

Überprüfung der Orientierungsfähigkeit innerhalb der realen und virtuellen Umgebung

Stefan PASTEL, Chien-Hsi CHEN, Katharina PETRI,
Dan BÜRGER, Kerstin WITTE

*Institut III – Bereich Sportwissenschaft, Lehrstuhl für Sport und Technik /
Bewegungswissenschaft, Otto-von-Guericke Universität
Zschokkestraße 32, D-39104 Magdeburg*

Kurzfassung: Die virtuelle Realität (VR) gewinnt zunehmend an Bedeutung. So kann es beispielsweise auch als Trainingsmöglichkeit des Menschen bei verschiedenen Arbeitsprozessen verwendet werden. Das Ziel der vorliegenden Studie ist es herauszufinden, ob die Orientierung der Probanden in Hinblick auf die visuelle Wahrnehmung in der virtuellen Welt mit der in der realen Welt vergleichbar ist. 15 Sportstudenten wurden gebeten, sich eine Route einzuprägen und mit geschlossenen Augen abzulaufen. War das Ende der Route erreicht, sollten die Teilnehmer sich zu der Startposition zurückbewegen. Die Abweichungen zur vorgegebenen Route für einzelne Punkte wurden bestimmt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Abweichungen in der realen und in der virtuellen Welt gefunden werden.

Schlüsselwörter: Virtuelle Realität, räumliche Orientierungsfähigkeit, visuelle Wahrnehmung, head-mounted Display

1. Einleitung und Problemformulierung

Für das erfolgreiche und sichere Abschließen täglicher Bewegungen ist die Fähigkeit, sich räumlich orientieren zu können, essentiell. Die räumliche Orientierungsfähigkeit ist eine koordinative Fähigkeit, welche zur Bestimmung und Anpassung der Lage und Bewegung im Raum dient (Hirtz 1985). Um eine Karte unserer räumlichen Umgebung erstellen zu können, spielt die visuelle räumliche Fähigkeit eine wichtige Rolle (Notarnicola et al. 2014). Hierzu wird ein ganzes Set von sensormotorischen Kontrollsystemen benötigt, welches den visuellen sensorischen Input, die Propriozeption und das vestibuläre System beinhaltet (Notarnicola et al. 2014). Viele Studien haben die Orientierungsfähigkeit in der VR bereits untersucht. Ein wichtiger Aspekt zur erfolgreichen räumlichen Orientierung ist die Distanzeinschätzung. Studien konnten nachweisen, dass die Distanzen in der VR meist unterschätzt werden (vgl. Loomis et al. 2003; Plumert et al. 2005; Renner et al. 2013). Dies gilt vor allem für die Distanzwahrnehmung aus der egozentrischen Perspektive. Des Weiteren konnten geschlechtsspezifische und altersspezifische Unterschiede nachgewiesen werden. So fiel es den weiblichen Probanden deutlich schwerer, sich in virtuellen Welten räumlich zu orientieren als den männlichen Probanden (Diersch & Wolbers 2019). Ebenfalls wiesen ältere Probanden größere Schwierigkeiten innerhalb der Orientierungsfähigkeit auf (Cushman et al. 2008; Diersch & Wolbers 2019). Um sich erfolgreich auch in unbekanntem Umgebungen orientieren zu können, werden bestimmte Eigenschaften der Umwelt, entweder die geometrischen Eigenschaften oder die Merkmalseigenschaften, verwendet (Kimura et al. 2017). In der VR können beide Ar-

ten genutzt werden, allerdings scheinen die Merkmalseigenschaften wie zum Beispiel Objekte in der Szene (Farbe, Größe, Form) eine größere Bedeutung zu haben als die geometrischen Eigenschaften wie beispielsweise die Form des Raumes (Kimura et al. 2017).

Um nun überprüfen zu können, ob die visuellen Reize in der virtuellen Welt auch adäquat zu denen aus der Realität wahrgenommen werden, mussten die Teilnehmer in der vorliegenden Studie einen Orientierungstest (angelehnt an Notarnicola 2014) sowohl in der realen als auch in der virtuellen Umwelt durchführen. Dabei lag der Schwerpunkt der Studie darin, dass sich die Probanden zum entsprechenden Ziel tatsächlich natürlich bewegten. Mittels eines Motion Capturing Systems und zeitgleicher Nutzung der VR-Anwendung existiert die Möglichkeit, Aussagen über die Genauigkeit der Bewegungen der Probanden (Abweichungen in mm) treffen zu können. Dabei werden die Größenverhältnisse in beiden Bedingungen angepasst. Zu überprüfen gilt, ob die Route ähnlich gut abgelaufen werden kann und wie gut die notwendigen Informationen (Größenordnung, Rotationen, Tiefensehen etc.) über einen reinen visuellen Verarbeitungsweg in beiden Konditionen extrahiert werden können. Falls die Orientierungsfähigkeit innerhalb der virtuellen Umgebung vergleichbar mit der aus der realen ist, können weitere Schritte hinsichtlich zur Erstellung eines Trainingskonzeptes, welches ein Training ausschließlich in der VR ermöglichen soll, eingeleitet werden.

2. Methode

15 Sportstudenten (7 weibliche und 8 männliche mit einem durchschnittlichen Alter von $25,3 \pm 3,93$ Jahren) wurden gebeten, sich eine Route für maximal 30 Sekunden innerhalb der realen und virtuellen Umgebung (HMD HTC Vive) je dreimal einzuprägen und diese mit verbundenen Augen (RW) oder verdunkelter Sicht (VR) abzulaufen (Notarnicola, 2014; Péruch et al., 1997; Rüdell et al., 2018).

Um sicherzustellen, dass der Orientierungstest, welcher leicht modifiziert werden musste, reliable Daten liefert, wurde mit einer Woche Zeitabstand ein Retest in der realen Umgebung durchgeführt. Daher war die Reihenfolge der Bedingungen (RW / VR) für alle Probanden einheitlich: erst RW, dann VR in Woche 1. In Woche 2 erfolgte die Testwiederholung in RW.

Der Aufbau der Studie wird in Abb. 1 gezeigt. Bei dem Test innerhalb der virtuellen Umgebung wurde die Route spiegelverkehrt dargestellt, um einen möglichen Lerneffekt zu reduzieren (siehe Abb.1).

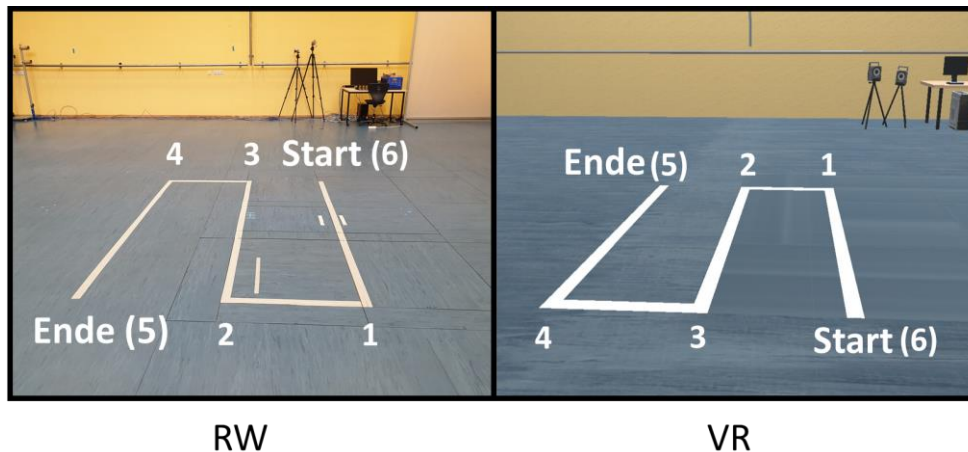


Abbildung 1: Das linke Bild zeigt den realen (RW) und das rechte Bild den virtuellen Testraum (VR). Um einen möglichen Lerneffekt zu reduzieren, wurde die Route in der virtuellen Umgebung spiegelverkehrt dargestellt. Das Einprägen der Route erfolgte von der „Start“-Position.

War das Ende der Route erreicht, sollten die Teilnehmer sich zu der Startposition zurückbewegen. Die Abweichungen zwischen der gelaufenen Route des Probanden und der fixierten Route wurden mit Hilfe eines Trackingsystems (Vicon Nexus) bestimmt und als Maß für die Orientierungsfähigkeit definiert. Mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurden diese Abweichungen zwischen den Bedingungen in VR und der Realität verglichen. Weiterhin wurden auch die einzelnen Abweichungen des Probanden von der vorgegebenen Route ermittelt und in beiden experimentellen Settings betrachtet.

3. Ergebnisse

Eine akzeptable Test-Reliabilität (nach Pearson $r = 0,78$) war innerhalb des realen Settings gegeben. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen VR und Realität für die ersten beiden Wendepunkte (alle $p > 0,05$) gefunden. Die Abweichungen der Route sind in der virtuellen Umgebung bei dem dritten ($p = 0,005$) und vierten Wendepunkt ($p = 0,017$) signifikant höher mit hohen Effektstärken (Position 3: $d = .96$; Position 4: $d = .81$). Bei der fünften Position gab es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$). Das Zurückkehren zum Ausgangspunkt (Position 6, $p > 0,05$) ist in beiden Realitäten gleichermaßen erfolgt. Es gab demnach keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Abweichungen bei der Endposition der Probanden zwischen beiden Bedingungen (Abb.2).

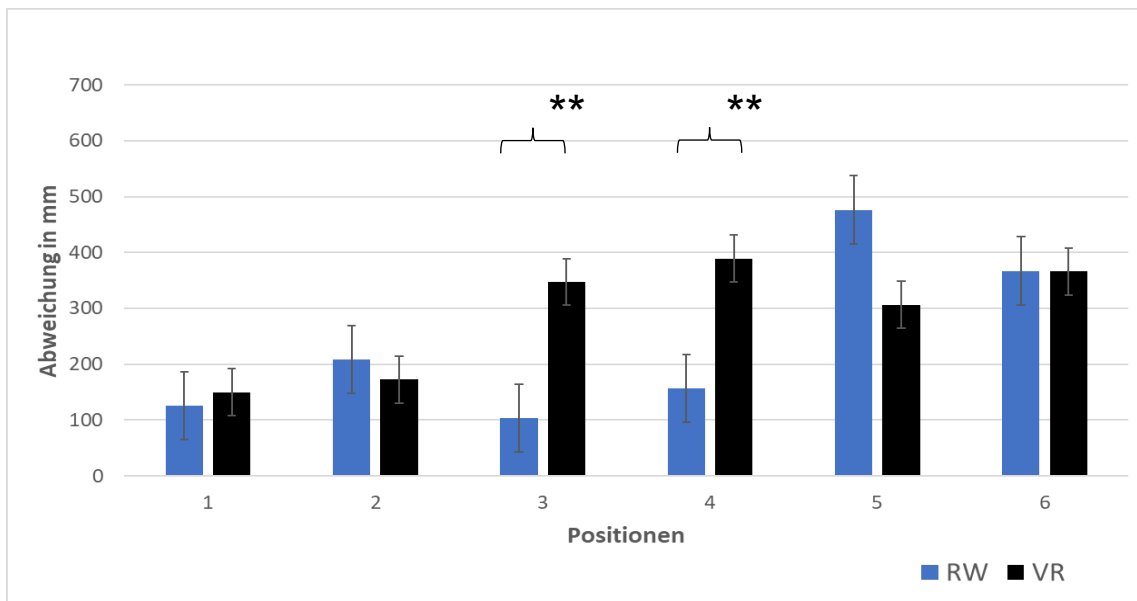


Abbildung 2: Das Balkendiagramm zeigt für jeden Wendepunkt der Route die Abweichungen in mm in der virtuellen (schwarze Balken) und in der realen Umgebung (blaue Balken) an. Auf der Position 3 und 4 besteht ein signifikanter Unterschied ($p < 0.05$) zwischen den Bedingungen, gekennzeichnet durch **.

4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen eine ähnliche Ausprägung der räumlichen Orientierungsfähigkeit in VR im Vergleich zur Realität. Die Betrachtung der Route erfolgte lediglich von einer Perspektive (definierte Startposition, Abb.1) und die Teilnehmer sollten sich immer wieder zu dieser Ausgangsposition zurückbewegen. Weitere Untersuchungen, die repräsentative Testbedingungen besser abbilden, sind notwendig, auch mit evtl. anderen Testdesigns (Shelton und McNamara, 2004; Cushman et al., 2008). Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Probanden bei den Punkten 1, 2, 5 und 6 keine signifikant unterschiedlichen Abweichungen zwischen den beiden Bedingungen aufweisen. Bei dem mittleren Teil der Route sind die unterschiedlichen Abweichungen der Probanden in der virtuellen Umgebung signifikant höher gewesen, was für eine schlechtere Orientierung innerhalb diesen Routenbereiches spricht. Zu diskutieren bleibt, ob mit den zweidimensionalen Abweichungen zu den Wendepunkten wirklich die Orientierungsfähigkeit gemessen wurde. Kam es zu einer Fehleinschätzung, haben die Probanden diese bewusst ausgeglichen oder sich reinzufällig durch eine noch größere Abweichung in ihrer Einschätzung zu der richtigen Position bewegt? Zusätzliche Analysen wie bspw. die Rotation (optimal bei 90 Grad) für jeden Wendepunkt können weitere Erkenntnisse über die Fähigkeit, über den reinen visuellen sensorischen Input die notwendigen Informationen in beiden Konditionen extrahieren zu können, liefern. Weitere Studien sollten Einflussfaktoren wie Alter und Körperverisualisierung miteinbeziehen.

5. Literatur

Cushman LA, Stein K, & Duffy C (2008) Detecting navigational deficits in cognitive aging and Alzheimer disease using virtual reality. *Neurology*, 71(12), 888-895.

- Diersch N, & Wolbers T (2019) The potential of virtual reality for spatial navigation research across 33the adult lifespan. *The Journal of Experimental Biology*. doi: 10.1242/jeb.187252.
- Hirz P (1985) *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport*. Berlin: Volk und Wissen Verlag.
- Kimura K, Reichert JF, Olson A, Pouya OR, Wang X, Moussavi Z, Kelly DM (2017) Orientation in virtual reality does not fully measure up to the real-world. *Sci. Rep.* 7, 1103.
- Loomis JM, Knapp JM (2003) Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments. In L. J. Hettinger and M. W. Haas (Eds.), *Virtual and adaptive environments* (pp. 21–46). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Notarnicola A, Maccagnano G, Pesce V, Tafuri S, Novielli G, Moretti B (2014) Visual- spatial capacity: gender and sport differences in young volleyball and tennis athletes and non-athletes. *BMC Research Notes*. 7, 57-61.
- Plumert, JM, Kearney JK, Cremer JF, Recker K (2005) Distance perception in real and virtual environments. *ACM Trans Appl Percept.* 2, 216–233.
- Renner RS, Velichkovsky BM, Helmert, JR (2013) The perception of egocentric distances in Virtual Environments – a Review. *ACM Computing Surveys*, 42 (2): 23. DOI: 10.1145/2543581.2543590.
- Shelton AL, McNamara TP (2004) Orientation and perspective dependence in route and survey learning. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 30:158-170.

Danksagung: Die Studie entstand im Projekt „Training in VR unter Berücksichtigung der visuellen Wahrnehmung und des Vergleiches zur Realität“, welches von der Deutschen Förderungsgemeinschaft (DFG) finanziert wird (WI 1456/22-1).



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**
Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de