

### **A.3 Altersbezogene Unterschiede bei der Interaktion mit einem Virtual-Reality-System**

*Markus Domin<sup>1</sup>, Monique Janneck<sup>1</sup>, Stefanie Grimm<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Technische Hochschule Lübeck*

<sup>2</sup> *Leuphana Universität Lüneburg*

#### **1 Einleitung und verwandte Arbeiten**

Virtual Reality wird in immer mehr Bereichen eingesetzt, unter anderem im Trainings- und Lernkontext in der Arbeitswelt. Hier sind es nicht nur die jüngeren Arbeitnehmer, sondern auch ältere, welche mit der neuen Technik konfrontiert werden. Vor allem im Bereich der Gefahrensituationen ist es ein Vorteil, mit einem virtuellen System zu trainieren. Der Proband kann in die gewünschte Situation hineinversetzt werden, ohne sich und andere in Gefahr zu bringen. In der Bau- und Maschinenindustrie sind Arbeitsunfälle, auch mit Todesfolge, ein sehr großes Problem. Hier kann mit Hilfe von VR-Systemen eine sichere Arbeitsumgebung geschaffen werden, in der die Arbeiter den Umgang mit Maschinen lernen können (Kassem, Benomran, & Teizer, 2017). Auch im Bereich der Pflegeausbildung wird VR eingesetzt. So kann beispielsweise eine Krankenstation simuliert werden, sodass die Pflegeschüler unter verschiedenen Bedingungen Aufgaben lösen können, die ihrem späteren Arbeitsalltag entsprechen (Ng et al., 2018). Hier spielt auch der Faktor Stress eine große Rolle. Das Pflegepersonal arbeitet häufig unter Zeitdruck. In der virtuellen Welt kann trainiert werden, damit besser umzugehen (Gräbel, 1998; Zimmer, 1998). Ebenfalls Einsatz findet VR in der Evaluation von Fluchtsystemen in Tunneln (Ronchi et al., 2016).

In den meisten Studien wird VR eingesetzt, um eine reproduzierbare Situation zu schaffen, in die die Probanden immersiv eintauchen können, beispielsweise im Hinblick auf Licht- und Raumverhältnisse. Der Ablauf der Interaktion mit der VR-Umgebung kann somit gleichbleibend gestaltet werden, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten (Diersch & Wolbers, 2019).

Beim Einsatz von VR zu Trainingszwecken muss gewährleistet werden, dass Personen mit unterschiedlichen Voraussetzungen und Vorkenntnissen das System gleichermaßen benutzen können. Im vorliegenden Beitrag liegt der Fokus insbesondere auf möglichen altersbedingten Unterschieden bei der Interaktion mit einem VR-System in einer Gefahrensituation. Außerdem wird betrachtet, wie es möglich ist, diese Erkenntnisse in Tutorials einfließen zu lassen (vgl. Domin, Nissen, & Janneck, 2018).

Hierzu liegen bislang wenig Erkenntnisse vor. Studien aus anderen Bereichen weisen jedoch auf mögliche Unterschiede hin. So zeigte eine Studie zur Navigation anhand verschiedener Interaktionsmodelle in einem 3D-Raum, dass ältere Probanden langsamer im Erlernen der Navigationsmodelle waren (Sayers, 2004). Auch bei der Bedienung von Touch-Geräten zeigen sich deutliche Altersunterschiede (Liao, Lou, Wu, Zou, & Zheng, 2018). Für Touch-Geräte existieren bereits Designrichtlinien, damit auch die ältere Generation diese ohne Probleme bedienen kann.

An der University of Maine wurde ein Fahrsimulator für VR entwickelt und anhand verschiedener Altersgruppen getestet. Innerhalb diese Studie saßen die Probanden in einer Art Autogestell mit Sitz und Lenkrad. Die Bewegung innerhalb der Anwendung wurde mit dem Lenkrad erledigt, so wie es auch in einem realen Auto der Fall ist. Die Leistung der älteren Teilnehmer war deutlich niedriger als die der Jüngeren, was sich mit den erhobenen Unfalldaten deckte (Bennett, Corey, Giudice, & Giudice, 2016).

## **2 Analyse typischer Interaktionen**

In der Realität wie auch in der virtuellen Welt ist die Interaktion mit der Umwelt ein entscheidender Faktor. In der realen Welt sind es Bewegungen, die selbstverständlich, sogar automatisiert ablaufen. In der virtuellen Welt müssen diese bekannten Bewegungen mit Hilfe eines Controllers umgesetzt werden. Aktuelle Virtual-Reality-Brillen werden im Hinblick auf die Ergonomie immer besser. So können anhand von Sensoren bereits einige Bewegungen, wie beispielsweise bücken oder das Drehen des Kopfes, erkannt werden. Dennoch müssen in einer VR-Umgebung Interaktionen mit der Umwelt erlernt werden.

Daher wurde zunächst eine Analyse typischer Interaktionen in VR-Systemen durchgeführt, um die zu evaluierenden Interaktionen zu ermitteln.

Laut einer Studie zum Thema Dienste und Vertriebsplattformen von Computerspielen ist Steam mit 68,57% neben Origin und Uplay die beliebteste und größte Plattform (Chmielarz & Szumski, 2019). Aufgrund dieser Analyse wurde Steam zur Recherche von VR-Anwendungen genutzt. Es wurden die 50 Top-Verkäufe auf ihre verwendeten Interaktionen mit dem Controller hin untersucht. Von jeder relevanten Anwendung wurde das Gameplay hinsichtlich der Interaktionen evaluiert. Die Ergebnisse wurden tabellarisch festgehalten und ausgewertet.

Die am häufigsten verwendete Interaktion war das Bedienen einer GUI, dies war bei 78% der Fall. In 60% der Anwendungen wurde das Greifen von Objekten benötigt, und zu 40% war das Interagieren wichtig, d.h. dass eine Aktion mit einem Gegenstand in der virtuellen Hand ausgelöst wird. Das Teleportieren, um sich in einer Welt

fortbewegen zu können, war bei 24% wichtig. Bei 12% der Anwendungen war so wenig Interaktion nötig, dass diese auf die Bewegung der Controller reduziert war. Das bedeutet, dass die Controller als Beispiel geschüttelt werden mussten, um eine Interaktion auszulösen. Sonstige Interaktionen waren beispielsweise das Hochklettern an Seilen, die Fortbewegung mittels Bewegung der Controller oder dass der Nutzer nach einer gewissen Zeit automatisch an eine andere Stelle bewegt wurde.

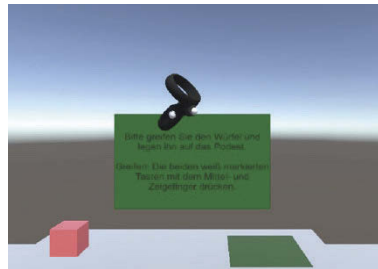
Aufgrund dieser Analyse wurden das Interagieren mit Objekten, das Greifen und das Teleportieren für eine Analyse ausgewählt. Da es für das eingesetzte Headset auf Grund der Aktualität nur bedingt Anwendungen gibt, ist die Entscheidung gefallen, eine eigene prototypische Anwendung zu entwickeln. Diese bietet auch mehr Möglichkeiten, wie das Messen der Verweildauer der Probanden in einzelnen Aufgaben. Das Bedienen einer GUI wurde für diese Analyse nicht berücksichtigt, da dies in zu vielen Variationen genutzt wurde und den Rahmen der Studie überstiegen hätte.

### 3 Prototypische Entwicklung der VR-Anwendung

Als Entwicklungsumgebung wurde die Spiele-Engine Unity gewählt. Als Hardware stand die VR-Brille Oculus Quest, siehe Abbildung 1 zur Verfügung. Anders als bei dem Fahr Simulator der University of Maine sollen die Probanden die ganze Zeit stehen und die Controller der Oculus Quest zur Interaktion nutzen (Bennett et al., 2016).



**Abbildung 1: Oculus Quest mit Controller**



**Abbildung 2: Tafel mit Informationen samt Controller, innerhalb der Anwendung**

Die Anwendung wurde nachfolgend so konstruiert, dass die Nutzenden schrittweise mit der Technologie vertraut gemacht und erst zuletzt in eine Gefahrensituation hineinversetzt werden. Dafür wurden fünf Szenen implementiert. In jeder der fünf Szenen existiert eine große Tafel, auf der jeweils beschrieben ist, welche Aufgabe der Proband erfüllen soll, und wie die Bedienung der Controller erfolgt. Letzteres

wird anhand eines virtuellen 3D-Modell eines Controllers zusätzlich unterstützt, auf welchem die zu drückenden Tasten weiß markiert sind.

In Abbildung 2 ist ein Ausschnitt aus einer Szene zu sehen, hier ist der Controller und die Tafel zu erkennen. Welche Texte in den jeweiligen Szenen als Anleitung galten, ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

**Tabelle 1: Tafeltext der jeweiligen Szenen**

Szene	Texte auf den Tafeln
1	Willkommen zur VR Studie Wählen Sie bitte zunächst Ihr Geschlecht aus. Um die Anwendung zu starten, greifen Sie den roten Würfel. Auswählen: Drücken Sie den unteren der beiden Knöpfe. Greifen: Die beiden weiß markierten Tasten mit dem Mittel- und Zeigefinger drücken.
2	Bitte greifen Sie den Würfel und legen ihn auf das Podest. Greifen: Die beiden weiß markierten Tasten mit dem Mittel- und Zeigefinger drücken.
3	Bitte greifen Sie den Würfel und legen ihn auf das Podest. Greifen: Die beiden weiß markierten Tasten mit dem Mittel- und Zeigefinger drücken. Teleportieren: Mit dem Daumen den Joystick nach vorne drücken. An gewünschter Teleportierstelle den Joystick loslassen.
4	Löschen Sie das Feuer. Greifen: Die beiden weiß markierten Tasten mit dem Mittel- und Zeigefinger drücken. Teleportieren: Mit dem Daumen den Joystick nach vorne drücken. An gewünschter Teleportierstelle den Joystick loslassen. Löschen: Drücken Sie den unteren der beiden Knöpfe, um den Feuerlöscher zu aktivieren.
5	Herzlichen Glückwunsch, Sie haben das Ende des ersten Teils erreicht. Bitte nehmen Sie die Brille ab.

In der ersten Szene steht der Proband vor einem Podest, auf dem mehrere Würfel mit Altersangaben liegen. Die Hauptaufgabe ist das Erlernen der Interaktion zum Greifen. Greift der Proband mit dem Controller nach einem der Würfel, gelangt er zur nächsten Szene. Es wurde ein Würfel als Interaktionsgegenstand gewählt, da dieser sich gut greifen lässt. Eine Kugel beispielsweise würde wegrollen. Der Würfel lässt sich zudem sehr gut festhalten und zu einem anderen Ort tragen und kann gut von allen Seiten beschriftet werden. In der zweiten Szene steht der Proband wieder vor einem Podest. Dieses Mal lautet die Aufgabe, dass er den Würfel auf dem Podest von links nach rechts auf eine grau markierte Platte legen soll. Auch hier soll der

Proband wieder eine Interaktion lernen. Dieses Mal ist es das Greifen und Bewegen von Objekten. Ist das erfolgreich passiert, gelangt er zur nächsten Szene. In der dritten Szene liegt ein Würfel auf einem Podest links vom Probanden, und er soll diesen mit Hilfe von Teleportieren zu einem Podest rechts von ihm befördern. Das zu lernende Interaktionselement ist hier das Teleportieren.

In der vierten Szene, siehe Abbildung 3, steht der Proband in einem Zug und erhält die Aufgabe, ein Feuer zu löschen. Diese Szene wurde gewählt, da ein Zug ein sehr allgemeiner Ort ist, an dem sich theoretisch fast jeder befinden kann und sich somit auch gut in diese Situation hineinversetzen kann. Auch mit der Situation, dass ein Feuer ausbrechen kann ist fast jeder täglich konfrontiert, da in jedem Gebäude und eben auch in Zügen Feuerfluchtpläne hängen. Dreht sich der Proband in der vierten Szene um, sieht er das Feuer im Zug und den Feuerlöscher. Je länger der Proband benötigt, um das Feuer zu löschen, desto mehr verdichtet sich der Rauch und die Sicht nimmt weiter ab. So soll eine Stresssituation erzeugt werden, um zu evaluieren, ob sich die Art der Interaktion ändern (beispielsweise ob vermehrt Probleme auftreten, vorher schon funktionierende Bewegungen vergessen werden, etc.). Unterstützt wird diese Szene visuell durch Feuerknistern und Lautsprecherdurchsagen am Bahnhof. Hat der Proband das Feuer erfolgreich gelöscht gelangt er zur letzten Szene. Schafft der Proband es nicht das Feuer zu löschen, füllt sich das Zugabteil mit immer mehr Rauch, bis das System nach drei Minuten automatisch abbricht und zur letzten Szene springt. In dieser ist wieder die große Tafel zu sehen, auf der zu lesen ist, dass der erste Teil der Studie erfolgreich abgeschlossen wurde.



Abbildung 3: Szene 4 im Zug mit Feuer

## 4 Methodik

Zur Feststellung, ob es einen Unterschied in Bezug auf verschiedene Altersgruppen und Interaktionen gibt, wurde eine Usability-Studie mit Probanden unterschiedlicher Altersgruppen durchgeführt.

Die Testpersonen durchliefen die fünf Szenen der Anwendung. Die ersten drei Szenen (A1, A2 und A3) dienten dazu, sich mit der VR-Brille sowie der Interaktion in der virtuellen Umgebung vertraut zu machen. In der vierten Szene (A4) erhielten sie dann die Aufgabe, ein Feuer in einem Zug zu löschen. Das dazu nötige Wissen wurde in den ersten Szenen vermittelt und musste hier angewendet werden. Weitere Informationen zu den erforderlichen Handlungen und Schritten bekamen sie nicht. Der Test endete, wenn die Testpersonen die fünfte Szene (A5) erreicht hatten oder von selber den Test abgebrochen haben.

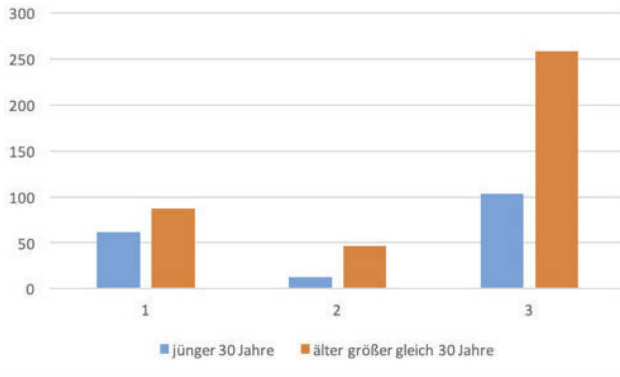
Während des Testdurchlaufs wurden die Probanden darum gebeten, die Methode „Lautes Denken“ einzusetzen. Sie sollten kommentieren, was sie gerade machen und wo ggf. Schwierigkeiten auftreten. Zudem wurde über das VR-System die Zeit zur Bearbeitung jeder Aufgabe gemessen. Abschließend wurden die Probanden gebeten, einen Fragebogen auszufüllen, in dem soziodemographische Daten sowie die User Experience der VR-Anwendung mittels des User Experience Questionnaire (UEQ, Laugwitz, Held, & Schrepp, 2008) erhoben wurde.

### 4.1 Auswertung

An der Studie nahmen insgesamt 12 Personen teil, davon sieben männliche und fünf weibliche. 25% der Probanden waren jünger als 30 Jahre, 50% waren 31 bis 40 Jahre alt, 8,3% waren jeweils im Alter 41–50, 51–60 und 61–70 Jahren. Die Probanden aus der Altersgruppe jünger als fünfzig Jahre gaben an, dass sie bereits Erfahrungen mit VR-Systemen (HTC Vive oder Smartphone-basierte Brillen wie Cardboard oder Gear VR) gemacht haben. Von den über 50jährigen hat bislang keiner Erfahrungen gesammelt.

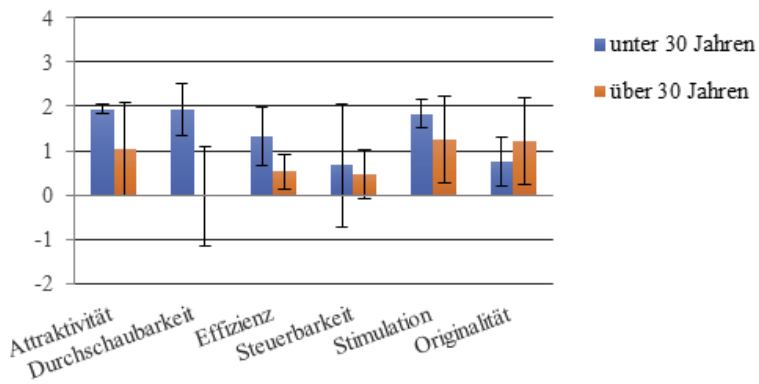
In A1 ging es hier zunächst nur um das Greifen. Alle Probanden lasen sich die Texte durch, 8 erst nach mehrmaliger Aufforderung. Das Greifen klappte bei dieser Aufgabe bei allen reibungslos. Bei den über 40jährigen berichteten die Probanden, dass es schwierig sei, die entsprechenden Tasten auf dem Controller zu finden, wenn dieser nicht mehr zu sehen ist. In der Anwendung selber waren Hände vorhanden, um diese realistischer darzustellen. In Aufgabe A2 hatten 5 Probanden (davon drei aus der Altersgruppe älter als vierzig) Schwierigkeiten, den Würfel zu greifen, obwohl sie aufmerksam die Tafel lasen (die Probanden aus der Altersgruppe älter als dreißig erst nach mehrmaligem erinnern) und diese Interaktion in A1 bereits einwandfrei geklappt

hatte. In A3 kam dann noch das Teleportieren hinzu. Hier lasen wieder alle Probanden die Tafeln mit den Anweisungen, zwei der Probanden aus der höchsten Altersgruppe mussten mehrmals darauf hingewiesen werden, und übten anhand dieser nochmals das Greifen. Auch hier wurde erwähnt, dass es einfacher wäre, wenn die Controller weiterhin zu sehen sein würden anstatt der Hände. Zudem gaben acht Probanden an, dass sie bevorzugen würden, die Beschreibung der Interaktion direkt an den Händen zu sehen. Schwierig wurde es bei sieben Probanden, als neben dem Greifen auch das Teleportieren hinzukam, da sie versuchten, beide Interaktionen mit nur einem Controller zu bewerkstelligen. Nach einem kurzen Hinweis des Studienleiters, dass beide Controller zum Einsatz kommen können, konnten vier Probanden die Aufgabe lösen. Die anderen drei haben es nach kurzer Zeit ohne Hinweise geschafft. Ein Proband hat die Studie an dieser Stelle abgebrochen, da er sich nicht mehr wohl fühlte und die Vielzahl an Knöpfen, die gedrückt werden sollten, nicht kontrollieren konnte. Die zwei anderen Probanden (beide aus der höchsten Altersgruppe) konnten nichts mit dem Begriff Joystick assoziieren, welcher zum Teleportieren benötigt wird. Nach einer kurzen Einweisung des Studienleiters konnten beide Probanden die Aufgabe lösen. Drei Probanden hatten keine Probleme mit dem Teleportieren und konnten schnell zur nächsten Szene gehen. In A4 sollten die Probanden nun ihr Wissen aus A1–A3 umsetzen, indem sie ein Feuer in einem Zug löschen. Hinzu kam nun die Interaktion mit dem A-Knopf, um den Feuerlöscher zu betätigen. Alle Probanden schauten sich zunächst in der Szene um. Vier Probanden fiel zunächst nicht auf, dass sich Rauch in dem Zugabteil bildete, und somit auch nicht das Feuer. Alle Probanden lasen zunächst wieder die Tafel mit den Anweisungen. Jedoch lasen die Probanden der über 40jährigen die Tafel nicht zu Ende, erst nach Aufforderung des Studienleiters. Alle Probanden, bis auf die 3 jüngsten, übten vorab noch einmal alle Interaktionen, obwohl das Greifen und Teleportieren bereits eingeübt war. Die anderen beiden Probanden teleportierten sich sofort zum Feuerlöscher und löschten das Feuer. Zwei der Probanden aus der höchsten Altersgruppe wollten physisch zum Feuer laufen, sie hatten die Funktion des Teleportierens vergessen. Bei sechs Probanden stellte es eine Schwierigkeit dar, den Feuerlöscher mit der einen Hand zu greifen und mit der anderen Hand den A-Knopf zu betätigen, um das Feuer zu löschen. Die Probanden der höchsten Altersstufe ließen den Feuerlöscher mehrmals fallen. Zudem war es für diese Gruppe sehr schwierig, den A-Knopf zu finden. Einem der Probanden war es bis zum Schluss nicht bewusst, dass er sich in einem Zugabteil befand. Über Stress berichtete keiner der Probanden, dies konnte auch durch die Beobachtungen des Studienleiters nicht festgestellt werden. Alle Probanden nahmen sich Zeit, A4 zu lösen. Die visuelle Unterstützung wurde zwar wahrgenommen, aber nicht als bedrohlich empfunden. In der letzten Aufgabe A5 waren acht Probanden überrascht, dass sie die Aufgaben erfüllt haben.



**Abbildung 4: Benötigte Zeit der Probanden pro Szene in Sekunden**

Im Hinblick auf Altersunterschiede zeigte sich, dass die Probanden der jüngsten Altersgruppe die Aufgaben schneller lösen konnten als die der älteren Gruppen. (Vergleich Abbildung 4). Insbesondere bei der dritten Szene, bei der zwei Interaktionsarten verwendet werden mussten, zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der benötigten Zeit. Für die vierte Szene wurden keinen Zeitangaben evaluiert, da die Szene zu komplex war, um hier signifikante Unterschiede anhand der Zeit festzustellen.



**Abbildung 5: UEQ-Skalen: Vergleich jünger als 30 Jahre und älter als 30 Jahre**



Die Steuerbarkeit, also die Interaktion in der virtuellen Welt, wurde als schwierig deklariert. Eine Analyse nach Altersgruppen zeigt, dass die 31–40-Jährigen diese am schlechtesten bewertet haben. Beim „Lauten Denken“ hingegen haben die Probanden der höchsten Altersgruppe berichtet, mehr Schwierigkeiten mit der Interaktion zu haben. Zudem wird die Attraktivität der Anwendung bei der Gruppe der unter 30-Jährigen höher bewertet (1,94) als von den übrigen Probanden (1,02). Auch die Durchschaubarkeit (1,92 bei den unter 30-jährigen und -0,04 bei den älteren) sowie die Effizienz wurde von den jüngeren Probanden besser bewertet. Wobei die Durchschaubarkeit bei den unter 30-jährigen erheblich besser bewertet wurde (Vergleich Abbildung 5). Eine Signifikanzberechnung der Skalen war auf Grund der geringen Probandenanzahl nicht möglich.

## **5 Diskussion und Ausblick**

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwiefern sich altersbedingte Unterschiede bei der Interaktion mit einem VR-System zeigen. Hierzu wurde eine VR-Umgebung entwickelt, die Trainingsmöglichkeiten für häufig verwendete Interaktionselemente bietet, die anschließend zur Bewältigung einer virtuellen Gefahrensituation zur Anwendung kommen sollten. Bei der Studie handelt es sich aufgrund der geringen Probandenanzahl um eine Vorstudie. Weitere Untersuchungen sind nötig.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die jüngeren als auch die älteren Probanden Probleme hatten, die Interaktion in der virtuellen Welt zu erlernen. Insbesondere bei den älteren Probanden fiel auf, dass sie nur die erste Aufgabe aufmerksam lasen, die folgenden dann nur noch nach mehrmaliger Aufforderung des Studienleiters. Bei der jüngeren Generation hat es nach dem ersten Hinweis auf das Lesen der Aufgabe danach immer funktioniert, möglicherweise sind diese aus anderen Kontexten eher gewohnt, Hinweistexte zu lesen. Ein weiterer deutlicher Unterschied zwischen den jüngeren und älteren Probanden fiel bei der Bedienung des Controllers auf. Die jüngeren sind offenbar – bspw. durch Videospiele – daran gewöhnt, mit Controllern bzw. Joysticks umzugehen und können das Wissen schnell auf andere Controller übertragen. Jedoch hatten die Probanden der höchsten Altersgruppe erhebliche Probleme mit den Begriffen Joystick und A-Knopf. Diese mussten zunächst vom Studienleiter erklärt werden. Dies zeigt sich auch in den Zeitmessungen: Die Älteren benötigten länger, da sie sich komplett neu mit der Bedienung des Controllers auseinandersetzen mussten und kein vorheriges Wissen adaptieren konnten. Die Gefahrensituation wurde von keinem der Probanden als bedrohliche oder Stress erzeugende Situation empfunden. Das ist auf fehlendes Feedback in der Szene, in Form von visueller Unterstützung, zurückzuführen. So hätten etwa herumlaufende Personen, lautes Geschrei oder vibrierende Controller in die Szene eingeführt werden können. Eventuell könnte auch ein Zeitlimit für das Löschen des Feuers eingebaut

werden, um einen höheren Druck aufzubauen. Ein Lerneffekt ist jedoch bei allen Altersgruppen in den ersten Szenen nicht direkt festzustellen. Die Probanden haben zwar in der jeweiligen Szene verstanden, wie die Interaktion funktioniert; sobald in der nächsten Szene eine neue Interaktion hinzukam, war die vorherige Interaktion jedoch nicht genug eingepreßt, dass sie diese noch ohne Hilfestellung umsetzen konnten. Lediglich bei der letzten Szene in der Gefahrensituation hatten zwei der jüngeren Probanden die Interaktionen soweit verinnerlicht, dass sie das Feuer direkt löschen konnten. An dieser Stelle sollten weitere Studien durchgeführt werden, um fundierte Kenntnisse über die Verbesserung des Lerneffekts zu erhalten.

Aus den Erfahrungen und Anmerkungen der Probanden lassen sich erste Designempfehlungen für die Gestaltung von VR-Tutorials ableiten. So sollten Funktionsbeschreibungen möglichst direkt am virtuellen Controller gezeigt werden. Zudem sollten keine virtuellen Hände verwendet werden, da es so schwieriger für Probanden ist, die zu drückenden Knöpfe auf dem Controller zu finden. Ein Tutorial sollte weiterhin die Lerngeschwindigkeit der Probanden berücksichtigen, indem die Personen beispielsweise die Anzahl der Übungsaufgaben selber bestimmen können. Zudem zeigte sich interessanterweise, dass Gefahrensituationen im virtuellen Raum nicht per se bedrohlich wirken. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Entwicklung realistisch wirkender Szenarien.

In zukünftigen Studien sollen verschiedene Ansätze von existierenden Tutorials für VR-Systeme mit Hinblick auf die Bedienung der Controller mit einer höheren Anzahl an Probanden untersucht werden. Auch bei diesen Studien sollen verschiedene Altersgruppen erfasst werden, um ein genaueres Verständnis zu erlangen, wie Informationen in virtuellen Systemen vermittelt werden sollten, damit diese möglichst einer hohen Anzahl an Nutzern einen Vorteil bieten. Weiterhin soll der Fokus auf Gefahrensituationen gelegt werden, um weitere Erkenntnisse über den Aufbau und die Immersion zu erfahren.

## **Literatur**

- Bennett, C. R., Corey, R. R., Giudice, U., & Giudice, N. A. (2016). Immersive virtual reality simulation as a tool for aging and driving research. In Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39949-2\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39949-2_36)
- Chmielarz, W., & Szumski, O. (2019). Digital Distribution of Video Games – An Empirical Study of Game Distribution Platforms from the Perspective of Polish Students (Future Managers). In Lecture Notes in Business Information Processing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15154-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15154-6_8)

- Diersch, N., & Wolbers, T. (2019). The potential of virtual reality for spatial navigation research across the adult lifespan. *The Journal of Experimental Biology*, 222(Suppl 1), jeb187252. <https://doi.org/10.1242/jeb.187252>
- Domin, M., Nissen, H., & Janneck, M. (2018). H. 3 Virtuelles Training von Gefahrensituationen – am Beispiel der Entwicklung und Evaluation einer virtuellen Pannensimulation, 271–280.
- Gräbel, E. (1998). Häusliche Pflege dementiell und nicht dementiell Erkrankter: Gesundheit und Belastung der Pflegenden. *Zeitschrift Für Gerontologie Und Geriatrie*, 31, 57–62.
- Kassem, M., Benomran, L., & Teizer, J. (2017). Virtual environments for safety learning in construction and engineering: seeking evidence and identifying gaps for future research. *Visualization in Engineering*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40327-017-0054-1>
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9-6>
- Liao, J., Lou, J., Wu, Q., Zou, M., & Zheng, L. (2018). A review of age-related characteristics for touch-based performance and experience. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92034-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92034-4_21)
- Ng, S., Lee, L., Lui, A. K., Wong, K., Chan, W., & Tam, H. (2018). *A Virtual Clinical Learning Environment for Nurse Training (Vol. 1)*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0008-0>
- Ronchi, E., Nilsson, D., Kojić, S., Eriksson, J., Lovreglio, R., Modig, H., & Walter, A. L. (2016). A Virtual Reality Experiment on Flashing Lights at Emergency Exit Portals for Road Tunnel Evacuation. *Fire Technology*, 52(3), 623–647. <https://doi.org/10.1007/s10694-015-0462-5>
- Zimber, A. (1998). Beanspruchung und stress in der altenpflege: Forschungsstand und forschungsperspektiven. *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*, 31(6), 417–425. <https://doi.org/10.1007/s003910050069>