

Wirkung von interaktiven 3D-360°-Lernvideos in der praktischen Ausbildung von Handwerkern

Vergleich von 3D-360°-Lernvideos mit konventionellen Lernvideos in Bezug auf den praktischen Lernerfolg auf einer Lehrbaustelle

Anna Klingauf¹, Johannes Funk¹, Angela Lüüs¹ und Ludger Schmidt¹

Abstract: Die vorliegende Studie vergleicht den Einsatz von 3D-360°-Lernvideos mit konventionellen Lernvideos bei der praktischen Ausbildung von Handwerkern. Es wurde die Hypothese geprüft, dass Motivation und Ablenkung durch die Technologie einen gegensätzlichen Einfluss auf den Lernerfolg haben und so die vorliegenden gemischten Befunde in diesem Feld erklären. Insgesamt 20 Auszubildende des ersten Lehrjahrs der Ausbildung zum Hoch- bzw. Tiefbaufacharbeiter lernten entweder mit konventionellen Lernvideos am Laptop oder mit 3D-360°-Videos, die auf einem Smartphone-basierten Head-Mounted Display angeschaut wurden. Der Lernerfolg wurde anhand einer praktischen Aufgabe gemessen, die von zwei unabhängigen Ratern bewertet wurde. Die durch die Lernmethode ausgelöste Motivation und Ablenkung der Lernenden wurde mithilfe von Fragebögen gemessen. Wie erwartet zeigte sich in der Gruppe der mit 3D-360°-Videos Lernenden sowohl eine höhere Motivation als auch eine höhere Ablenkung als in der Kontrollgruppe. Der Lernerfolg unterschied sich nicht zwischen den Gruppen. Die erwarteten Korrelationsmuster zur Unterstützung der weiteren Teilhypothesen konnten nicht gefunden werden.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, 3D-360°-Video, Blicksteuerung, Handwerk

1 Einleitung

Die zunehmende Digitalisierung bietet auch mittelständischen Unternehmen innovative Chancen und mögliche Wettbewerbsvorteile [De16]. Allerdings weisen besonders kleine Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern häufig Defizite in der Digitalisierung auf; Gründe hierfür sind beispielsweise Unsicherheiten im Datenschutz, hohe Investitionskosten, mangelnde Kompetenzen der Beschäftigten oder fehlende Informationen über Anwendungsmöglichkeiten [SVS16].

Das diesem Beitrag zugrundeliegende Projekt FachWerk verfolgt das Ziel, die Digitalisierung im Handwerk durch die Konzeption und Umsetzung einer bedarfsgerechten Weiterbildung voranzubringen. Im Rahmen des Projektes wird eine digitale Lernplattform eingesetzt, um die Vorteile von Präsenz- und Selbstlernphasen in einem Blended-Learning-Ansatz zu verbinden. Neben konventionellen Lehrmaterialien wie Texten und

¹ Universität Kassel, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Mönchebergstraße 7, 34125 Kassel, A.Klingauf@uni-kassel.de

Videos werden auch neue, technologisch unterstützte Lernformen wie Virtual Reality und Augmented Reality in der Weiterbildung erprobt.

Die Nutzung von neuen Lernformen ist eine mögliche Antwort auf die Wünsche der Lernenden nach spannenden Lernerlebnissen, die neben der Vermittlung neuen Wissens auch Spaß machen [Zi13]. Die in dieser Studie verwendeten 3D-360°-Videos bieten im Vergleich zu herkömmlichen Videos eine zusätzliche Interaktionsmöglichkeit, da die Nutzer*innen nicht nur einen bei der Aufnahme vorbestimmten Bildausschnitt sehen, sondern frei in alle Richtungen schauen können. Für ein immersiveres Erlebnis kann zum Anschauen dieser Videos ein Head-Mounted Display (HMD) genutzt werden, das die Einwirkungen der Außenwelt minimiert [Do17]. Die hohe Immersion einer Anwendung soll dazu führen, dass der virtuelle Ausflug an einen anderen Ort als eigenes Erlebnis wahrgenommen wird und das so Gelernte weniger schnell vergessen wird [Ki17]. Im Gegensatz zu aufwendig animierten VR-Anwendungen werden zur Erstellung von 3D-360°-Videos keine 3D-Animationskenntnisse benötigt. Stattdessen werden reale Situationen mittels spezieller 3D-360°-Kameras aufgezeichnet, wobei durch die doppelte Anzahl an Linsen auch stereoskopische Aufzeichnungen mit Tiefeneffekt (3D) möglich sind. So sind Anwendungen dieser Art für die Bildungsinstitutionen mit einem geringen Mehraufwand, verglichen mit konventionellen Lernmaterialien, umsetzbar [Ka16].

Die vorgestellten 3D-360°-Videos haben sowohl mit Virtual Reality (VR) als auch mit Augmented Reality (AR) einige Gemeinsamkeiten [Do17]. Das Ausblenden der Umgebung und immersive Eintauchen in eine andere Umgebung ist VR-Anwendungen ähnlich, wobei im Unterschied zu VR real existierende, aufgezeichnete Orte genutzt werden. Die Einblendung von interaktiven Schaltflächen und Schrift in die Umgebung ist dagegen an AR angelehnt. Im Anlehnung an die von Domanski et al. verwendeten Begriffe werden die beschriebenen 3D-360°-Videos in der hier vorgestellten Studie Interactive Immersive Media (IIM) genannt [Do17]. Da sowohl VR als auch IIM als immersive Erfahrungen betrachtet werden können, bietet sich der Vergleich der in dieser Studie genutzten IIM-Anwendung mit bestehenden VR-Anwendungen an.

In der Lernforschung wurden 360°-Videos im Lernkontext bereits untersucht. Harrington et al. fanden, dass die Nutzung dieser Lernform im Vergleich zu traditionellen Lernmaterialien zwar zu einer höheren Einbindung der Lernenden, nicht aber zu besseren Lernergebnissen führt [Ha18]. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch bei VR-Anwendungen mit 3D-animierten Inhalten [PM18]. Parong und Mayer fanden zwar eine höhere Motivation, aber eine niedrigere Lernleistung beim Lernen mit einer VR-Anwendung gegenüber konventionellen Lernmaterialien [PM18]. Dem gegenüber stehen allerdings auch gegenteilige Befunde. So fand Webster beim Vergleich einer hochimmersiven VR-Anwendung gegenüber konventionellen Lernmaterialien eine signifikant höhere Lernleistung [We16]. Darauf aufbauend verglichen Rupp et al. unterschiedlich immersive VR-Anwendungen (z. B. Smartphone, verschiedene HMD) bezüglich der Lernleistung miteinander [Ru18]. Dabei zeigte sich entgegen der Erwartungen kein Vorteil immersiverer Lernformen [Ru18]. Die unterschiedlichen Befunde in diesem Feld wurden von Jensen und Konradsen in ihrem Review zusammengefasst und in verschiedene An-

wendungsfälle aufgeteilt [JK17]. Dabei diskutieren die Autoren auch Ablenkung durch die immersive Erfahrung als möglichen Wirkmechanismus und verweisen dabei auf die Studien von Alves Fernandes et al. [JK17], [A116]. Im Rahmen dieser Studien wurde die empfundene Ablenkung beim Spielen eines VR-Spiels jedoch nicht explizit erfasst [A116].

Die hier vorgestellte Studie setzt an diesem Punkt an und untersucht die Hypothese, dass höhere Motivation und höhere Ablenkung durch den Technologieeinsatz zwei Wirkmechanismen mit gegensätzlichem Einfluss sind, die beim Lernen mit immersiven Anwendungen (hier IIM) zum Tragen kommen. Während die erhöhte Motivation durch IIM-Anwendungen einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat, führt die erhöhte Ablenkung durch das immersive Erleben zu einer Abnahme der Lernleistung. Das Zusammenspiel dieser Mechanismen liefert dabei einen Erklärungsansatz für die unterschiedlichen Befunde in diesem Feld. Um diese Hypothese zu prüfen, werden drei Teilhypothesen formuliert: Bei der Nutzung einer IIM-Anwendung ist sowohl die Motivation als auch die Ablenkung höher als bei der Nutzung von konventionellen Lernmaterialien (H1). Dabei ist Motivation positiv und Ablenkung negativ mit der Lernleistung korreliert (H2), und die Korrelationen sind für die IIM-Gruppe jeweils stärker positiv bzw. negativ als im konventionellen Fall (H3). Darüber hinaus wird erwartet, dass sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Lernleistung zeigt.

Eine weitere Besonderheit der vorliegenden Studie ist die bisher wenig untersuchte Stichprobe aus auszubildenden Handwerkern. Blanton und Jaccard argumentieren, dass es wichtig für psychologische Forschung ist, in studentischen Stichproben gefundene Effekte an anderen, speziellen Stichproben zu testen, um die Generalisierbarkeit der Befunde sicherzustellen [BJ08]. Die vorliegende Studie verfolgt diesen Ansatz und bietet die Möglichkeit, den Effekt der erhöhten Motivation einer IIM-Anwendung gegenüber konventionellen Lernmaterialien an einer Stichprobe auszubildender Handwerker zu überprüfen. Das Lernszenario wurde dabei an die Stichprobe angepasst, sodass statt Lernaufgaben zu deklarativem Wissen praktische Tätigkeiten erlernt werden sollen. Das für das Handwerk typische Erlernen eines praktischen Vorgehens und die Bewertung einer dazugehörigen praktischen Arbeit wurden bisher nicht im Zusammenhang mit 360°-Videos und VR-Anwendungen untersucht.

2 Methode

2.1 Stichprobe

Um die Hypothesen zu prüfen, wurde eine experimentelle Studie in der Lehrbaustelle des Berufsförderungswerks des Handwerks in Korbach durchgeführt. Insgesamt nahmen 20 männliche Auszubildende im Durchschnittsalter von 18,3 Jahren ($SD = 3,0$ Jahre) teil, die sich im ersten Lehrjahr der Ausbildung zum Hoch- bzw. zum Tiefbaufacharbeiter befanden.

2.2 Lerneinheiten

Für den Versuch wurde eine IIM-Lerneinheit erstellt. Das 3D-360°-Video für diese Lerneinheit wurde in einer Halle der Lehrbaustelle aufgezeichnet. In der Lerneinheit wird das Anfertigen der ersten Reihe eines Fliesenspiegels gezeigt; dabei wurden die fachlichen Inhalte an schon existierende und am Berufsförderungswerk verwendete Lernvideos angepasst. Diese bereits vorhandenen Lernvideos wurden als konventionelle Lerneinheit für die Kontrollgruppe verwendet. Das Herstellen des Fliesenspiegels wurde in vier Schritte aufgeteilt. Der erste Schritt, das Anrühren des Mörtels, war in der Vergleichseinheit nicht vorhanden und wurde deshalb als konventionelles Video für die Kontrollgruppe nachgedreht. Der zweite Schritt beschreibt das Anbringen der äußeren Fliesen. Darauf folgt als dritter Schritt das Befestigen eines waagerechten Lots und der restlichen Fliesen. Bei diesem Schritt war in der Vergleichseinheit keine Audioerklärung vorhanden, weshalb die Erklärung für beide Lerneinheiten hinzugefügt wurde. Zuletzt wird im vierten Schritt ein Mörtelkeil über der ersten Fliesenreihe angebracht. In der IIM-Anwendung findet jeder Schritt an einem anderen Arbeitsplatz statt. Die vier Arbeitsplätze sind mit je 90° Versatz um die 3D-360°-Kamera angeordnet, so dass in jeder Blickrichtung jeweils nur ein Schritt zu sehen ist. Der Aufbau ist in Abb. 1 zu sehen. Aufgezeichnet wurde das Video mit einem Auszubildenden aus einem fortgeschrittenen Lehrjahr, der geübt im Anfertigen eines Fliesenspiegels ist. Während der Aufnahme führte er die vier Schritte nacheinander an den jeweils dafür vorgesehenen Arbeitsplätzen durch. So kann die Nutzerin / der Nutzer dem Protagonisten des Videos folgen und verliert nicht die Orientierung im 3D-360°-Video.

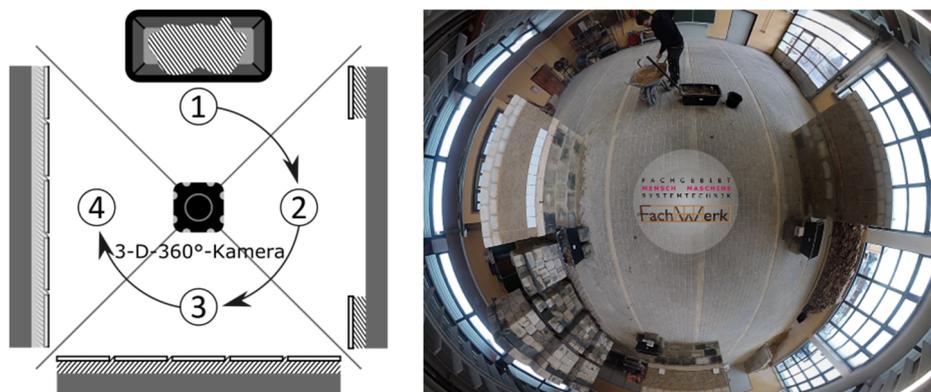


Abb. 1: Aufbau der vier Arbeitsschritte während der Aufzeichnung des 3D-360°-Videos (links); Ausschnitt aus dem aufgezeichneten Video in der Fischaugen-Ansicht (rechts)

In der Nachbearbeitung des 3D-360°-Videos wurde eine Tonspur zur Erklärung der Schritte mit demselben Wortlaut wie in der konventionellen Lerneinheit hinzugefügt. In den Hintergrund des Videos wurden mithilfe des Videobearbeitungsprogramm Adobe Premiere Pro vier Tafeln gelegt, die die Nummer und Beschreibung des gerade sichtbaren Schrittes anzeigen. Zusätzlich wurden mithilfe der Programmierumgebung Unity

Schaltflächen hinzugefügt, mit denen die Anwendung beim Ansehen auf einem HMD durch Kopfbewegungen gesteuert werden kann. Wenn die Nutzerin / der Nutzer die Markierung in der Mitte des Sichtfeldes auf den Button ausrichtet, füllt sich die Markierung farbig aus und löst nach wenigen Sekunden die Funktion der Schaltfläche aus, was auch als Blicksteuerung bezeichnet wird. Die Verwendung dieser Eingabemethode benötigt keine zusätzliche Hardware. Um den Nutzer*innen während des Versuchs die Funktionsweise der Schaltflächen zu vermitteln, wurde eine Einleitungssequenz hinzugefügt. Diese besteht aus einem Standbild der Halle mit den aufgebauten Arbeitsplätzen und einer Audiospur, in der die Funktionsweise des Videos erläutert wird. Um die Einleitungssequenz zu beenden, muss eine Schaltfläche benutzt werden. So kann sichergestellt werden, dass jede Nutzerin / jeder Nutzer die Funktionsweise der Schaltflächen versteht. Die Funktionen der Schaltflächen in der Hauptsequenz umfassen das Starten, Pausieren und das erneute Starten der Hauptsequenz sowie das Überspringen der Einleitungssequenz. Diese Schaltflächen befinden sich auf dem Boden unterhalb der Nutzerin / des Nutzers und damit außerhalb des Sichtfelds. Zusätzlich wurden Schaltflächen, mit denen das Springen zu einem bestimmten Arbeitsschritt möglich ist, hinzugefügt. Die Schaltflächen befinden sich unter den Tafeln mit den Bezeichnungen der Schritte und ermöglichen es, einzelne Schritte beliebig oft in beliebiger Reihenfolge anzusehen. In Abb. 2 ist der erste Arbeitsschritt mit der Tafel, die Aktivierung einer Schaltfläche (links) sowie das Videomenü (rechts) zu sehen.



Abb. 2: Sicht der Nutzer*innen für den ersten Arbeitsschritt mit der Schaltfläche zum Neustarten mittels Blicksteuerung (links); Videomenü unterhalb der Nutzerin / des Nutzers (rechts)

Ziel der Aufnahme und Bearbeitung war, die Inhalte der Vergleichseinheit und der IIM-Anwendung möglichst gleich zu gestalten. Die Arbeitsschritte und Techniken sowie die Audioerklärungen der beiden Anwendungen sind identisch. In der Vergleichseinheit werden einzelne Techniken in Detailaufnahmen gezeigt, was bei 3D-360°-Videos nicht möglich ist, da die Kameraposition festgelegt ist und nicht gezoomt werden kann.

2.3 Messung

Zur Messung des Lernerfolgs wurde die Bewertung der praktischen Ausführung der Aufgabe, also das Legen des Fliesenspiegels, herangezogen. Die Bewertung wurde von zwei unabhängigen Ratern erstellt, die keine Information über die Gruppenzugehörigkeit der Probanden hatten. Die systematische Bewertung wurde anhand eines vorher festgelegten Schemas erstellt, das sieben unterschiedlich gewichtete Kategorien enthielt. Die Kategorien „Erkennen der Aufgabenstellung“, „Arbeitsablauf“ und „Werkzeuge und Material“ konnten mit 1-5 Punkten bewertet werden, die Kategorien „Lot und Waage“, „Flucht und Winkel“, „Maße“ und „Gesamteindruck“ dagegen mit 1-20 Punkten, woraus sich ein Gesamtwert von 7-95 Punkten ergab. Für den Gesamtwert wurde der Mittelwert aus den Bewertungen der beiden Rater gebildet.

Zur Messung von Motivation und Ablenkung wurden zwei Skalen aus jeweils drei speziell für den Versuchsaufbau formulierten Items gebildet, die auf einer Likert-Skala von 1 (stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (stimme voll zu) zu beantworten waren. Die Items sind in Tab. 1 zu sehen. Darüber hinaus wurden die Skalen „subjektiver Lernerfolg“ (AL, 3 Items) und „subjektive Meinung“ (AO, 4 Items) in den Fragebogen aufgenommen.

Ablenkung (AD)	Motivation (AM)
Ich konnte mich gut auf die Inhalte der Videos konzentrieren.	Wenn hier öfter solche Videos genutzt werden würden, wäre ich motivierter.
Ich glaube, dass ich alles Wichtige, was in den Videos gezeigt wurde, gesehen habe.	Die Videos haben dafür gesorgt, dass ich weniger Lust habe, den Fliesenspiegel herzustellen. (inv.)
Ich wurde durch die Technologie von den Inhalten der Videos abgelenkt. (inv.)	Die Videos haben meine Motivation für die Aufgabe verstärkt.

Tab. 1: Skalen für Ablenkung und Motivation mit den dazugehörigen Items: Werte der Items mit dem Vermerk „inv.“ wurden in der Auswertung invertiert.

2.4 Apparat

Zum Ansehen der IIM-Anwendung wurde eine Zeiss-VR-One-Plus-Halterung genutzt. In diese verstellbare Halterung wird ein Smartphone eingelegt und so als HMD verwendet (siehe Abb. 3, links). Die Lagesensoren des Smartphones reagieren auf die Kopfbewegungen und steuern den Bildausschnitt in der IIM-Anwendung. Bei den Smartphones handelte es sich um ein BQ Aquaris X und ein OnePlus X. Diese beiden Smartphones wurden ausgewählt, da ihre Displays eine identische Auflösung von 1080 x 1920 Pixeln aufweisen und mit 5,2“ bzw. 5,0“ eine vergleichbare Displaygröße haben. Das Ansehen der konventionellen Lerneinheit geschah auf zwei 14“-Laptops von Lenovo (T440, L420) mit einer Auflösung von je 1368 x 768 Pixeln, auf denen ein Ordner mit den drei

Videodateien geöffnet war. Diese konnten mit dem Windows-Media-Player angesehen werden.



Abb. 3: Vorbereitung im Versuchsraum mit HMDs oder Laptops (links); praktische Umsetzung des Erlernten in einer Halle der Lehrbaustelle unter Beobachtung eines Raters (rechts)

2.5 Versuchsablauf

Jeweils vier Probanden wurden zufällig ausgewählt und in den Versuchsraum gebeten. Dort wurden ihnen zufällig eine Teilnehmernummer sowie eine Gruppennummer zugeordnet. Die Gruppennummer entschied darüber, ob sie das konventionelle Lernvideo auf dem Laptop oder die IIM-Lernanwendung zur Vorbereitung auf die praktische Arbeit nutzen sollten. Anschließend sahen die Probanden die Anwendung, wobei alle Probanden Kopfhörer trugen. Für das Nutzen der Anwendungen gab es keine Zeitbegrenzung. Nach dem Ansehen füllten die Probanden die Fragebögen aus. Der letzte Versuchsteil bestand darin, die praktische Aufgabe zu erfüllen. Dafür fertigten die Probanden den Fliesenspiegel in einer Halle der Lehrbaustelle an vorbereiteten Arbeitsplätzen an (siehe Abb. 3 rechts). Dabei wurden sie von zwei Ratern beobachtet. Während der Durchführung wurden den Probanden keine Fragen beantwortet, und es gab keine Zeitbegrenzung.

3 Ergebnisse

Zu Beginn der Auswertung wurden alle Skalen auf Normalverteilung geprüft. Lediglich die selbst erstellte Skala „subjektiver Lernerfolg“ weist keine Normalverteilung auf, sondern ist linksschief. Zur Validierung der selbsterstellten Skalen wurde die interne Konsistenz mithilfe von Cronbachs Alpha und das zugehörige 95-%-Konfidenzintervall (KI) berechnet. Dabei ergab sich für die Skala Ablenkung (AD) ein Wert von $\alpha = 0,63$ (KI = 0,35-0,91) und für die Skala Motivation (AM) ein Wert von $\alpha = 0,62$ (KI = 0,33-0,91). Für die zwei weiteren, hier nicht näher erläuterten Skalen, lagen die Werte im gleichen Bereich.

Ein Welch t-Test zeigt beim Lernerfolg entsprechend der Erwartungen keinen signifikanten Unterschied zwischen der IIM-Gruppe ($M = 79,27$, $SD = 10,49$) und der Kontrollgruppe mit konventionellen Lernmaterialien ($M = 80,50$, $SD = 6,13$), $t(14,51) = -0,33$, $p = 0,63$, $1-\beta = 0,09$, siehe Abb. 4 (links). Explorativ wurde auch die Meinung der Lernenden untersucht. Die subjektive Meinung der Lernenden (AO) zu der von ihnen benutzten Lernmethode unterschied sich bei einseitiger Testung signifikant zwischen der IIM-Gruppe ($M = 4,28$, $SD = 0,56$) und der Kontrollgruppe ($M = 3,38$, $SD = 0,64$), $t(17,69) = 3,36$, $p < 0,01$.

Teilhypothese H1 besagt, dass sowohl die Motivation als auch die Ablenkung in der Gruppe der mit der IIM-Anwendung Lernenden höher ist als in der Gruppe, die mit konventionellen Materialien lernt. Zur Prüfung wurde jeweils ein einseitiger Welch t-Test für unabhängige Stichproben berechnet. Die mit der Skala AM durchschnittlich gemessene Motivation ist in der IIM-Gruppe ($M = 3,80$, $SD = 0,69$) höher als in der Kontrollgruppe ($M = 3,13$, $SD = 0,63$), siehe Abb. 4 (Mitte). Dieser Unterschied ist signifikant $t(17,87) = 2,25$, $p < 0,05$, womit sich eine mittlere Effektstärke von $r = 0,47$ ergibt. Die durchschnittliche Ablenkung (AD) ist ebenfalls in der IIM-Gruppe ($M = 2,17$, $SD = 0,96$) höher als in der Kontrollgruppe ($M = 1,57$, $SD = 0,35$), siehe Abb. 4 (rechts). Dieser Unterschied ist ebenfalls signifikant $t(11,40) = 1,86$, $p < 0,05$, womit sich eine mittlere Effektstärke von $r = 0,48$ ergibt.

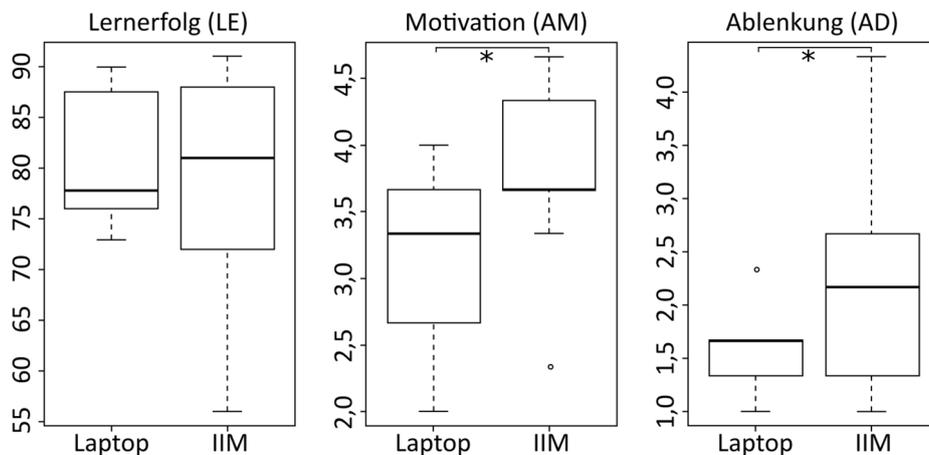


Abb. 4: Boxplots der Skalen Lernerfolg, Motivation und Ablenkung, * $p < 0,05$

Teilhypothese H2 besagt, dass eine positive Korrelation zwischen Motivation und Lernerfolg und eine negative Korrelation zwischen Ablenkung und Lernerfolg besteht. Dazu wurden jeweils Pearsons Produkt-Moment-Korrelationen zwischen den Variablen berechnet und einseitig auf Signifikanz getestet. Bei nicht signifikanten Korrelationskoeffizienten wird zusätzlich die mit G*Power berechnete Power ($1-\beta$) berichtet [Fa09]. Über beide Gruppen hinweg beträgt die Korrelation zwischen Motivation und Lernerfolg $r = 0,19$ und unterscheidet sich bei einseitiger Testung nicht überzufällig von null

($p = 0,21$, $1-\beta = 0,21$). Die Korrelation zwischen Ablenkung und Lernerfolg beträgt über beide Gruppen hinweg $r = -0,35$ und unterscheidet sich ebenfalls nicht signifikant von null ($p = 0,06$, $1-\beta = 0,49$). In Abb. 5 sind zusätzlich die Korrelationen der selbst erstellten Skalen untereinander und mit dem Lernerfolg zu sehen.

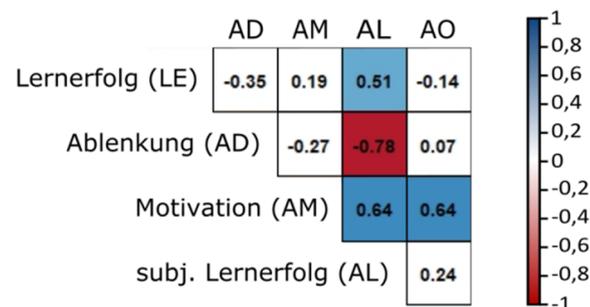


Abb. 5: Korrelationen der Skalen über beide Gruppen hinweg, farblich markierte Felder enthalten einseitig signifikante Korrelationen ($p < 0,05$), Skala AO: subjektive Meinung

Teilhypothese H3 besagt, dass die Korrelation von Motivation und Lernerfolg für die IIM-Gruppe stärker positiv und die Korrelation von Ablenkung und Lernerfolg stärker negativ ist als für die Kontrollgruppe. Um diese Hypothese zu prüfen, wurde erst für jede Gruppe getrennt Pearsons Produkt-Moment-Korrelation zwischen den Skalen inklusive eines einseitigen Signifikanztests berechnet, und anschließend wurden die beiden Korrelationen mithilfe der z-Statistik verglichen. Der Unterschied zwischen der Korrelation von Motivation mit Lernerfolg in der IIM-Gruppe ($r = 0,41$, $p = 0,51$, $1-\beta = 0,22$) und in der Kontrollgruppe mit konventionellen Lernmaterialien ($r = -0,03$, $p = 0,53$, $1-\beta = 0,22$) beträgt $\Delta z = 0,89$ und ist bei einseitiger Testung nicht signifikant unterschiedlich von null ($p = 0,19$, $1-\beta = 0,23$). Der Unterschied zwischen der Korrelation von Ablenkung und Lernerfolg in der IIM-Gruppe ($r = -0,53$, $p = 0,06$, $1-\beta = 0,56$) und der Korrelation der beiden Skalen in der Kontrollgruppe ($r = 0,44$, $p = 0,90$, $1-\beta = 0,41$) beträgt $\Delta z = 1,98$ und ist signifikant unterschiedlich von null ($p < 0,05$).

4 Diskussion

Die technische Weiterentwicklung im Bereich der Head-Mounted Displays macht die Nutzung von VR-Anwendungen und IIM-Anwendungen im Kontext des Lernens zunehmend interessanter [JK17]. Es ist jedoch wichtig, die Vor- und Nachteile dieser Technologien genauer zu untersuchen, um die unterschiedlichen Befunde in diesem Feld besser zu verstehen [JK17]. Die vorliegende Studie untersuchte deshalb die Hypothese, dass beim Lernen mit immersiven Anwendungen (VR oder IIM) höhere Motivation und höhere Ablenkung den Lernerfolg in entgegengesetzte Richtungen beeinflussen. Die Ergebnisse der Auswertung von Teilhypothese H1 zeigen, dass die IIM-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe sowohl höhere Motivation als auch höhere Ablenkung durch die

Lernmethode aufweist. Diese Befunde entsprechen den Erwartungen und sind auch konsistent mit den bisherigen Forschungsergebnissen, wie beispielsweise von Parong und Mayer, die eine höhere Motivation durch die VR-Anwendungen beschreiben [PM18]. Bei der Prüfung der zweiten Teilhypothese H2 konnten hingegen keine signifikanten Korrelationen gefunden werden. Die berechneten Korrelationskoeffizienten weisen allerdings sowohl für die Korrelation von Motivation mit Lernerfolg, als auch für die Korrelation von Ablenkung mit Lernerfolg eine Tendenz in die erwartete Richtung auf. Die geringe Stichprobengröße von $N = 20$ führt darüber hinaus zu einer geringen Teststärke, die ebenfalls dafür sorgen könnte, dass der Unterschied der Korrelationen von null nicht signifikant ist. Explorativ lässt sich beobachten, dass die erwarteten Korrelationsmuster Signifikanz erreichen, wenn man statt des bei der praktischen Aufgabe gemessenen Lernerfolgs den subjektiv eingeschätzten Lernerfolg heranzieht. Sowohl die Korrelation zwischen Motivation und subjektivem Lernerfolg ($r = 0,64$) als auch die Korrelation zwischen Ablenkung und subjektivem Lernerfolg ($r = -0,78$) sind signifikant von null unterschiedlich und entsprechen den Erwartungen. Diese Beobachtung könnte einerseits statistisch darauf zurückzuführen sein, dass Korrelationen zwischen Maßen aus der gleichen Quelle wegen ähnlicherer Fehlervarianzen höher sind als zwischen Maßen aus verschiedenen Quellen. In diesem Fall könnte die Beobachtung als Hinweis gedeutet werden, dass die erwarteten Korrelationen vorliegen und wegen mangelnder Teststärke bei unterschiedlichen Quellen nicht gefunden werden konnten. Andererseits könnte diese Beobachtung darauf zurückgehen, dass die Mechanismen Ablenkung und Motivation vor allem den subjektiven Lernerfolg beeinflussen und dieser wiederum den tatsächlichen Lernerfolg beeinflusst. Um diese Frage aufzuklären, ist weitere Forschung nötig.

Im Rahmen der Auswertung zu Teilhypothese H3 wurden die gleichen Korrelationen nach Experimentalgruppen getrennt berechnet, wobei sich ebenfalls keine der Korrelationen signifikant von null unterschied. Auch hier ist die sehr geringe Teststärke aufgrund der geringen Stichprobengröße von nur noch $N = 10$ zu beachten. Die Korrelation zwischen Motivation und Lernerfolg in der IIM-Gruppe ist nicht signifikant größer als diejenige in der Kontrollgruppe, auch wenn die Tendenz des Unterschieds in die erwartete Richtung weist. Auch hier ergibt die Power-Analyse eine sehr geringe Teststärke. Die Korrelation zwischen Ablenkung und Lernerfolg ist hingegen für die IIM-Gruppe negativ, für die Kontrollgruppe leicht positiv, woraus sich ein signifikanter Unterschied entsprechend der erwarteten Richtung ergibt. Zusammengenommen lassen die Befunde der Studie keine Aussage bezüglich der Gesamthypothese zu, da bei zwei der drei festgelegten Teilhypothesen die Nullhypothese beibehalten werden muss. Der Befund, dass es trotz der Gruppenunterschiede in Motivation und Ablenkung keine Gruppenunterschiede beim Lernerfolg gibt, ist jedoch ein Hinweis, dass die aufgestellte Hypothese nicht unplausibel ist und weiterer Forschung bedarf.

Die beschriebenen Ergebnisse zeigen deutlich das Spannungsfeld, in dem sich Forschende bei der Auswahl der Stichprobe befinden. Wie von Blanton und Jaccard beschrieben, profitiert Forschung von diversen Stichproben und der Untersuchung spezieller Teilpopulationen [BJ08]. Dieser Ansatz kann jedoch zu Einschränkungen bezüglich der Anzahl der zu Verfügung stehenden Versuchspersonen führen. Für die vorliegende Studie kann-

te zwar eine vollständige Klasse aus dem ersten Ausbildungsjahr rekrutiert werden, die Stichprobengröße mit $N = 20$ ist jedoch trotzdem klein und führt zu den bereits beschriebenen Problemen bezüglich der Teststärke. Die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche leisten jedoch einen wichtigen Beitrag zur Forschung bezüglich der Effekte von immersiven Anwendungen im Lernkontext. Sie zeigen, dass sich der Effekt der durch immersive Anwendungen erhöhten Motivation von Studierenden auf Handwerker übertragen lässt und dass auch die Ablenkung im Vergleich zum Lernen mit konventionellen Lernmaterialien steigt. Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Generalisierbarkeit der bisherigen Befunde auf komplexe praktische Lernaufgaben. Während sich viele Studien mit dem Erlernen kognitiver oder psychomotorischer Fertigkeiten wie beispielsweise Jonglieren beschäftigen [JK17], überträgt die vorliegende Studie die Ergebnisse auf eine klassische handwerkliche Aufgabe, das Legen eines Fliesenspiegels. Die Befunde legen dabei nahe, dass sich die Lernleistung zwar nicht unterscheidet, die subjektive Meinung der Lernenden jedoch bei IIM-Anwendungen deutlich positiver ist. Daraus ergibt sich für Ausbildungsbetriebe die Chance, ihre Attraktivität mit dem Einsatz von IIM-Lernmethoden zu steigern. Mit der in dieser Studie vorgestellten Aufzeichnung von 3D-360°-Videos und der Umsetzung mit Smartphones als HMD ist die Verwendung von immersiven Anwendungen für einen großen Kreis von Menschen zugänglich, da weder Programmier- oder 3D-Animationskenntnisse noch größere Investitionen nötig sind.

Die offensichtlichste Limitation dieser Studie ist die geringe Stichprobengröße. Da das Handwerk und andere praktische Ausbildungen jedoch ein großes, noch wenig erforschtes Anwendungsgebiet für immersive Lernmethoden darstellen, ist eine Erweiterung der vorliegenden Studie vielversprechend. Auch die Verbesserung der verwendeten Skalen durch das Hinzufügen weiterer Fragen könnte die Messgenauigkeit ähnlicher Untersuchungen in Zukunft verbessern. Um die Hypothese der gegensätzlichen Einflüsse von Motivation und Ablenkung durch immersive Technologien auf den Lernerfolg weiter zu prüfen, ist ebenfalls weitere Forschung mit größeren Stichproben nötig. Diese Forschungsfrage bekommt besondere Bedeutung bei der Überlegung, die Ablenkung durch immersive Technologien durch die Gestaltung der Lerneinheiten zu reduzieren, sodass der Effekt der erhöhten Motivation allein zutage tritt. Während noch viel Forschungsbedarf im Feld Virtual Reality besteht, sind die Ergebnisse in Lernkontexten weiterhin als vielversprechend einzuschätzen.

Das Vorhaben FachWerk (FKZ 02L15A190) wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Wir danken dem Berufsförderungswerk des Handwerks Korbach und der Kreishandwerkerschaft Waldeck-Frankenberg für die Ermöglichung der Studie. Besonderer Dank gilt Herrn Froese, Herrn Emde und Herr Schüttler für die tatkräftige Unterstützung der Planung, Vorbereitung und Durchführung der Studie.

Literaturverzeichnis

- [Al16] Alves Fernandes, L. M. et al.: Exploring educational immersive videogames: an empirical study with a 3D multimodal interaction prototype. *Behaviour & Information Technology*, 35/16, S. 907–918, 2016.
- [BJ08] Blanton, H.; Jaccard, J.: Representing Versus Generalizing: Two Approaches to External Validity and Their Implications for the Study of Prejudice. *Psychological Inquiry*, 19/08, S. 99–105, 2008.
- [De16] Demary, V. et al.: Digitalisierung und Mittelstand. Eine Metastudie. Institut der deutschen Wirtschaft Medien, Köln, 2016.
- [Do17] Domanski, M. et al.: Immersive visual media — MPEG-I: 360 video, virtual navigation and beyond. In (IWSSIP Hrsg.): *IWSSIP. Proceedings. IEEE*, [Piscataway, NJ], S. 1–9, 2017.
- [Fa09] Faul, F. et al.: Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41/09, S. 1149–1160, 2009.
- [Ha18] Harrington, C. M. et al.: 360° Operative Videos: A Randomised Cross-Over Study Evaluating Attentiveness and Information Retention. *Journal of Surgical Education*, 75/18, S. 993–1000, 2018.
- [JK17] Jensen, L.; Konradsen, F.: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23/17, S. 1515–1529, 2017.
- [Ka16] Kavanagh, S. et al.: Creating 360° educational video. In (Duh, H. et al. Hrsg.): *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction - OzCHI '16*. ACM Press, New York, New York, USA, S. 34–39, 2016.
- [Ki17] King-Thomson, J.: The Benefits of 360° videos & Virtual Reality in Education, <https://blend.media/blog/benefits-of-360-videos-virtual-reality-in-education>, Stand: 23.10.2018.
- [PM18] Parong, J.; Mayer, R. E.: Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110/18, S. 785–797, 2018.
- [Ru18] Rupp, M. A. et al.: Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128/18, S. 256–268, 2018.
- [SVS16] Saam, M.; Viète, S.; Schiel, S.: Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. *ZEW-Gutachten und Forschungsberichte*. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, 2016.
- [We16] Webster, R.: Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments*, 24/16, S. 1319–1333, 2016.
- [Zi13] Ziemann, W.: 360° Projektionen im Bildungsbereich. In (Overschmidt, G.; Schröder, U. B. Hrsg.): *Fullspace-Projektion. Mit dem 360°lab zum Holodeck*. Springer Berlin Heidelberg, S. 197–211, 2013.