

xR Skills Lab – Mixed Reality Ansätze zum Skills-Training in gesundheitsbezogenen Studiengängen

Lernmodul zum Erlernen von endotrachealem Absaugen

Christian Plotzky¹, Barbara Loessl^{1,2}, Ulrike Lindwedel¹, Peter König¹ und Christophe Kunze¹

Abstract: Das praktische Training von Fertigkeiten (Skills) spielt in der Pflegeausbildung eine bedeutende Rolle. Angesichts der angespannten Personallage wird aber die Praxisanleitung von Auszubildenden zunehmend zu einer Belastung im klinischen Alltag. Virtual Reality (VR) gestütztes Training könnte eine Alternative bieten, denn es kann orts- und zeitunabhängig durchgeführt werden und ist mit vergleichsweise geringen Kosten verbunden. Unsere Studie evaluiert die Effektivität von VR-Simulationen zum Erlernen des endotrachealen Absaugens im Vergleich zu einem traditionellen Lernmodul. Dazu entwickelten wir zwei VR Simulationen. Eine Variante zeigt zusätzlich die Tätigkeit in der Ersterperson-Perspektive mittels Videos bzw. Animationen der Hände. Die Nutzung von digitalen Technologien ermöglicht, Skills vorab zu erlernen und zu üben, was die Anleitung in der Praxis sowohl entlasten als auch ergänzen kann. Unter- und Fehlversorgungen und Komplikationen werden vermindert oder vermieden, was zu einer höheren Versorgungsqualität führt.

Keywords: VR-Simulation, Pflege, Aus- und Weiterbildung, Skills-Training

1 Hintergrund

Die Zahl der pflegebedürftigen Menschen in Deutschland steigt seit Jahrzehnten stetig an während es gleichzeitig zu einem Mangel an Pflegekräften kommt [St18], [LF19]. Effizientere Ausbildungsmöglichkeiten werden benötigt, um dieses Defizit auszugleichen. Angesichts dieser Ausgangslage ist die praktische Ausbildung der Schüler:innen im klinischen Bereich besonders belastend. Neue Fertigkeiten oder Skills können daher nur in geringem Umfang eingeübt werden. Daraus resultiert häufig ein Kompetenzmangel bei Pflegekräften, was sich negativ auf die Versorgungsqualität auswirkt und schlimmstenfalls zu lebensbedrohlichen Fehlern führen kann [Ai12], [LK18].

Zur Entlastung der praktischen Ausbildung im klinischen Bereich hat sich in den vergangenen Jahren das simulationsgestützte Lernen in Skills Labs als Lernform etabliert, das psychomotorische Fähigkeiten und implizites Kontextwissen durch wiederholtes praktisches Üben vermittelt. Dafür werden je nach Anwendungskontext Schauspiel-

¹ Hochschule Furtwangen University (HFU), Institut Mensch, Technik, Teilhabe (IMTT), Robert-Gerwig-Platz 1, 78120 Furtwangen, plan@hs-furtwangen.de

² Murdoch University, College of Science, Health, Engineering & Education, Discipline of Nursing, 90 South Street, Murdoch WA 6150, Australien, loeb@hs-furtwangen.de

patienten, Pflegepuppen (bis hin zu digital-interaktiven Simulationspuppen) und naturgetreue Settings (Patientenzimmer, Operationssaal, usw.) eingesetzt. Zahlreiche Studien belegen die pädagogischen Erfolge und positiven Effekte [Co11], [Pr08], [CC17], [KPS16].

High-fidelity Puppen und Skills-Labs sind allerdings teuer und Lernende und Praktiker berichten immer noch von einer Diskrepanz zwischen Praxis und Theorie [OPK14], [Br19]. Hier könnten orts- und zeitunabhängig Virtual Reality (VR) Simulationen einen erheblichen Mehrwert bieten und sind mit vergleichsweise geringen Kosten verbunden. Zusätzlich bietet VR-Training durch eine hohe Immersion, direktes Feedback, sowie einer automatischen Dokumentation und Leistungsmessung viel Potential für eine Verbesserung des Lernerlebnisses [Ka19], [PI21a].

1.1 xR Skills Lab Projekt

Mittels eines Mixed Methods Ansatzes soll die Effektivität von VR-Trainings bei der Vermittlung von Wissen und Fertigkeiten geprüft werden. Zudem wird untersucht, welche Design- und didaktischen Elemente wichtig sind, um bestimmte Kompetenzen (hier das endotracheale Absaugen) zu vermitteln, und wie diese aufgebaut sein muss.

Die Kontrollgruppe absolviert eine herkömmliche Lernmethode mittels eines Lernvideos. Die VR standard (low) Gruppe bekommt die VR-Simulation in einer Basiskonfiguration, mit Controllern und deaktivierten Erklärungsvideos. Die VR high Gruppe verwendet die VR-Simulation mit Hand-Tracking und Erklärungsvideos in Ersterperson-Perspektive (siehe Abb. 1).

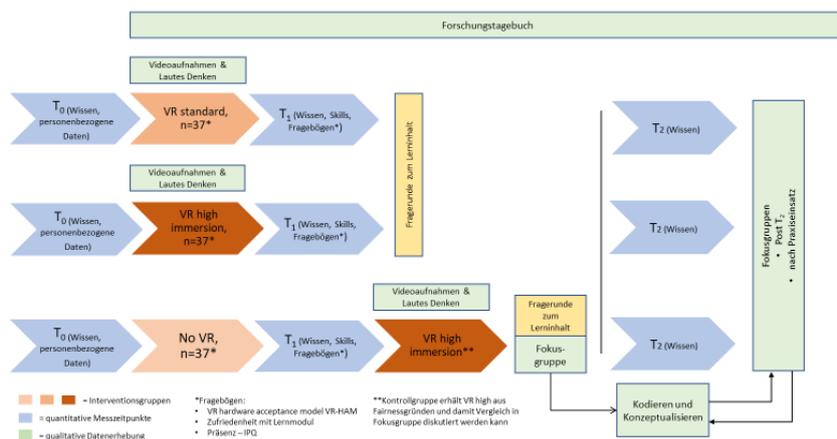


Abb. 1: xR Skills Lab Studiendesign

Der Wissenserwerb wird mit Prä-Post-Test-Design überprüft, die erworbenen Skills werden mittels einer Objective Structured Clinical Examination (OSCE) an Simulationspuppen überprüft. Lernzufriedenheit, sowie Akzeptanz und Präsenzgefühl werden mittels standardisierter Fragebögen erhoben. Die qualitative Evaluation möchte zudem den subjektiven Wissenszuwachs, Einstellungen gegenüber der VR, die Übertragbarkeit in die Praxis sowie den Sinn und Nutzen im Vergleich zu nicht VR-Training eruieren. Die Studie wird mit Auszubildenden in der Pflege und anderen Gesundheitsfachberufen aus verschiedenen Einrichtungen durchgeführt. Es wird ein $n \geq 111$ auf Basis einer Stichprobenkalkulation anvisiert.

Bei dem Projekt Virtual Skills Lab im Jahr 2016 wurde ein ähnliches Vorhaben durchgeführt. Jedoch hat sich die Technik seitdem stark verbessert und eine umfangreichere Untersuchung ist angebracht [DZS16].

2 Lernziele und Kompetenzen

Stellvertretend für einen komplexen pflegerischen Skill wurde das endotracheale Absaugen gewählt. Unter Absaugen versteht man die Entfernung von Sekret aus den Atemwegen durch Sog mithilfe eines Katheters. Beim endotrachealen Absaugen wird der Absaugschlauch in eine Trachealkanüle, die im unteren Halsbereich operativ in die Luftröhre gelegt wurde, eingeführt. Dies erfordert schnelles und steriles Arbeiten, denn der Patient ist während des Absaugens nicht beatmet. Viele Teilschritte sind nötig, und die Pflegekraft muss ein fundiertes theoretisches Wissen von dieser Tätigkeit haben.

In der VR-Simulation wurde zum Lernen des Skills eine Untermenge der Teilschritte der Prozedur ausgewählt, die besonders kritisch bezüglich des gesundheitlichen Outcomes sind. Insgesamt werden 13 Schritte durchgeführt, von der Händedesinfektion bis zum Entsorgen der Verbrauchsmaterialien.

Die Durchführung der einzelnen Teilschritte im Detail zu beschreiben, würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Ein wichtiges didaktisches Merkmal liegt auf der sterilen Durchführung – bei der Berührung der Hand, die den sterilen Handschuh trägt, (sterile Hand) mit einem unsterilen Gegenstand tritt eine Kontamination auf und es werden Keime visualisiert. Das sterile Auspacken des Katheters erfordert eine spezielle Technik und wurde versucht in VR möglichst genau abzubilden. Animationen und eingeblendete Videos sollen die Feinmotorik möglichst genau demonstrieren. Ein weiteres Merkmal liegt auf der visuellen und auditiven Realitätsgetreue, sodass die Erfahrung auf das reale Leben übertragen werden kann.

3 Didaktisches Design

Mehrere Lerntheorien bilden eine theoretische Grundlage für VR-basierten Unterricht [LZI18], [S117], [Lo15]. Beim situativen Lernen wird das Erlernen neuer Fähigkeiten in den Kontext und die Umgebung eingebettet, in der die Aktivität stattfindet [LW12]. Wissen entsteht durch die Interaktion eines Individuums mit der Umwelt („learning-by-doing“). Lernende nehmen neue Informationen auf und verknüpfen diese mit vorherigem Wissen [Wu20]. Beim impliziten Lernen schließlich eignen sich Lernende Wissen oder Fähigkeiten an, ohne sich dessen bewusst zu sein [S117]. Eine weitere relevante Lerntheorie ist das Modelllernen nach Bandura, das vorliegt, wenn Lernende als Folge der Beobachtung des Verhaltens anderer Individuen sowie der darauffolgenden Konsequenzen, sich neue Verhaltensweisen aneignen. Dabei wird das Spiegelsystem des Gehirns aktiviert, sowohl wenn eine Handlung ausgeführt als auch, wenn diese Tätigkeit lediglich beobachtet wird [St21].

Beim Lernen mit VR sind die Konzepte der Immersion und Präsenz wichtig [DM19]. Immersion ist definiert als die psychologische Reaktion auf eine virtuelle Umgebung, abhängig von der Art und Menge der sensorischen Reize. Je mehr Sinne durch die Simulation angesprochen werden, desto höher ist der Grad der Immersion für den Teilnehmer [SW97], [MB16]. Präsenz bedeutet die subjektive Erfahrung, an einem Ort oder in einer Umgebung zu sein, obwohl man sich physisch in einer anderen befindet. Im Allgemeinen führen Simulationen, die einen höheren Grad an Immersion bieten, zu einem höheren Grad an Präsenz [WS98]. Eine Annahme ist, dass das Gefühl der Präsenz die Lernergebnisse direkt positiv beeinflusst [DM19]. Eine andere Theorie hingegen spekuliert, dass stark immersive VR-Umgebungen den Benutzer eher ablenken und seine Gedächtniskapazität überfordern, was zu einem geringeren Lernniveau führt [MBK20].



Abb. 2: Intensiv-SettingPrototyp: (a) Hand-Tracking, (b) Setting, (c) Kontamination, (d) Videoanleitung

4 Entwicklung und Aufbau der VR-Simulation

Basierend auf einem VR Prototyp in Homecare-Setting [P121b], wurde ein Intensiv-Setting Prototyp entwickelt (siehe Abb. 2 (b)). Er verfügt über Cross-Platform-Funktionalität und kann mit den meisten gängigen VR-HMDs verwendet werden. Bei der Oculus Quest kann zwischen Controller- und Hand-Tracking-Steuerung gewählt werden (siehe Abb. 2 (a)) und es ist keine weitere Hardware notwendig, was eine hohe Mobilität gewährleistet.

Die Simulation erfolgt in einzelnen Teilschritten und beginnt mit einem Tutorial, in dem die VR Steuerung erklärt wird. Es folgt ein Video das theoretisches Wissen zum Thema vermittelt, einschließlich des korrekten Ablaufs. Neben den Audio- und Textanweisungen verfügt die Simulation auch über visuelle Hinweise (kleine blinkende Pfeile und Symbole), sowie Einblendung von Bildern und Videoanleitungen aus der Ersterperson-Perspektive (siehe Abb. 2 (d)), sowie Soundeffekten bei erfolgreicher/falscher Durchführung. Zudem kann die Simulation auch Kontamination durch unsteriles Arbeiten in Form von grünen Partikeln (siehe Abb. 2 (c)) visualisieren, sodass eine fehlerhafte Durchführung durch visuelles Feedback verdeutlicht wird.

Alle audio-visuellen Hinweise und Feedback können wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden. So kann in mehreren Iterationen, angefangen mit maximaler Hilfestellung, die Prozedur schrittweise gelernt werden. Der Fokus hierbei liegt darauf, das Prinzip des sterilen Arbeitens (sterile vs. unsterile Hand) und den korrekten Ablauf im psychomotorischen Gedächtnis bzw. im „Muscle-Memory“ zu konsolidieren. Das Hand-Tracking soll diese Erfahrung noch intensivieren.

5 Ergebnisse

Ein Machbarkeitstest, als Prä-Test für die geplante Studie mit $n \geq 111$ Probanden, wurde an einem Studientag mit einer Bildungseinrichtung in Tübingen mit $n=20$ Auszubildenden durchgeführt. Da die erhobenen Daten aktuell noch ausgewertet werden, sind hier ein paar vorläufige Ergebnisse präsentiert.

Alle drei Gruppen hatten einen erfolgreichen Wissenserwerb (siehe Tab. 1) mit signifikantem und stark positivem Effekt bei den Punktzahlen zwischen Prä- und Post-Test. Hierbei schnitt die Kontrollgruppe besser ab als die beiden VR-Gruppen. Eine ANOVA ergab jedoch, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen statistisch nicht signifikant sind. Beim OSCE schnitt die Kontrollgruppe ebenfalls besser als die VR-Gruppen ab (siehe Abb. 3), jedoch nicht statistisch signifikant.

Auf den ersten Blick bringen die beiden VR-Varianten keinen Vorteil gegenüber der Kontrollintervention. Jedoch gab es bei der Durchführung einige Probleme. Da es sich bei dieser Studie nur um den Machbarkeitstest handelte, wurde die VR-Simulation vorher nicht umfangreich getestet. Viele Probanden hatten Schwierigkeiten, einzelne Schritte zu verstehen und praktisch durchzuführen, was die Lernerfahrung und damit auch die Lernergebnisse bei der Wissens- und Skillsvermittlung erheblich beeinträchtigt haben könnte. Neben den Beobachtungen bei der Durchführung ergab auch die Fokusgruppe Einsicht bezüglich von Fehlern und Problemen. Entsprechende Usability-Probleme werden aktuell korrigiert. Wir gehen davon aus, dass nach Verbesserung der User Experience und des Flows mittels der VR-Varianten deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden können als in diesem Test.

Bezüglich der aufgeführten Fragestellungen in Kapitel 1.1 liefert der Machbarkeitstest aufgrund der kleinen Probandenzahl und nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen noch keine Antworten. Der stark signifikante Effekt bei der Wissensvermittlung insgesamt bestätigt jedoch das Vorhaben und die Durchführung der geplanten Studie.

Group	mean pre	mean post	t	p	Cohen's d
Kontrolle	4,16667	6,83333	-4	0,01032	2,01294
VR low	4,85714	7,28571	-3,97034	0,00736	1,83321
VR high	4,42857	6,28571	-2,77161	0,03235	1,40187

Tab. 1: Vergleich der Gruppen beim Wissenstest

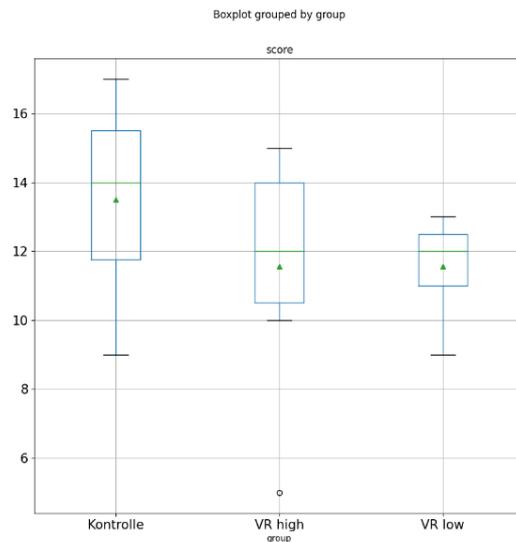


Abb. 3: Ergebnisse OSCE

6 Signifikanz für die Praxis

Die Nutzung digitaler Technologien ermöglicht es, Tätigkeiten vorab zu erlernen und zu üben und trägt so dazu bei, die Anleitung in der Praxis sowohl zu entlasten als auch zu ergänzen. Da insbesondere VR-Ansätze ein orts- und zeitunabhängiges Lernen ermöglichen, eignen sie sich sehr gut für die Integration in eLearning-Angebote, auch in der beruflichen Weiterbildung. Auf diese Art werden Unter- und Fehlversorgungen,

Komplikationen und herausfordernde Situationen für Patienten und Angehörige vermieden, was somit insgesamt zu einer höheren Versorgungsqualität führt.

7 Literaturverzeichnis

- [Ai12] Aiken, L.H. et al.: Patient safety, satisfaction, and quality of hospital care: Cross sectional surveys of nurses and patients in 12 countries in Europe and the United States: *BMJ*, 344, e1717, 2012, doi: 10.1136/bmj.e1717.
- [Br19] Brown, J.E.: Graduate nurses' perception of the effect of simulation on reducing the theory-practice gap. *SAGE Open Nursing*, 5, 2019, doi: 10.1177/2377960819896963
- [CC17] Cant, R.P.; Cooper, S.J.: Use of simulation-based learning in undergraduate nurse education: An umbrella systematic review. *Nurse Education Today*, 49, S. 63-71, 2017, doi: 10.1016/j.nedt.2016.11.015.
- [Co11] Cook, D.A. et al.: Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic re-view and meta-analysis. *JAMA*, 306(9), S. 978-988, 2011, doi: 10.1001/jama.2011.1234.
- [DM19] Dengel, A.; Mägdefrau, J.: Presence is the key to understanding immersive learning. *Immersive Learning Research Network*, S. 185-198, 2019.
- [DZS16] Derksen, M.; Zhang, L.; Schäfer, M.; Schröder, D.; Pfeiffer, T.: Virtuelles Training in der Krankenpflege: Erste Erfahrungen mit Ultra-mobilen Head-Mounted-Displays. *Berichte aus der Informatik. Virtuelle und Erweiterte Realität*, 13. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR. S. 137-144, 2016.
- [Ka19] Kardong-Edgren, S. et al.: Evaluating the usability of a second-generation virtual reality game for refreshing sterile urinary catheterization skills. *Nurse Educator*, 44(3), S. 137-141, 2019, doi: 10.1097/NNE.0000000000000570.
- [KPS16] Kim, J.; Park, J.-H.; Shin, S.: Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis. *BMC Medical Education*, 16, S. 152, 2016, doi: 10.1186/s12909-016-0672-7.
- [LF19] Lindner, S.; Fleischer, N.: Arbeitsmarktsituation im Pflegebereich. *Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt*, Nürnberg, 2019.
- [LK18] Lindwedel-Reime, U.; König, P.: Wahrgenommene Belastungen professionell Pflegenden in der außerklinischen Beatmungspflege. Welchen Einfluss hat die Technik? In (Boll, S. et al., Hrsg.): 1. Clusterkonferenz - Zukunft der Pflege, bis Verlag, Oldenburg S. 142-147, 2018.
- [Lo15] Loke, S.-K.: How do virtual world experiences bring about learning? A critical review of theories. *The Australasian Journal of Educational Technology (AJET)*, 31(1), 2015, doi: 10.14742/ajet.2532.
- [LW12] Lave, J.; Wenger, E.: *Situated Learning*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

- [LZI18] Leung, T.; Zulkernine, F.H.; Isah, H.: The use of virtual reality in enhancing interdisciplinary research and education. *Computing Research Repository (CoRR)*, abs/1809.08585, 2018.
- [MB16] Miller, H.L.; Bugnariu, N.L.: Level of immersion in virtual environments impacts the ability to assess and teach social skills in autism spectrum disorder. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 19(4), S. 246-256, 2016, doi: 10.1089/cyber.2014.0682.
- [MBK20] Mulders, M.; Buchner, J.; Kerres, M.: A framework for the use of immersive virtual reality in learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(24), S. 208, 2020, doi: 10.3991/ijet.v15i24.16615.
- [OPK14] Oliveira, S.N. de; Prado, M.L. do; Kempfer, S.S.: Use of simulations in nursing education: An integrative review. *Revista Mineira de Enfermagem*, 18(2), S. 487-495, doi: 10.5935/1415-2762.20140036
- [PI21a] Plotzky, C. et al.: Virtual reality simulations in nurse education: A systematic mapping review. *Nurse Education Today*, 101, 104868, 2021, doi: 10.1016/j.nedt.2021.104868.
- [PI21b] Plotzky, C. et al.: Virtual reality in healthcare skills training: The effects of presence on acceptance and increase of knowledge. *I-com*, 20(1), S. 73-83, 2021, doi: 10.1515/icom-2021-0008
- [Pr08] Prion, S.: A practical framework for evaluating the impact of clinical simulation experiences in prelicensure nursing education. *Clinical Simulation in Nursing Education*, 4(3), e69-e78, 2008, doi: 10.1016/j.ecns.2008.08.002.
- [SI17] Slater, M.: Implicit learning through embodiment in immersive virtual reality. In (Liu, D. et al., Hrsg.): *Smart Computing and Intelligence, Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education*, Springer, Singapore, S. 19-33, 2017.
- [St18] Statistisches Bundesamt (Destatis): *Pflegestatistik: Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung: Deutschlandergebnisse 2017*, 2018.
- [St21] Stangl, W.: Lernen am Modell - Albert Bandura - Modelllernen. <https://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Modelllernen.shtml> (2021-05-27), Stand: 25.05.2021.
- [SW97] Slater, M.; Wilbur, S.: A Framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), S. 603-616, 1997, doi: 10.1162/pres.1997.6.6.603.
- [WS98] Witmer, B.G.; Singer, M.J.: Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7, no. 3, pp. 225-240, 1998, doi: 10.1162/105474698565686.
- [Wu20] Wu, S.-H. et al.: Effect of virtual reality training to decreases rates of needle stick/sharp injuries in new-coming medical and nursing interns in Taiwan. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 17, S. 1, 2020, doi: 10.3352/jeehp.2020.17.1.