die sich auf die Darstellung einzelner, auf das Fallszenario zugeschnittener Sachverhalte konzentrieren und haptische Einzelanfertigungen wie z. B. Puppen beinhalten. Mit der Verwendung dieser Simulatoren gehen hohe Kosten und eine beschränkte Wiederverwendbarkeit für weitere Fallszenarien einher [Gu15], [Sa18].

VR hingegen bietet die Möglichkeit, reale Umgebungen wie z. B. Behandlungszimmer und medizinische Geräte komplett virtuell abzubilden. Der immersive Charakter trägt während der Nutzung dazu bei, sich in der virtuellen Umgebung tatsächlich anwesend zu fühlen [Gu15]. Ein Beispiel hierfür stellt die von Wong et al. (2018) in ihrem Beitrag vorgestellte Applikation dar. Sie dient zur Übung von Reanimationsmaßnahmen mithilfe eines Defibrillators. Die Ausgangssituation bildet in diesem Fall eine Person, die regungslos am Boden liegt. Zur Kompetenzvermittlung werden dem Nutzer im ersten Modus die einzelnen Schritte einer Reanimationsmaßnahme am Patienten vorgeführt. Ein Avatar führt diese im virtuellen Raum vor. Im zweiten Modus muss der Benutzer die einzelnen Schritte unter Berücksichtigung einer zeitlichen Beschränkung selbst ausführen, indem er einen virtuellen Defibrillator in der künstlichen Umgebung bedient [Wo18].

3 Methodik

Um die Chancen und Herausforderungen von VR als Bildungsmedium zu identifizieren, wurde in diesem Beitrag ein multimethodisches Vorgehen verwendet. Im ersten Schritt wurde eine Literaturrecherche beruhend auf dem Vorgehen nach vom Brocke et al. (2009) durchgeführt [Vo09]. Im Fokus der Literatursuche standen Artikel, die frühestens im Jahr 2013 erschienen sind und die aktuelle Generation der VR-Hardware als Bildungsmedium im Gesundheitswesen adressieren. Hierzu wurden die Datenbanken EBSCOhost, ScienceDirect, SpringerLink, IEEE und Pubmed mithilfe des folgenden Suchstrings durchsucht: („*virtual reality*“ OR „*head mounted display*“) AND (*health OR healthcare OR medicine*) AND *education*. Nachfolgend wurden die Beiträge anhand der Titel, Abstracts und Volltexte geprüft. Insgesamt wurden 26 Beiträge als relevant erachtet und bilden die Basis der Literaturanalyse. Zusätzlich wurde auf Basis der identi-

fizierten Literatur eine Vorwärts- und Rückwärtssuche durchgeführt, in der sieben weitere Beiträge identifiziert wurden.

Im zweiten Schritt wurden im Zeitraum von Dezember 2018 bis Februar 2019 acht leitfadengestützte Experteninterviews mit Akteuren aus dem Gesundheitswesen durchgeführt und mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Gläser und Laudel (2010) ausgewertet [GL10]. Die Schlüsselfragen thematisieren Chancen und Herausforderungen sowie zukünftige Bedarfe von VR im Gesundheitswesen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 gemeinsam mit den Resultaten der Literaturrecherche vorgestellt und fließen in die Diskussion in Abschnitt 5 ein. Tab. 1 zeigt eine Übersicht zu Beruf und Erfahrung der interviewten Experten sowie die Dauer der Interviews. Die Erfahrung wird ab dem Zeitpunkt summiert, zu dem die Befragten ihre berufliche Ausbildung im Gesundheitswesen begonnen haben.

Nr.	Beruflicher Hintergrund	Erfahrung (in Jahren)	Dauer (in Min.)
E1	Notdienstsanitäter	13	27
E2	Rettungssanitäter	10	21
E3	Medizinstudent	6	30
E4	Medizinstudent	6	25
E5	Medizinstudent	5	31
E6	Facharzt für Anästhesie und Notfallmedizin	19	38
E7	Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie	25	41
E8	Oberarzt einer kideronkologischen Station	30	28

Tab. 1: Übersicht der Experteninterviews

4 Verwandte Arbeiten

Innerhalb der vergangenen Jahre hat die Forschung zum Einsatz von VR zu Bildungszwecken in den einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen stark zugenommen [JK18]. Neben der Informatik untersuchen vor allem die Ingenieurs-, und Sozialwissenschaften immersive Bildungsszenarien aus verschiedenen Perspektiven. Dabei wird insbesondere die Schulung von medizinischen Berufsgruppen wie Ärzten adressiert [OF15], [Sa18]. Die Untersuchungsschwerpunkte liegen in der Gestaltung von Artefakten [Bu18], [DSG18], [Lu13], [Sn19], [So17] sowie in der Wirkungsforschung [Gu18], [Ra16]. Auf die positiven und negativen Folgen des Einsatzes von aktueller VR-Hardware im Gesundheitswesen konzentrieren sich dabei nur wenige Autoren.

McGrath et al. (2017) untersuchen die Eignung von virtuellen Lernumgebungen in Form von Augmented Reality, Virtual Reality und Serious Games zur Kompetenzvermittlung im Gesundheitswesen. VR eigne sich demnach vor allem zur Simulation von Katastrophen und Großereignissen sowie zur Aneignung von vorgangsbezogenem Wissen. Auch regelmäßige Leistungskontrollen für diese Szenarien können in der virtuellen Umgebung abgebildet werden. Verbesserungsmöglichkeiten sehen die Autoren im Bereich des Realitätsgrades. Durch fehlende haptische Devices werde die Akzeptanz von VR erschwert. Ferner stellen die logistischen Anforderungen eines VR-Systems eine weitere Adoptionsbarriere dar [Mc18]. Iserson (2018) stellt in seinem Beitrag fest, dass die Nutzung von VR in der medizinischen Ausbildung Mehrwerte in Bezug auf die Patientensicherheit und das gesellschaftliche Ansehen von Ärzten hervorbringt, indem medizinische Fehler reduziert werden können. Hierzu schlägt der Autor vor, VR sowohl als Bildungs- und als Prüfungsmedium im medizinischen Bereich im frühen Ausbildungsstadium zu nutzen, bevor am Patienten selbst gearbeitet wird. Demgegenüber stehen kritische Gesichtspunkte wie hohe Investitionskosten [Is18]. Ähnlich dazu beleuchten Sambadeik et al. (2018) in ihrem Literaturreview die Vor- und Nachteile sowie Vorschläge zur Verbesserung der VR-Nutzung in der Bildung medizinischer Berufsgruppen. Die Autoren beschränkten sich auf Studien, die zwischen den Jahren 2012 und 2016 veröffentlicht wurden [Sa18].

Hervorzuheben ist, dass sich die genannten Autoren meist auf einzelne Aspekte wie z. B. ethische Vorteile oder die Patientensicherheit beziehen. Demgegenüber stehen Sambadeik et al. (2018), welche mehrere Vor- und Nachteile von VR in der medizinischen Bildung diskutieren, methodisch jedoch nur auf eine Literaturrecherche aufbauen. Generell ist bei den verwandten Arbeiten zu beachten, dass sich diese nicht ausschließlich auf den Einsatz von Virtual Reality im Sinne von HMDs zu Schulungszwecken konzentrieren, sondern der Begriff weiter gefasst wird. Der vorliegende Beitrag unterscheidet sich insofern von den zuvor erläuterten Beiträgen, da sich allein auf die Nutzung von HMD-basierten VR-Systemen konzentriert wird. Außerdem erfordert die Innovationsgeschwindigkeit im Segment der virtuellen Realität eine kontinuierliche Aufarbeitung der Forschungsergebnisse. Durch den Einbezug der Zielgruppe von VR als Bildungsmedium im Gesundheitswesen mithilfe von Experteninterviews werden im vorliegenden Beitrag zusätzlich die Meinungen potentieller Anwender berücksichtigt.

5 Chancen und Herausforderungen

Ziel ist es, die mit dem Einsatz von VR in der Aus- und Weiterbildung assoziierten Chancen und Herausforderungen näher zu beleuchten. Dabei wird Bezug auf die Informationen aus Literatur sowie Experteninterviews genommen. Die Befragten zeigten insgesamt großes Interesse und Hoffnung in Bezug auf die VR-Nutzung in der Ausbildung des Gesundheitswesens. Bis auf einen Experten konnten die Interviewten keine Erfahrungen mit VR innerhalb ihres Berufes sammeln, weshalb ihre Meinungen größtenteils auf Informationen aus dem beruflichen Umfeld, dem Internet oder Messen basieren.

Generell empfanden diese jedoch den Fortschritt im Gesundheitswesen in Bezug auf die Digitalisierung und insbesondere auf VR sehr langsam [E1], [E2], [E4], [E5], [E6].

Nachfolgend wird die STEP-Analyse² als Strukturierungsinstrument angewandt. Sie dient der Kategorisierung soziokultureller, technologischer, ökonomischer und politischer Faktoren, die den Einsatz von VR als Bildungsmedium beeinflussen [PN07]. Abb. 1 veranschaulicht die Ergebnisse der untersuchten Publikationen und der Interviews, eingeteilt in Chancen (C) und Herausforderungen (H) sortiert nach den Kategorien der STEP-Analyse.

	Aspekte	Quelle		C	H
		Literatur	Interviews		
Dimension	soziokulturell	Verbesserung der Anschaulichkeit von Lerninhalten durch Interaktivität	[Al18], [Fo18], [Gu15], [Si18], [Wo18]	[E1], [E3], [E4], [E7]	•
		Steigerung der Lerneffektivität	[Ma19], [Mc18], [So17], [SL17]	[E2], [E3], [E5], [E7], [E8]	•
		Erhöhung der Lerneffizienz	[Is18]		•
		Steigerung des Erlebnis- und Aktivierungsgehaltes	[Al18], [Bu15], [Ja16], [Lo16], [Mo17], [SL17], [Wo18]	[E5]	•
		Erhöhung der Patientensicherheit	[Is18], [Mc18], [Sn19], [ZC19]	[E3], [E8]	•
		Gesundheitliches Risiko	[Da14], [DSG18], [HP16], [Hu17], [JK18], [Mo17], [Sn19]	[E7]	•
		Fehlende IT-Kompetenzen von Lehrenden	[DSG18]	[E5]	•
	technologisch	Ausweitung der Flexibilität	[Al18], [Bu18], [Kil14], [SF17], [Gu15], [Ma19], [Mc18], [Mo17]	[E1], [E4], [E7], [E8]	•
		Ortsunabhängigkeit des Lernens	[Is18], [Lo16], [Ma19], [Sn19]		•
		Mobilitätsprobleme der Hardware	[Da14], [DSG18], [JK18]		•
		Eingeschränkte Barrierefreiheit	[Fo18], [Wo18]		•
		Niedriger Reifegrad der Technik	[Kil14], [Mc18]	[E2]	•
	wirtschaftlich	Sinkende Hardwarekosten	[DSG18], [JK18]		•
		Reduktion des Einsatzes von Leichnamen und tierischen Kadavern	[Kil13], [Mo17]	[E3], [E4]	•
		Verbesserung der Kosteneffizienz	[Kil14], [Lo16]	[E4]	•
		Betreuungs- und Wartungsaufwand	[DSG18], [Mc18]	[E1]	•
		Fehlende Softwareangebote	[Gu16], [JK18], [Mc18]	[E8]	•
		Hohe Implementierungs- und Evaluationsaufwendungen	[DSG18], [Sa18]	[E6]	•
	pol.	Fehlende staatlich geförderte Projekte		[E6]	•

Abb. 1 STEP-Analyse der Chancen und Herausforderungen

5.1 Soziokulturelle Dimension

Aus soziokultureller Sicht kann von einer **verbesserten Anschaulichkeit von Lerninhalten durch die interaktive Darstellung in VR** profitiert werden. Nach dem Kon-

² Die STEP-Analyse wird auch PEST-Analyse genannt und besteht aus den folgenden Dimensionen: Social, Technological, Economical und Political (engl.).

struktivismus, einer lernpsychologischen Theorie, müssen Lernende die Inhalte individuell erfahren und fühlen, um sich die Fähigkeiten im Sinne ihrer eigenen Denkstrukturen anzueignen [Fo18]. Dadurch kann eine **höhere Lerneffektivität** erreicht werden [Sa18], [So17], [E2], [E7], [E8]. Studierende können in anatomischen Fächern die komplexen Beziehungen zwischen Organen besser nachvollziehen und „mithilfe einer Reise durch den eigenen Körper Bezüge schneller herstellen als beim bloßen Lesen eines Buches“ [E6]. Eigene Fehler können besser reflektiert werden, indem das Lernerlebnis aufgezeichnet und Statistiken zur individuellen Performancemessung herangezogen werden [E5].

Ein weiteres Potential liegt in der **Erhöhung der Lerneffizienz** durch eine Beschleunigung des Lernprozesses [Is18]. Insbesondere Prozesswissen (z. B. über Operationen, Wiederbelebensmaßnahmen, kardiologische Eingriffe) erfordert eine intensive Aneignung der Abläufe, die mehrere Jahre dauern kann [Gu15]. Vor allem Arztassistenten, Zahnmediziner sowie Psychotherapeuten können durch eine schnellere Aneignung dieser Fähigkeiten aufgrund von wiederholenden Übungen in VR profitieren [Is18]. Der Einsatz von VR trägt außerdem zur **Steigerung des Erlebnis- und Aktivierungsgehaltes** bei. Eine erhöhte intrinsische Motivation von Lernenden stellen Moro et al. (2017) fest, die in ihrem Experiment den Einsatz von Tablets, Augmented Reality und VR zur Vermittlung von anatomischen Kenntnissen vergleichen [Mo17], [E5]. Begründet liegt dies vor allem in dem realitätsnahen Gefühl der Anwesenheit in der virtuellen Umgebung [Lo16], [Ja16], [Bu15]. Unterstützt wird dieser Aspekt durch die vollständige Absorbierung störender Einflüsse aus der realen Umgebung [SL17].

Vor dem Hintergrund der gestiegenen Bedeutung der Patientensicherheit stellen medizinische Fehler ein großes Risiko dar. Jeder dritte Tod in den vereinigten Staaten ist auf derartige Fehler zurückzuführen [MD16]. Diese können reduziert werden, indem praktische Kompetenzen, die in der Vergangenheit zunächst wiederholt am Patienten erprobt wurden, in VR angeeignet werden. Damit bietet die Nutzung von VR Potentiale zur **Erhöhung der Patientensicherheit** [Mc18]. Mit dieser Chance wird eine Erhöhung des gesellschaftlichen Ansehens der Akteure im Gesundheitswesen assoziiert [Is18]. Außerdem bietet der Einsatz von VR eine bessere Vorbereitung für die Praxis, weil mit der realitätsnahen 3D-Simulation das Gefühl vermittelt wird, schon einmal in der Situation gewesen zu sein. Auf diesem Weg kann bspw. der Einstieg als Assistenzarzt vereinfacht werden, da realer Stress bereits in der Ausbildung simuliert wird [E3], [E8].

Den soziokulturellen Chancen stehen auch Herausforderungen wie das **gesundheitliche Risiko** aufseiten der Nutzer gegenüber. Bei der Verwendung von stereoskopischen 3D-Displays kann die sog. Motion Sickness (dt. Simulationskrankheit) auftreten [DSG18]. Einhergehende Nebenwirkungen umfassen Gefühle von Übelkeit, Schwindel, Orientierungslosigkeit, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Sehstörungen [DSG18], [Mo17], [E7]. Moro et al. (2017) stellen im Rahmen ihres Experimentes fest, dass ein Drittel der Teilnehmenden ähnliche Symptome wie eine verschwommene Sicht und Konzentrationsprobleme äußerten [Mo17]. Weitere assoziierte gesundheitliche Risiken umfassen Realitätsverluste und psychopathologische Effekte [Hu17]. Eine weitere Herausforderung

aufseiten der Lehrenden stellen aktuell **mangelnde IT-Kompetenzen für die Betreuung** der VR-Hardware dar [DSG18], [E5].

5.2 Technologische Dimension

Aus technologischer Sicht bietet VR eine **Ausweitung der Flexibilität** in Bezug auf die darzustellenden Szenarien im Vergleich zu den aktuell verwendeten Simulatoren, die auf einzelne Anwendungsszenarien zugeschnitten sind [A118]. Situationen mit verschiedenen Komplikationen können gefahrenfrei erprobt werden [Ma19], [E4], [E7]. Hierzu zählen der Umgang mit risikobehafteten Patienten [K114] z. B. bei Verweigerung eines Krankentransports oder die Überlieferung von negativen Nachrichten wie die Diagnose einer unheilbaren Krankheit [E1], [E8].

Des Weiteren kann durch VR eine **ortsunabhängige Verfügbarkeit** von Lerninhalten ermöglicht werden. Studierende der Medizin können ihre Fähigkeiten mithilfe von portablen Stand-Alone-HMDs z. B. auch im Selbststudium erproben [Sn19]. Problematisch in Bezug auf die Hardware sind jedoch einhergehende **Mobilitätsprobleme** [Da14]. Die aktuell auf dem Markt verfügbare Hardware ist primär für den privaten Gebrauch bestimmt. Folglich sind die Systeme nicht auf den ständigen Transport ausgelegt [JK18]. Eine weitere Herausforderung ist die **eingeschränkte Barrierefreiheit** von Virtual Reality. Formosa et al. stellen (2018) einen signifikanten negativen Einfluss des Alters eines Lernenden und der resultierenden Benutzererfahrung fest. Insbesondere Versuchspersonen mit einem Alter über 35 Jahren hatten Probleme mit der Bedienung und verzeichneten folglich Akzeptanzprobleme [Fo18].

Erschwerend für eine realistische Darstellung von Simulationen ist der **niedrige Reifegrad der Technik**. Insbesondere die realitätsnahe Visualisierung virtueller Patienten in Form von Avataren ist derzeit noch verbesserungswürdig, sodass sich nonverbale Kommunikation in der virtuellen Realität bisher nur begrenzt darstellen lässt. Bspw. für virtuelle Rollenspiele ist dies dennoch ein wichtiger Aspekt [K114]. Zusätzlich besteht die Notwendigkeit einer haptischen Erweiterung von VR-Systemen, um den Realitätsgrad zu erhöhen [E6], [Mc18].

5.3 Wirtschaftliche Dimension

Die in den vergangenen Jahrzehnten **gesunkenen Investitionskosten** für VR-Hardware stellen eine Chance für die Nutzung von VR aus Ausbildungsmedium dar. Während die Kosten für ein VR-System im Jahr 2004 noch ca. 45.000 US-Dollar betrugen, waren für die Anschaffung eines gleichwertigen Systems im Jahr 2014 nur noch 1.300 US-Dollar notwendig [JK18]. Durch den Einsatz von VR kann weiterführend die kostenintensive und aus ethischer Sicht kritisch betrachtete **Nutzung von Leichnamen und tierischen Kadavern reduziert** werden [E4]. Ein Medizinstudent verbringt durchschnittlich drei Wochenstunden im Labor, wo er einen Leichnam mit ca. zehn weiteren Studenten teilen muss [Mo17]. Aus der Sicht eines Medizinstudenten sind die Übungen an den Leichna-

men und tierischen Kadavern eine wichtige Praxiseinheit [E5]. Grundlegend besteht jedoch eine ungleichmäßige Verteilung der Leichname, sodass nicht alle Institute über Körperspender verfügen. Wird der praktische Unterricht wie Nähen o. Ä. mit VR erweitert, sinkt der Bedarf an Leichnamen und eine gleichmäßige Verteilung könnte angestrebt werden. Für Universitäten, die weiterhin keine Körperspender erhalten, kann VR als gänzliche Alternative dienen [E3].

Derzeitig angewandte Lehrmethoden wie Rollenspiele sind darüber hinaus mit hohen Personalaufwendungen und -kosten verbunden [K114]. Die virtuelle Realität hingegen ermöglicht eine wiederholende Ausführung von Aufgaben mit geringeren Kosten, was zu einer **Steigerung der Kosteneffizienz** führt [Lu13]. VR-Anwendungen entlasten außerdem das Lehrpersonal, wodurch Kapazitäten für die Betreuung der VR geschaffen werden [E1]. Besonders im Vergleich zu traditionellen Simulatoren, wie sie bspw. zum Training von Operationen genutzt werden, sind HMDs deutlich kostengünstiger. Lopes et al. (2016) sprechen in diesem Kontext von „Low-Cost“-Simulatoren [Lo16].

Dem gegenüber stehen jedoch **erhöhte Aufwendungen für Schulungen** des Lehrpersonals und **Wartungen der Endgeräte**. Zur Sicherstellung der hygienischen Nutzung von HMDs ist eine regelmäßige Reinigung erforderlich [DSG18]. Derzeitig **fehlende, schulungsbasierte Softwareangebote** auf dem Markt stellen eine besondere Herausforderung dar [Gu16]. Bisher verfügbare Angebote adressieren insbesondere Selbstlerner [E6]. Die Einsatzmöglichkeiten von VR sind daher begrenzt [JK18]. Eine Ursache hierfür liegt in den **hohen Implementierungs- und Evaluationsaufwendungen**. Der Gesundheitswesens stellt hohe Anforderungen an seine Lehrmethoden und fordert fundierte Evaluationen, bevor es zu einer Nutzung kommt [Sa18], [E6].

5.4 Politische Dimension

Auf politischer Ebene werden **fehlende staatlich geförderte Projekte** zur Synthese von VR-basierten Schulungen kritisiert. Eine umfassende Untersuchung der Eignung von VR als Bildungsmedium im Gesundheitswesen mit einer staatlichen Beteiligung wird gefordert. Vergangene Verbundprojekte in diesem Bereich wurden insbesondere von Universitätskliniken und Unternehmen aus der privaten Wirtschaft initiiert [E6].

6 Diskussion und Implikationen

Aus soziokultureller Sicht kann mit dem Einsatz von VR als Bildungsmedium im Gesundheitswesen von einer erhöhten Patientensicherheit profitiert werden. Gleichzeitig eignet sich das Medium, um komplexe Zusammenhänge und Vorgänge zu vermitteln. Hierfür fehlt es bisher an entsprechend aufbereiteter Software. Folglich implizieren die Ergebnisse des vorliegenden Beitrages, dass die Zusammenarbeit von VR-Entwicklern,

Akteuren des Gesundheitswesens und der Forschung weiter gefördert werden sollte, damit neue Lehrangebote bereitgestellt werden [E6]. In diesem Kontext kommt dem Staat aufgrund der hohen Implementierungs- und Evaluationsaufwendungen von VR-basierten Aus- und Weiterbildungsangeboten eine tragende Rolle zu. Die Förderung von Forschungsinitiativen im Bereich der immersiven Bildung des Gesundheitswesens kann zur Diffusion der Technologie zu Bildungszwecken beitragen. Das in den Interviews hervorgegangene, große Interesse an VR aufseiten der Lernenden unterstreicht diese Annahme.

Um den dargelegten gesundheitlichen Risiken entgegenzuwirken, ist die Optimierung und Weiterentwicklung bestehender Hardware unumgänglich. Zusätzlich müssen haptische Erweiterungen der Systeme zur Steigerung des Realitätsgrades von virtuellen Lernumgebungen zunehmend berücksichtigt werden. Vor allem die Übung handwerklicher Fähigkeiten, wie sie bspw. im fortgeschritten Medizinstudium oder bei der Weiterbildung von Chirurgen vermittelt werden, erfordert diese Erweiterungen. Die Nutzung virtueller Lernumgebungen benötigt zusätzlich eine einhergehende Betreuungskompetenz aufseiten der Lehrenden. Um die Nutzung von VR als Bildungsmedium zu ermöglichen, sollten zukünftig ausreichend Schulungen zur Vermittlung dieser fehlenden Kenntnisse angeboten werden.

Anzumerken ist, dass VR als alleiniges Bildungsmedium im Gesundheitswesen keinesfalls ausreichend ist. Vielmehr wird „mit VR eine Brücke zwischen der theoretischen Aneignung von Wissen durch das Lesen von Büchern und der ersten Berufspraxis geschlagen“ [E7]. In den Interviews wurden neben der Anatomie insbesondere die Bereiche Physiotherapie, Psychotherapie, Chirurgie sowie sämtliche Fachbereiche mit minimal invasiven Eingriffen wie arthro- und laparoskopische Operationen (Gelenk- und Bauchspiegelung) und 3D-Analyse von CT und MRT als potentielle Anwendungsbereiche der VR identifiziert [E1], [E2], [E7], [E8]. Es bietet sich an, die konkreten Fallszenarien, die in VR abgebildet werden können, in weiteren Untersuchungen zu erheben und auf die Anforderungen eines klinischen Anwendungsfalls zu prüfen. Von dieser Untersuchung können auch privatwirtschaftliche Unternehmen profitieren, die sich auf die Implementierung VR-basierter Lernumgebungen im Gesundheitswesen spezialisieren.

7 Zusammenfassung und Limitationen

Im vorliegenden Beitrag wurden die Chancen und Herausforderungen im Zusammenhang mit der Nutzung von VR als Schulungsmedium untersucht. Hierzu wurde auf die Ergebnisse einer strukturierten Literaturrecherche und einer qualitativen Untersuchung in Form von Experteninterviews zurückgegriffen, die unter Lernenden im Gesundheitswesen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden validiert und um die Resultate der Experteninterviews ergänzt.

Die Resultate dieser Studie weisen darauf hin, dass sich die Nutzung von HMDs und VR als Bildungsmedium derzeit am Anfang steht. Dennoch werden mit ihr viele Chancen

assoziiert, zu denen aus soziokultureller Sicht vor allem die Möglichkeit zur Erhöhung der Patientensicherheit sowie eine Verbesserung der Anschaulichkeit von Lerninhalten und daraus resultierende Potentiale in der Lerneffektivität und -effizienz gehören. Technisch bedingt ermöglicht VR eine flexible Darstellung verschiedener Ausbildungsinhalte sowie die Chance, medizinisch-bezogene Kompetenzen auch außerhalb des Krankenhauses zu vertiefen. Die niedrigen Preise für VR-Hardware können zur Diffusion von VR beitragen. Dabei kann der Technologieeinsatz dazu verhelfen, die Kosteneffizienz von Bildungsmaßnahmen im Gesundheitswesen zu steigern. Auch die Bedarfe für schwer zugängliche, kostenintensive Leichname sowie tierische Kadaver können durch die Nutzung von VR reduziert oder ergänzt werden.

Diesen Potentialen stehen jedoch Herausforderungen gegenüber, zu denen fehlende Betreuungs- und Wartungskompetenzen aufseiten der Lehrenden stehen. Problematisch sind ferner die gesundheitlichen Risiken wie die Simulationskrankheit, mit der die Nutzung von VR assoziiert wird. Aus technologischer Sicht stellen die Mobilitätsprobleme der Hardware sowie die eingeschränkte Barrierefreiheit und der derzeitige niedrige Reifegrad der Technik weitere Herausforderungen dar. Des Weiteren hindern aktuell fehlende Softwareangebote sowie notwendige Schulungen für das Lehrpersonal eine weitreichende Implementierung von VR als Bildungsmedium.

Die Resultate unserer Untersuchungen basieren auf einem Literaturreview sowie auf zuvor durchgeführten Experteninterviews. In Bezug auf die Literaturquellen ist anzumerken, dass im ersten Suchschritt fünf Literaturdatenbanken zur Identifikation relevanter Quellen verwendet wurden. Auf diesem Wege wird nicht sichergestellt, dass tatsächlich jegliche für unser Thema relevante Literatur berücksichtigt wurde. Ferner spiegeln die Ergebnisse der Interviews u. a. die subjektiven Auffassungen der Befragten wider. Da die Befragten zum Zeitpunkt der Interviews über wenig Erfahrung mit VR-Systemen verfügten, empfiehlt es sich, die Befragung mit einer größeren Stichprobe fortzuführen und außerdem auf weitere, quantitative Erhebungen mit erfahrenen VR-Anwendern zurückzugreifen. Weiterhin könnte in Interviews mit Startups im VR-Bereich die aktuelle Marktlage fokussiert werden, um den wirtschaftlichen Stand aus Unternehmensperspektive zu betrachten.

Literaturverzeichnis

- [Al18] Alfalah, S. F. M.: Perceptions toward adopting virtual reality as a teaching aid in information technology. *Education and Information Technologies* 23, S. 2633-2653, 2018.
- [Bu18] Bucher, K.; Blome, T.; Rudolph, S.; von Mammen, S.: VReanimate II: training first aid and reanimation in virtual reality. *Journal of Computers in Education* 1, S. 53-78, 2018.

- [Bu15] Buń, P.; Górski, F.; Wichniarek, R.; Kuczko, W.; Zawadzki, P.: Immersive Educational Simulation of Medical Ultrasound Examination. *Procedia Computer Science* 75, S. 186-194, 2015.
- [Co12] Consorti, F.; Mancuso, R.; Nocioni, M.; Piccolo, A.: Efficacy of virtual patients in medical education: a meta-analysis of randomized studies. In: *Computers & Education* 59 (3), S. 1001-1008, 2012.
- [Da14] David, O.; Russotto, F.-X.; Da Silva Simoes, M.; Measson, Y.: Collision avoidance, virtual guides and advanced supervisory control teleoperation techniques for high-tech construction: framework design. *Automation in Construction* 44, S. 63-72, 2014.
- [DSG18] Dyer, E.; Swartzlander, B. J.; Gugliucci, M. R.: Using virtual reality in medical education to teach empathy. *Journal of the Medical Library Association* 106 (4), S. 498-500, 2018.
- [FO15] Freina, L.; Ott, M.: A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. In: *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education* 1, S. 133-141, 2015.
- [Fo18] Formosa, N. J.; Morrison, B. W.; Hill, G.; Stone, D.: Testing the efficacy of a virtual reality-based simulation in enhancing users' knowledge, attitudes, and empathy relating to psychosis. In: *Australian Journal of Psychology* 70 (1), S. 57-65, 2018.
- [GL10] Gläser, J.; Laudel, G.: *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*, 2. Auflage. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2010.
- [Go16] Goldman Sachs: *Virtual & Augmented Reality*. Equity Research 1, 2016.
- [Gu15] Guze, P. A.: Using Technology to Meet the Challenges of Medical Education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association* 126, S. 260-270, 2015.
- [Gu16] Guimaraes, M. de P.; Colombo Dias, D.; Martins, V. F.; Brega, J. R.; Trevelin, L. C.: Immersive and Interactive Simulator to Support Educational Teaching. In: *International Conference on Computational Science and Its Applications Part IV*, S. 150-160, 2016.
- [HP16] Hackett, M.; Proctor, M.: Three-Dimensional Display Technologies for Anatomical Education: A Literature Review. In: *Journal of Science Education and Technology* 25 (4), S. 641-654, 2016.
- [Hu17] Huber, T.; Paschold, M.; Hansen, C.; Wunderling, T.; Lang, H.; Kneist, W.: New dimensions in surgical training: immersive virtual reality laparoscopic simulation exhilarates surgical staff. *Surgical Endoscopy* 31 (11), S. 4472-4477, 2017.
- [Is18] Iserson, K. V.: Ethics of Virtual Reality in Medical Education and Licensure. In: *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* 27 (2), S. 326-332, 2018.
- [Ja16] Janßen, D.; Tummel, C.; Richert, A.; Isenhardt, I.: Towards Measuring User Experience, Activation and Task Performance in Immersive Virtual Learning Environments for Students. In: *International Conference on Immersive Learning*, S. 45-58, 2017.

- [JK18] Jensen, L.; Konradsen, F.: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies* 23 (4), S. 1515-1529, 2018.
- [Ki13] Kiang, C.; Sundaraj, K.; Sulaiman, M. N.: Virtual reality simulator for phacoemulsification cataract surgery education and training. In: *Procedia Computer Science* 18, S. 742-748, 2013.
- [Kl14] Kleven, N. F.; Prasolova-Førland, E.; Fominykh, M.; Hansen, A.; Rasmussen, G.; Sagberg, L. M.; Lindseth, F.: Virtual operating room for collaborative training of surgical nurses. In: *Lecture Notes in Computer Science* 8658, S. 223-238, 2014.
- [Lo16] Lopes, A.; Harger, A.; Breyer, F.; Kelner, J.: A Natural Interaction VR Environment for Surgical Instrumentation Training. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, S. 499-509, 2016.
- [Lu13] Luo, H.; Bian, Y. H.; Zhang, L.; Wang, S. Y.: Application of virtual reality technology to the medical experimental instruction-Taking the example of Wrist-Ankle Acupuncture teaching in Chinese Medicine. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Science and Education* 2013, S. 613-617, 2013.
- [Ma19] Mallam, S. C.; Salman, N.; Sathiya, K. R.; Jørgen, E.; Veie, S. E.; Anders, E.: Design of Experiment Comparing Users of Virtual Reality Head-Mounted Displays and Desktop Computers. In: *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association* 827, S. 247-257, 2019.
- [Mo17] Moro, C.; Štromberga, Z.; Raikos, A.; Stirling, A.: The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. In: *Anatomical Sciences Education* 10 (6), S. 549-559, 2017.
- [Mc18] McGrath, J. L.; Taekman, J. M.; Mohan, D.; Bond, W. F.; Kman, N.; Crichlow, A.; Dev, P.; Danforth, D. R.: Using Virtual Reality Simulation Environments to Assess Competence for Emergency Medicine Learners. *Academic Emergency Medicine* 25 (2), S. 186-195, 2017.
- [MD16] Makary, M. A.; Daniel, M.: Medical error – the third leading cause of death in the US. *BMJ* 353, S. 2139-2144, 2016.
- [MN11] Mikropoulos, T. A.; Natsis, A.: Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers and Education* 56 (3) 3, S. 769-780, 2011.
- [Mo17] Moro, C.; Štromberga, Z.; Raikos, A.; Stirling, A.: The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical Sciences Education* 10 (6), S. 549-559, 2017.
- [Ne16] New Media Consotium, Horizon Report: 2016 Higher Education Edition, 2016. URL: <https://www.mmkh.de/fileadmin/dokumente/Publikationen/2016-nmc-horizon-report-he-DE.pdf>, Stand: 16.04.2019.
- [Pa06] Pan, Z.; Cheok, A. D.; Yang, H.; Zhu, J.; Shi, J.: Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers and Graphics* 30 (1), S. 20-28, 2006.
- [Pa96] Pantelidis, V. S.: Suggestions on when to use and when not to use virtual reality in education. In: *VR in the Schools* 2 (1), S. 18, 1996.

- [PN07] Peng, G. C. A.; Nunes, M. B.: Using PEST analysis as a tool for refining and focusing contexts for information systems research. In: 6th European conference on research methodology for business and management studies, Lisbon, Portugal, S. 229-236, 2007.
- [Sa18] Samadbeik, M.; Yaaghobi, D.; Bastani, P.; Abhari, S.; Rezaee, R.; Garavand, A.: The Applications of Virtual Reality Technology in Medical Groups Teaching. In: Journal of advances in medical education & professionalism 6 (3), S. 123-129, 2018.
- [Si18] Silva, J. N. A.; Southworth, M.; Raptis, C.; Silva, J.: Emerging Applications of Virtual Reality in Cardiovascular Medicine. JACC: Basic to Translational Science 3 (3), S. 420-430, 2018.
- [Si14] Sivan, Y.: Overview: Virtual Reality in Medicine. Journal of virtual world research January, S. 403-440, 2014.
- [SL17] Stavroulia, K.-E.; Lanitis, A.: On the Potential of Using Virtual Reality for Teacher Education. In: International Conference on Learning and Collaboration Technologies, S. 173-186, 2017.
- [Sn19] Snarby, H.; Gåsbakk, T.; Prasolova-Førland, E.; Steinsbekk, A.; Lindseth, F.: Procedural Medical Training in VR in a Smart Virtual University Hospital. Smart Innovation, Systems and Technologies 99, S. 132-141, 2019.
- [So17] Sorathia, K.; Sharma, K.; Bhowmick, S.; Kamidi, P.: A Mobile Based Virtual Reality (VR) Platform to Train and Educate Community Health Workers. In: IFIP Conference on Human-Computer Interaction 2017, Springer, Cham, S. 459-463, 2017.
- [St17] Statista, Anzahl der Beschäftigten im Gesundheitswesen in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2017. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/151723/umfrage/beschaeftigte-im-gesundheitswesen-seit-2000/>, Stand: 16.04.2019.
- [SL17] Stavroulia, K.-E.; Lanitis, A.: On the Potential of Using Virtual Reality for Teacher Education. In: International Conference on Learning and Collaboration Technologies, S. 199-215, 2017.
- [Vo09] Vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A.: Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. European Conference On Information Systems, S. 2206-2217, 2009.
- [Wo18] Wong, M. A. M. E.; Chue, S.; Zary, N.; Jong, M.; Benny, H. W. K.: Clinical instructors' perceptions of virtual reality in health professionals' cardiopulmonary resuscitation education. SAGE Open Medicine 6, S. 1-8, 2018.
- [ZC19] Zipp, S. A.; Craig, S. D.: The impact of a user's biases on interactions with virtual humans and learning during virtual emergency management training. Educational Technology Research and Development, S. 1-20, 2019.