Notfall Rettungsmed
https://doi.org/10.1007/s10049-024-01307-4
Angenommen: 11. Januar 2024

© The Author(s) 2024

Notfallkompetenzen für Medizinstudierende

Ein Konzept zur Vermittlung von klinischer Entscheidungsfindung mittels virtueller Realität

Christoph Noll[1,2,4] · Sina Golon[2] · Kira Kloppenburg[2] · Lara-Sophie Kluwe[2] · Antonia Triefenbach[2] · Marianne Behrends[2,3] · Urs Mücke[2] · Marie Mikuteit[2] · Sandra Steffens[1,2]

[1] Klinik für Rheumatologie und Immunologie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; [2] Studiendekanat, Curriculumsentwicklung und SkillsLAB, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; [3] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; [4] Interdisziplinäres SkillsLAB, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Studierenden fehlt es in der Ausbildung noch an ausreichender Übungszeit zur Bildung von notfallmedizinischen Kompetenzen und klinischer Entscheidungsfindung [3]. Aspekte der Patient:innensicherheit und ökonomische Zwänge in einer Notaufnahme erschweren eine zielgerichtete kompetenzorientierte Lehre.
Fragestellung: Können mittels Virtual Reality (VR), eingebettet in einem Blended-Learning-Konzept, Studierenden der Humanmedizin die notwendigen Kompetenzen für die klinische Entscheidungsfindung in der Notfallmedizin vermittelt werden?
Material und Methoden: In einem Blended-Learning-Konzept mit verpflichtender Online-Vorbereitung und einer Peer-geführten VR-Simulation (Lerneinheit) in einer virtuellen Notaufnahme wurden Studierende in der Erstversorgung einer Notfallpatientin trainiert. Zusammen mit einer real-simulierten strukturierten Übergabe und anschließendem strukturiertem Feedback erfolgte eine Nachbereitung (Reflexion) der Lehrveranstaltung. Die Evaluierung der Lerneinheit erfolgte über einen Fragebogen zu den Punkten Simulation – Realität und Immersion, subjektive Kompetenzerweiterung und Vorbereitung zur Veranstaltung und über eine Befragung zur subjektiven Kompetenzeinschätzung vor und nach der Veranstaltung.
Ergebnisse und Diskussion: Im Rahmen eines curricularen Wahlpflichtangebots wurde unser Konzept im Studienjahr 2022/2023 von 40 % ($n = 120$) der Studierenden des 4. Studienjahrs an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) genutzt. Das entwickelte Konzept ermöglicht es, Medizinstudierenden im 4. Studienjahr kompetenzorientiertes Notfallmanagement für Hochrisikosituationen zu vermitteln. Durch die Nutzung von VR können die Studierenden realistische Notfallszenarien in einer sicheren und kontrollierten Umgebung üben, ohne die Sicherheit der Patient:innen zu gefährden.

Schlüsselwörter
Virtual Reality Simulation · Notfallmedizinische Kompetenzen · Kompetenzorientiertes Notfallmanagement · Virtuelle Notaufnahme · Blended Learning

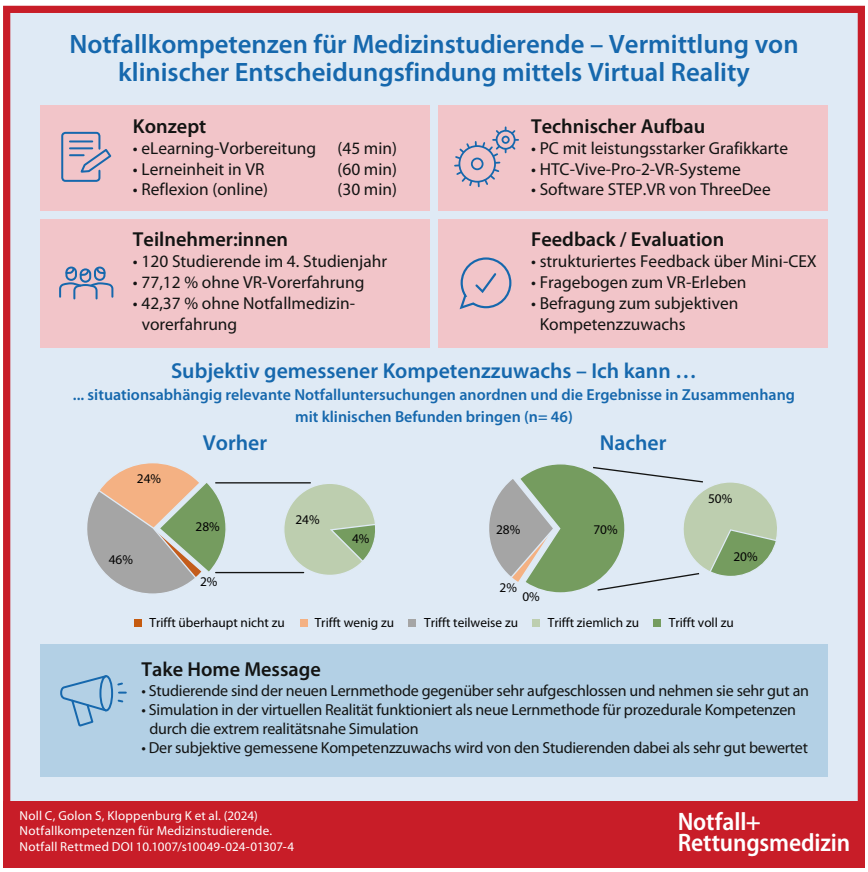
Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Artikels (https://doi.org/10.1007/s10049-024-01307-4) enthält die Auswertung der Fragebogenaussagen.

QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Published online: 05 March 2024

Graphic abstract



Kurze Hinführung zum Thema

Notfallkompetenzen sind für Mediziner:innen in jedem Fachgebiet notwendig. Diese Notfallkompetenzen sollten bereits im Studium erlernt und trainiert werden. Ein Training der Patient:innenbehandlung von Notfallanamnese über strukturiertes Vorgehen nach ABCDE-Schema, diagnostisches Vorgehen und klinische Entscheidungsfindung bis hin zur strukturierten Patient:innenübergabe ist in einer echten Notaufnahme bei eingeschränkter Verfügbarkeit dieser Notfallpatient:innen und Berücksichtigung der Patient:innensicherheit kaum für die Mehrzahl der Studierenden möglich. Simulationstrainings haben einen großen Stellenwert im Training o. g. Fertigkeiten, weil sie orts-, zeit- und patientenunabhängig stattfinden können und einen hohen Grad an Standardisierung erreichen. In diesem Artikel wird ein Blended-Learning-Konzept zu Vermittlung und Training von o. g. Notfallkompetenzen mittels Virtual Reality dargestellt.

Hintergrund und Fragestellung

Aspekte der Patient:innensicherheit und ökonomische Zwänge in einer Notaufnahme erschweren eine zielgerichtete kompetenzorientierte Lehre. Im Medizinstudium hat sich daher, in der Notfallmedizin und Anästhesiologie, seit Jahren das Training im Rahmen von „simulator-based" Simulationen etabliert und wird auch über das Studium hinaus noch zur Weiterbildung und zum Training solcher Hochrisikosituationen genutzt. Obwohl Notfallsimulationen über die Module Notfallmedizin und Anästhesiologie bereits im Curriculum verankert sind, fehlt es den Studierenden noch an ausreichender Übungszeit zur Ausbildung von notfallmedizinischen Kompetenzen [3].

Hier müssen also mehr Angebote geschaffen werden, die Möglichkeiten bieten, realitätsnah diese Kompetenzen zu erwerben und zu üben. Eine kosten- und personalgünstige alternative Methode der realitätsnahen Simulation stellt dabei das Training mittels Virtual Reality (VR) dar. VR ist in den letzten Jahren aus der Gaming-Szene kommend stark weiterentwickelt worden und bietet mittlerweile durch speziell entwickelte Softwarelösungen [1, 13] viele Anwendungsmöglichkeiten im medizinischen Kontext. In einigen Studien wurde bereits gezeigt, dass VR in die curriculare Lehre eingebunden werden kann und neben einem „performance benefit" auch eine hohe Akzeptanz bei den Studierenden und Dozierenden für diese Form der Simulation besteht [5, 9, 10].

In Bezug auf das bisher wenig erforschte Gebiet von notfallmedizinischen Trainings in VR haben Mühling et al. in ihrer Studie gezeigt, dass VR für das Erlernen von prozeduralen Fähigkeiten sinnvoll in das Curriculum eingebunden werden kann [10].

Vor dem Hintergrund dieser Probleme bei der Vermittlung von notfallmedizinischen Kompetenzen und des Lösungsansatzes mittels VR wurde ein Konzept zur Simulation mit der VR-Notaufnahme-Softwarelösung STEP.VR für Medizinstudierende im 4. Studienjahr entwickelt und evaluiert [14].

Diese Publikation beschreibt die Machbarkeit und Wirksamkeit eines Blended-Learning-Ansatzes, der einen verpflichtenden Online-Vorbereitungskurs, eine VR-Präsenzveranstaltung als Einzel-VR-Simulation und eine abschließende online abzugebende Reflexionsaufgabe umfasst (◘ **Abb. 1**).

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Modellstudiengang HannibaL

An der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) existiert seit 2005/2006 der Modellstudiengang HannibaL (Hannoversche integrierte, berufsorientierte und adaptive Lehre).

Im Modellstudiengang HannibaL wird Wert auf Kleingruppenunterricht gelegt, weswegen ein Studienjahr in Quintile unterteilt ist. Die Studierenden durchlaufen im Rotationsverfahren die Quintile mit den dort im Hochschulcurriculum geplanten klinischen Fächern. Diese werden im Rahmen von, in sich abgeschlossenen, Modulen unterrichtet.

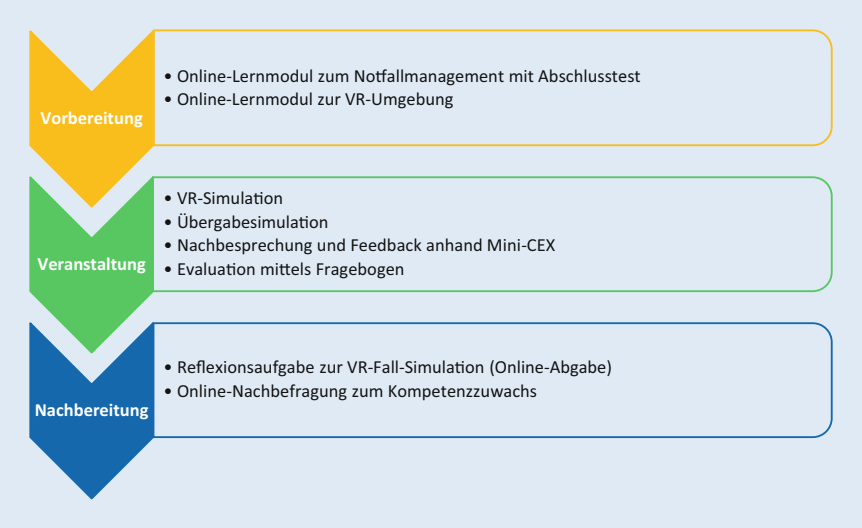


Abb. 1 ▲ 3-stufiger Ablauf der Lehrveranstaltung mit asynchroner Online-Vorbereitung, Präsenzveranstaltung und asynchroner Online-Nachbereitung

Das von uns getestete Konzept fand im 4. Studienjahr im Curriculum des Blockpraktikums „Innere Medizin" statt. Dort müssen Studierende aus einem Angebot von Unterricht am Krankenbett (UaK) Veranstaltungen wählen und unter anderem insgesamt 10 Unterrichtseinheiten (UE) für die Zulassung zur Modulprüfung absolvieren.

Technischer Aufbau VR-System

Die verwendete Hardware umfasst einen leistungsstarken Desktop-PC (Prozessor: Gen Intel (R) Core (TM) i7-12700F, 2,10 GHz, Grafikkarte: NVIDIA GeForce RTX 3060) und die HTC-Vive-Pro-2-VR-Hardware (2 × Basisstation 2.0, zwei Controller sowie das kabelgebundene Vive-Pro-2-Headset). Das Headset ermöglicht dabei eine 5K-Auflösung, breites 120°-Sichtfeld und eine 120 Hz-Bildwiederholrate [6]. Die Spielfläche wird mit den Abmaßen von 3 × 3 Metern auf dem Boden markiert und für eine raumfüllende VR-Umgebung präpariert. Die Sensoren der Basisstationen sind in einer Höhe von 2,5 m an gegenüberliegenden Wänden montiert. Um Probleme mit dem Kabel, wie zum Beispiel Hängenbleiben und Eindrehen der Teilnehmer:innen, während der Szenarien zu minimieren und den betreuenden Tutor:innen mehr Aufmerksamkeit für die Teilnehmer:innen zu ermöglichen, wurde ein Kabelmanagement (Pro-VR-Cable-Management) von Kiwi Design an der Decke (in der Mitte der Spielfläche mit einer 3-fach-Aufhängung und am Rand zum PC mit einer einfachen Aufhängung) montiert. Die Softwarelösung STEP.VR von ThreeDee wurde in der Version 0.12 genutzt, einen Überblick über die Software zeigt ein Video unter https://www.youtube.com/watch?v=TZrVg1zaSX8 oder auf der Seite der Firma ThreeDee [14]. In diesem virtuellen Notaufnahmesetting wird mit dem Fallbeispiel einer biliären Pankreatitis geübt.

Um die hygienische Benutzung sicherzustellen, werden die Headsets und Controller zum einen mechanisch mit feuchten Tüchern gereinigt, zum anderen mittels einer UV-C-Box der Firma Immersive Displays desinfiziert.

Tutor:innenausbildung

Die individuelle Betreuung der Studierenden während der Nutzung der VR-Umgebung übernehmen speziell geschulte studentische Tutor:innen aus dem Team des SkillsLAB. Dabei stehen die technische Betreuung und Hilfestellung der noch unbekannten Hard- und Software im Vordergrund. Die Tutor:innen werden aber ebenso über die medizinischen Inhalte des Falls informiert und eingearbeitet, um in Situationen, in denen die Teilnehmer:innen nicht weiterkommen, den Lernfortschritt zu sichern. Die Tutor:innen werden im Vorfeld per Einweisung (45 min) zum Konzept und den medizinischen Inhalten durch den Autor geschult und erhalten anschließend zudem eine Videoanleitung zum Aufbau des Settings (VR-System und VR-Room-Setup). Die Tutor:innen absolvieren zudem das eLearning-Modul, das auch die teilnehmenden Studierenden als Vorbereitung bearbeiten. Für einen kompletten Durchgang von Aufbau, Durchführung der Lerneinheit und Abbau wird ihnen ein Skript mit dem gesamten Workflow ausgehändigt.

Vorbereitung und Veranstaltung

Blended-Learning-Einheit im Lernmanagementsystem der Universität

Ein Kernstück des Konzepts zum Unterricht am virtuellen Krankenbett (UavK) in der VR-Umgebung ist die gezielte Vorbereitung (◘ **Abb. 1**). Hierzu wurde im Lernmanagementsystem ILIAS ein Lernmodul mit dem Umfang von einer Unterrichtseinheit (UE) gestaltet. Zunächst wurden spezifische Lernziele, wie z. B. „Am Ende des Kurses können Sie situationsabhängig relevante Notfalluntersuchungen anordnen und die Ergebnisse in Zusammenhang mit klinischen Befunden bringen", aufgestellt und anhand dieser die entsprechenden Inhalte zusammengestellt (Lernziele vgl. ◘ **Abb. 2**). Die Lernziele sind in der Beschreibung des Lernmoduls für die Studierenden klar ersichtlich dargestellt.

Als Lernstandkontrolle und zum Nachweis der absolvierten Vorbereitung folgt am Ende des Lernmoduls ein fünf Fragen umfassender Multiple-Choice-Test, der bei Bestehen (Bestehensgrenze 60 %) ein Zertifikat über die komplett abgeschlossene Vorbereitung generiert. Nur mit diesem Zertifikat können die Studierenden an der Veranstaltung teilnehmen.

Weil es für die meisten Studierenden der erste Kontakt zu dieser Software und der Lernmethode mit VR ist, haben wir zusätzlich zur speziellen Vorbereitung noch eine allgemeine Vorbereitung für die VR-Software erstellt. Ebenfalls ist, bei erster VR-Nutzung, ein Lernmodul (VR-Nutzungserlaubnis) zum generellen Umgang mit dem VR-System vorgeschaltet.

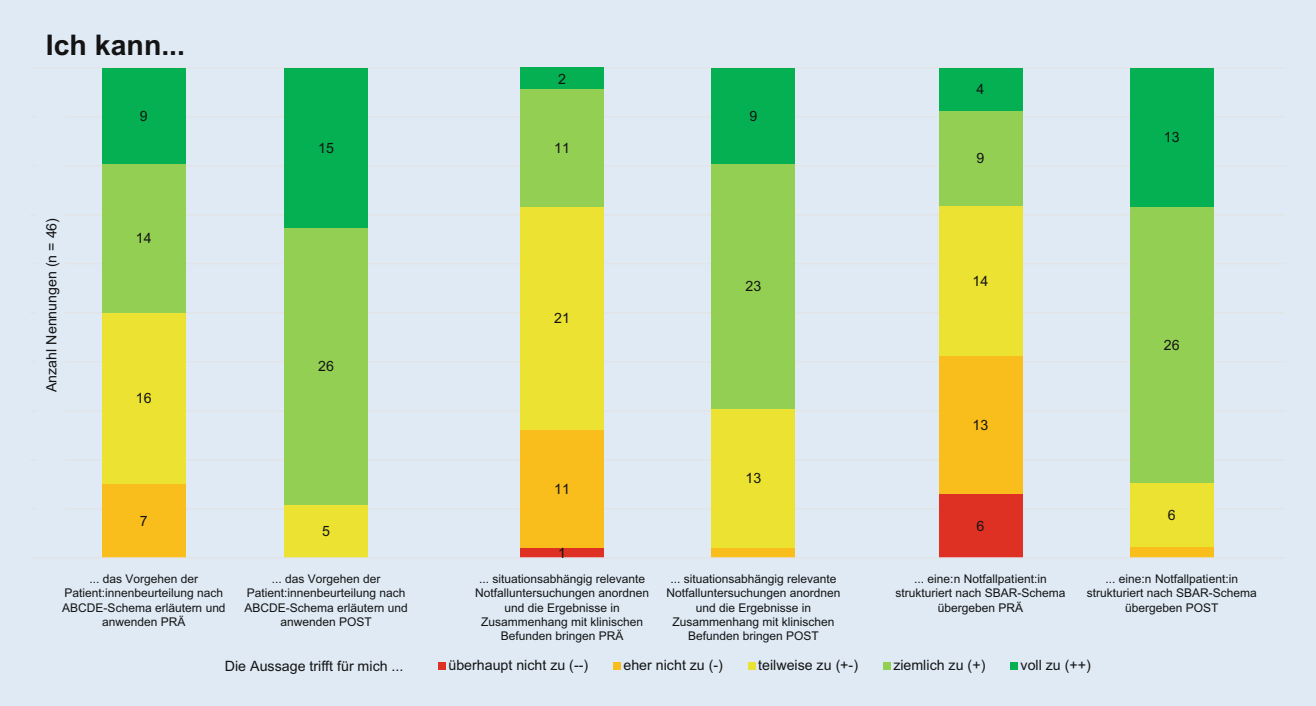


Abb. 2 ▲ Subjektive Kompetenzbeurteilung nach PRÄ und POST getrennt zu den Lernzielen der Veranstaltung. Grundlage war die Befragung mit einer 5-Punkte-Likert-Skala

UavK-Veranstaltung im SkillsLab

Der Ablauf der Veranstaltung verlief standardisiert: Zunächst Kontrolle der Voraussetzungen (Zertifikate) mit anschließender Anpassung der VR-Brille. Die eigentliche Simulationszeit betrug 30–35 min in der VR-Umgebung, in der die Teilnehmer:innen als alleinige Person in der Notaufnahme die Patientin behandelten. Zum Abschluss folgte eine nach dem SBAR-Schema [15] strukturierte real simulierte Übergabesituation an eine weiterbehandelnde Ärzt:in, welche von ärztlichen Mitarbeiter:innen aus dem SkillsLab simuliert wurde (◘ **Abb. 1**).

Feedback über Mini-CEX

Die Sicherung des Lernerfolgs wurde mittels Mini-Clinical-Evaluation-Exercise-Bogen (Mini-CEX) umgesetzt und als schriftliche Rückmeldung den Studierenden im Anschluss an eine mündliche Nachbesprechung ausgehändigt. Im Mini-CEX waren vier Bereiche definiert: „Umgang mit kritisch kranken Patient:innen", „Akutmaßnahmen", „Anamnese und Übergabe" und „Diagnostik und Therapie". Diese Bereiche ergeben sich aus den Lernzielen und gliedern sich in fein granulierte Unterpunkte wie z. B. unter „Umgang mit kritisch kranken Patient:innen" die Aussage „Der/die Student:in geht nach dem ABCDE-Schema vor". Diese Aussagen wurden in den Erfüllungsgraden „Inhalt/Maßnahme vollständig durchgeführt", „Inhalt/Maßnahme fehlt teilweise" oder „Inhalt/Maßnahme fehlt" dokumentiert. Als vierte Möglichkeit konnte noch „Alternative Maßnahme" dokumentiert werden, hier musste dann die entsprechende Aktion handschriftlich vermerkt werden.

Fragebogen zur VR-Einheit

Die Evaluation bestand aus einem Fragebogen mit insgesamt 24 Items zu den Punkten Simulation – Realität und Immersion (9 Items), subjektive Kompetenzerweiterung (7 Items), Vorbereitung zur Veranstaltung (3 Items) und Emotionen während der Simulation (5 Items). Dieser anonyme Fragebogen wurde im Vorfeld durch einen Expert:innenkonsens (eLearning-Expert:innen aus dem SkillsLab und Studierende im Wissenschaftsmodul) zusammengestellt. Neben den 24 Items zur Lernerfahrung wurden epidemiologische Daten zu Geschlecht (weiblich, männlich oder divers), Alter (18–25, 26–30 und > 30), Erfahrung im Bereich Notfallmedizin (keine, aus dem Studium, aus dem Rettungsdienst oder aus dem Pflegebereich), Vorerfahrung im Bereich VR (bisher nicht, schon mal probiert oder nutze ich regelmäßig) und Vorbereitungszeit für den Blended-Learning-Anteil (< 20 min, 20–45 min, > 45 min oder > 60 min) erhoben.

Befragung zum Kompetenzzuwachs

Es wurde die subjektive Kompetenzeinschätzung der Studierenden zu den drei übergeordneten Lernzielen der Veranstaltung abgefragt [12]. Dabei mussten die Studierenden jeweils ihren Kompetenzgrad vor der Veranstaltung und nach der Veranstaltung auf einer 5-Punkte-Likert-Skala angeben. Die Skala differenzierte die Aussagen nach „trifft überhaupt nicht zu", „trifft eher nicht zu", „trifft teilweise zu", „trifft ziemlich zu" und „trifft voll zu". Die Teilnehmer:innen hatten nach Abschluss der Veranstaltung die Möglichkeit, sich für die Teilnahme zu entscheiden. Sie fand im Lernmanagementsystem im Anschluss an die Abgabe der Nachbereitungsaufgabe (Reflexion) zur Veranstaltung statt.

Tab. 1 Demografische Daten der Teilnehmer:innen und Grad der Vorerfahrung zu Notfallmedizin und VR sowie Vorbereitungszeit in Minuten

Parameter	Subgruppe	*n*	Prozent
Geschlecht	Weiblich	44	62,71
	Männlich	74	37,29
	Divers	0	0,00
Alter	18–25	80	67,80
	26–30	32	27,12
	> 30	6	5,08
Vorerfahrung Notfallmedizin	Keine	50	42,37
	A.d. Studium	38	32,20
	A.d. Rettungsdienst	9	7,63
	A.d. Pflegebereich	17	14,41
	A.d. Studium, a.d. Rettungsdienst	2	1,69
	A.d. Studium, a.d. Rettungsdienst, a.d. Pflegebereich	2	1,69
Vorerfahrung VR	Bisher nicht	91	77,12
	Schon mal probiert	25	21,19
	Nutze ich regelmäßig	2	1,69
Vorbereitungszeit	< 20 min	4	3,39
	20–45 min	61	51,69
	45–60 min	39	33,05
	> 60 min	14	11,86

Ergebnisse

Studienpopulation

120 Teilnehmer:innen haben an dieser VR-Intervention teilgenommen, davon haben 118 im Anschluss den Feedback-Fragebogen ausgefüllt. Die Charakteristika sind in **Tab. 1** dargestellt. Die Geschlechter- und Altersverteilung entsprach der Verteilung in der Gesamtkohorte des 4. Studienjahrs an der MHH. 50 Teilnehmer:innen hatten vorher keine Erfahrung mit Notfallmedizin gemacht (42,37 %). 68 Teilnehmer:innen gaben Vorerfahrungen an, davon 38 aus dem Studium (32,20 %), 17 aus dem Pflegebereich (14,41 %), 9 aus dem Rettungsdienst (7,63 %), 4 Studierende gaben Erfahrungen aus mehreren Bereichen an. 91 Teilnehmer:innen hatten vor dieser VR-Einheit keine Vorerfahrungen mit VR gesammelt (77,12 %), 25 Personen hatten es schon mal probiert (21,19 %) und 2 Personen gaben an, VR regelmäßig zu nutzen (1,69 %).

Technischer Aufbau VR-System

Die eingesetzte Hardware funktionierte ohne Probleme, lediglich bei der Software zur VR-Brille mussten gelegentlich Updates zum reibungslosen Ablauf eingespielt werden oder es musste bei selten auftretenden Verbindungsproblemen die Software neu gestartet werden. Nach anfänglichen Problemen mit der Größe der Spielfläche und der virtuellen Welt (Ausrichtung Spielfläche, nicht erreichbare Punkte in der virtuellen Welt, weil außerhalb des Spielbereichs) wurde die Spielfläche auf eine Größe von 3-mal 3 m angepasst, um optimale Ergebnisse erzielen zu können. Das eingeführte Kabelmanagementsystem brachte deutliche Erleichterung hinsichtlich der Betreuung der Teilnehmer:innen während der Simulation. Hierdurch konnten sich die Tutor:innen mehr auf die inhaltlich-praktische Betreuung konzentrieren. Das Hygienekonzept mit UV bzw. Wischdesinfektion ließ sich gut umsetzen und hat innerhalb eines Jahres nicht zur Beeinträchtigung der Materialien geführt.

Vorbereitung und Veranstaltung

Fünf Studierende wurden von der Veranstaltung und Studie ausgeschlossen, weil Sie die Vorbereitung nicht absolviert hatten. 120 Teilnehmer:innen hatten die Vorbereitung abgeschlossen und haben an der Veranstaltung und Studie teilnehmen können. Dabei gab über die Hälfte der Befragten, die an der Evaluation teilnahmen (51,69 %, $n = 61$), eine Vorbereitungszeit von 20 bis 45 min an. Lediglich 3,39 % ($n = 4$) gaben an, weniger als 20 min gebraucht zu haben, dabei war Vorerfahrung in der Notfallmedizin nur bei zwei Teilnehmer:innen gegeben. Ein weiterer Teil gab an, mehr als 45 min, genauer zwischen 45 und 60 min (33,05 %, $n = 39$) und mehr als 60 min (11,86 %, $n = 14$), gebraucht zu haben (vgl. **Tab. 1**). Die bereits in der Vergangenheit didaktisch und Feedback-geschulten Tutor:innen konnten nach Einweisung zum Konzept, der ausführlichen Videoanleitung und dem Skript zum Ablauf sich eigenständig und umfassend auf die Veranstaltung vorbereiten und diese selbstständig durchführen.

Der gesetzte Zeitrahmen von 30 bis 35 min für die Simulation und anschließende Übergabe von 10 bis 15 min mit strukturiertem Feedback konnte durchweg eingehalten werden.

Die Art des strukturierten Feedbacks über Mini-CEX im Anschluss an die Simulation wurde in den Freitextkommentaren der Evaluation, im eLearning-Modul, von den Studierenden durchweg als „sehr hilfreich" angegeben.

Fragebogen zur VR-Einheit

Der freiwillige Fragebogen zur VR-Einheit wurde von 118 der 120 teilnehmenden Studierenden ausgefüllt. Die Studierenden konnten ihre Therapieerfolge durch ihre Maßnahmen direkt wahrnehmen (Mittelwert [MW] 4,11; Standardabweichung [SD] 0,87) und gaben an, durch die VR-Einheit ihre Maßnahmen priorisieren zu können (MW 4,40; SD 0,74). Sie gaben an, dass die VR-Einheit ihren Umgang mit Notfallpatient:innen verbessert hat (MW 4,59; SD 0,86) und dass sie sich nach der Veranstaltung besser auf reale Notfallsituationen vorbereitet fühlen (MW 4,33; SD 0,86). Eine Aufstellung aller Ergebnisse des Fragebogens finden Sie im Online-Zusatzmaterial dieses Artikels.

Aus der Selbsteinschätzung zum Kompetenzzuwachs in der postinterventionellen Befragung ergeben sich die in **Abb. 2** dargestellten Veränderungen. Hier zeigte sich bei allen drei Lernzielen eine subjektive Verbesserung der Kompetenzen im

Vergleich vor (PRÄ) und nach der Veranstaltung (POST).

Diskussion

Das entwickelte innovative Konzept zur Simulation mit der VR-Notaufnahme-Softwarelösung STEP.VR ermöglicht es, Medizinstudierenden im 4. Studienjahr kompetenzorientiertes Notfallmanagement für Hochrisikosituationen zu vermitteln. Durch die Nutzung von VR können die Studierenden realistische Notfallszenarien in einer sicheren und kontrollierten Umgebung üben, ohne die Sicherheit der Patient:innen zu gefährden. In einer Studie mit Kontrollgruppe hat sich gezeigt, dass VR der Simulation mit High-fidelity-Simulatoren nicht unterlegen ist [16].

Unser Forschungsziel bestand darin, die Machbarkeit und Wirksamkeit unseres Blended-Learning-Konzepts mit VR zu untersuchen, das einen verpflichtenden Online-Vorbereitungskurs, eine VR-Präsenzveranstaltung als Einzel-VR-Simulation und eine abschließende online abzugebende Reflexionsaufgabe umfasst. Durch die Kombination von virtuellen, digitalen und persönlichen Lehrmethoden sollten die Lernergebnisse der Studierenden optimiert und ihre Fähigkeit zur Bewältigung komplexer Notfallsituationen verbessert werden. Im Rahmen eines curricularen Wahlpflichtangebots wurde unser Konzept im Studienjahr 2022/2023 von 40 % ($n = 120$) des 4. Studienjahrs an der MHH genutzt.

Die Stichprobengröße in der vorliegenden Arbeit ist ähnlich groß wie in der jüngsten Studie zur gleichen Software [10] und deutlich höher als in anderen vergleichbaren Arbeiten zu VR-basierten Trainings in der Medizin [2, 11]. Die Geschlechterverteilung war mit 62,71 % weiblichen gegenüber 61,7 % in der Gesamtkohorte und 37,29 % männlichen gegenüber 38,3 % in der Gesamtkohorte sehr ähnlich. In diesem Setting zeigte sich nicht das vorher beschriebene Ungleichgewicht der Geschlechter (vermehrt männliche Teilnehmer; [10]). Die Vorerfahrung der Teilnehmer:innen in Bezug auf die VR war ebenfalls sehr gering, dabei gab es in Bezug auf die Geschlechterverteilung aber nur geringe Unterschiede, was die gelegentliche Nutzung von VR in der Vergangenheit angeht. Die Annahme von Mühling et al., dass weibliche Studierende eine größere Skepsis gegenüber der VR-Technologie haben, kann in diesem Projekt nicht bestätigt werden [10].

In unserem Blended-Learning-Konzept haben wir die Studierenden auf die Simulation vorbereitet, sie durch die Simulation begleitet und die Inhalte und durchgeführten Maßnahmen nachbesprochen. Die meisten Teilnehmer:innen gaben an, sowohl durch den speziellen Vorbereitungsteil auf das Szenario als auch durch den allgemeinen Teil auf die Umgebung gut vorbereitet zu sein. Es wurde aber auch in den Freitextkommentaren erwähnt, dass das praktische Erleben der VR-Technik nicht durch ein theoretisches Online-Vorbereitungsmodul ersetzt werden kann. Durch die beiden zusätzlichen Vorbereitungsteile war die Gesamtvorbereitungszeit für die erste VR-Veranstaltung etwas länger als geplant. Bezogen auf den speziellen Vorbereitungsteil für jedes folgende Szenario sollte die geplante Zeit von 45 min (1 UE) zukünftig ausreichend sein, da nur etwa 12 % der Teilnehmer:innen ($n = 14$) länger als 60 min benötigt haben. Der Grund für eine verlängerte Vorbereitungszeit könnten fehlende Vorerfahrungen im Bereich Notfallmedizin oder sprachliche Schwierigkeiten sein. Die Einbindung in ein umfassendes didaktisches Konzept war eine Erkenntnis aus vorangegangenen Studien [10]. Die Nachbearbeitung mittels Online-Reflexion gibt zwar den Studierenden nochmals den notwendigen Anstoß, sich mit dem Thema zu beschäftigen. Dabei bleibt es fraglich, ob die alleinige Abgabe der Reflexionen ohne tutorielle Nachbearbeitung den gewünschten „benefit" erzielt. Diese Reflexion sollte in weiteren Studien hinsichtlich Art, Umfang und Form der Reflexion genauer untersucht werden, um den Erfolg der Simulation langfristig zu sichern.

Obwohl die Teilnehmer:innen angaben, gut auf das Szenario vorbereitet zu sein, fühlte sich über die Hälfte in der Simulation überfordert. Viele Teilnehmer:innen (87,29 %, $n = 103$) berichteten davon, dass aus der realitätsnahen Immersion ein Verantwortungsgefühl für die Patientin entstand, das der fehlenden Übung aus dem Studium für Notfallsituationen gegenüberstand.

Die Auswertung zum subjektiven Kompetenzzuwachs vor und nach der Simulation [12] zeigt trotz dieser gefühlten Überforderung aber sehr deutlich, dass es in Bezug auf die drei Lernziele durch den Einsatz der VR-Simulation zu einer Zunahme der Kompetenzen kommt. Die VR-Simulation führte zu einem Kompetenzzuwachs im Bereich der prozeduralen Fähigkeiten, wie des strukturierten Vorgehens bei Notfallpatient:innen, der Anordnung von relevanten Notfalluntersuchungen und der Interpretation der Ergebnisse sowie der strukturierten Übergabe nach SBAR-Schema. Dies konnte bereits in anderen Studien gezeigt werden [10]. Dies ist am ehesten auf die realistische Darstellung [9] sowie das damit gesteigerte Verantwortlichkeitsgefühl gegenüber der Patientin und die damit stärkere Fokussierung, im Gegensatz zu Simulationen mit Puppen oder der reinen Beobachtung und Begleitung ärztlicher Kolleg:innen in der Notaufnahme, zurückzuführen. Diese gesteigerte Aktivität und Motivation während der Simulation haben sich bereits in anderen Studien als positiver Effekt auf den Lernerfolg gezeigt [10].

Limitationen

Im Rahmen der Studie konnten mit 120 Teilnehmer:innen nur 40 % der Studierenden des 4. Studienjahrs an dieser Simulation teilnehmen. Um dieses Angebot auszuweiten sind mehr VR-Systeme (Hochleistungs-PC, VR-Brille und Software), mehr räumliche Ressourcen und mehr zeitliche Ressourcen bei Studierenden und Tutor:innen bzw. Dozierenden notwendig. Denkbar wäre, die komplette Betreuung durch geschulte Tutor:innen im Peer-Teaching durchzuführen, um die knappe Ressource Ärzt:in zu schonen. Hierbei würde sich der personelle Aufwand deutlich reduzieren. Die Szenarien müssten einmal von ärztlichen Kolleg:innen ausgearbeitet und Tutor:innen dazu geschult werden. Im Zusammenhang mit rein für die VR-Simulation genutzten Räumlichkeiten im Sinne von VR-Laboren wäre eine Skalierbarkeit auf ein gesamtes Studienjahr mit evtl. sogar mehrfacher Teilnahme in verschiedenen Szenarien denkbar.

Dabei wäre aufseiten der Studierenden eine Einbindung von solchen VR-Simulationen in verschiedenen Modulen sinnvoll, um ein kontinuierliches Lernen zu fördern. In Zukunft sollte versucht werden, solche Simulationen interprofessionell anzubieten, um Kompetenzen im Bereich des „team resource management" zu stärken.

Im Hinblick auf die interprofessionelle Zusammenarbeit und mangelnde Übung im Studium einer strukturierten Übergabe haben wir uns entschieden, eine simulierte Übergabesituation in unser Lernkonzept zu integrieren. Wir halten das Training einer strukturierten Übergabe für wichtig im Sinne der Patient:innensicherheit und sehen darin für die Studierenden bereits den ersten Reflexionspunkt ihrer Handlungen. In der aktuellen Softwareversion ist eine virtuelle Übergabe an eine andere Person noch nicht möglich, daher erfolgte die Übergabe real. Hierbei kann es zu einer kognitiven Belastung der Studierenden beim Wechsel aus der virtuellen in die reale Welt kommen. Die Übergabe erfolgte an eine während der Simulation nicht anwesende 3. Person, was einen kurzfristigen zusätzlichen Personalaufwand darstellte. Es ist aber durchaus möglich, diese Übergabe auch durch die anwesenden Tutor:innen einzufordern, wenn diese das nötige medizinische Hintergrundwissen zu dem Fall mitbringen.

Die Rücklaufquote der Befragung zum subjektiven Kompetenzerwerb war gering, weshalb die Aussagekraft eingeschränkt ist. In weiteren Studien sollte auf die Messung des Kompetenzerwerbs fokussiert werden.

Wir postulieren, dass der Aufwand an Ressourcen, wie Personal und Zeit, verglichen mit Simulationen in der realen Welt mit Puppen und Simulationspersonen für das Anwendungsgebiet der prozeduralen Fähigkeiten geringer ist, und es gelingt durch die VR-Software ein hoher Grad an Standardisierung durch das immer gleich ablaufende Szenario. Die einmalige Vorbereitung eines für jeden Durchgang exakt gleich ablaufenden Szenarios minimiert die Notwendigkeit von Vorbereitungen der Instruktoren (insbesondere auch Auf- u. Abbau des Szenarios), die mögliche Durchführung der standardisierten Szenarien durch geschulte studentische Tutor:innen senkt den Aufwand an klinisch tätigem ärztlichem Personal, was in Kombination mit der geringeren Anzahl an notwendigen Personen (bei diesen VR-Szenarien fällt Person zum Steuern des Szenarios weg) einen Kostenvorteil bei den Personalkosten bewirkt. In der Anschaffung sind VR-Systeme kostentechnisch High-fidelity-Simulatoren, wie einem SimMan 3G der Firma Laerdal mit ca. 100.000 €, bei einem Anschaffungspreis von ca. 1400 € für das VR-System und ca. 1500 € für das entsprechende PC-System überlegen. Simulationen immersiver VR-Lernumgebungen sind mit anderen Lehrmethoden, wie z. B. Seminaren mit Simulationspersonen [10], schwer zu vergleichen, aber in der heutigen Zeit in der Ausbildung unbedingt notwendig [7] und effektiv [4, 8].

Schlussfolgerung bzw. „Fazit für die Praxis"

- Studierende sind der neuen Lernmethode gegenüber sehr aufgeschlossen und nehmen sie sehr gut an.
- Simulation in der virtuellen Realität funktioniert als neue Lernmethode für prozedurale Kompetenzen durch die extrem realitätsnahe Simulation.
- Der subjektive gemessene Kompetenzzuwachs wird von den Studierenden dabei als sehr gut bewertet.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Christoph Noll
Interdisziplinäres SkillsLAB, Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover, Deutschland
noll.christoph@mh-hannover.de

Danksagung. Die Studie ist Teil vom Projekt DEDICATE und wurde teilweise gefördert von der Stiftung für Innovative Hochschullehre (FBM2020-EA-2230-01739).

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Noll, S. Golon, K. Kloppenburg, L.-S. Kluwe, A. Triefenbach, M. Behrends, U. Mücke, M. Mikuteit und S. Steffens geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Die Evaluation der Lehrveranstaltung ist durch § 5 des Niedersächsischen Hochschulgesetztes (NHG) geregelt. Die Teilnahme der Studierenden erfolgte anonym, freiwillig und unabhängig von der Lehrveranstaltung.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de.

Literatur

1. Bernardo A (2017) Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training. World Neurosurg 106:1015–1029. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.140
2. Birrenbach T, Zbinden J, Papagiannakis G, Exadaktylos AK, Müller M, Hautz WE, Sauter TC (2021) Effectiveness and Utility of Virtual Reality Simulation as an Educational Tool for Safe Performance of COVID-19 Diagnostics: Prospective, Randomized Pilot Trial. JMIR Serious Games 9(4):e29586. https://doi.org/10.2196/29586
3. Bugaj TJ, Nikendei C, Groener JB, Stiepak J, Huber J, Möltner A, Herzog W, Koechel A (2018) Ready to run the wards?—A descriptive follow-up study assessing future doctors' clinical skills. BMC Med Educ 18(1):257. https://doi.org/10.1186/s12909-018-1370-4
4. Chen FQ, Leng YF, Ge JF, Wang DW, Li C, Chen B, Sun ZL (2020) Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. J Med Internet Res 22(9):e18290. https://doi.org/10.2196/18290
5. Hamad A, Jia B (2022) How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations. Int J Environ Res Public Health 19(18):11278. https://doi.org/10.3390/ijerph191811278
6. HTC Vive Pro2 Technische Daten. https://www.vive.com/de/product/vive-pro2/specs/. Zugegriffen: 18. Dez. 2023
7. Höntzsch S, Katzky U, Bredl K, Kappe F, Krause D (2013) Simulationen und simulierte Welten. Lernen in immersiven Lernumgebungen. In: L3T.

Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien, 2. Aufl. https://doi.org/10.25656/01:8358
8. Kyaw BM, Saxena N, Posadzki P, Vseteckova J, Nikolaou CK, George PP, Divakar U, Masiello I, Kononowicz AA, Zary N, Tudor Car L (2019) Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. J Med Internet Res 21(1):e12959. https://doi.org/10.2196/12959
9. Moll-Khosrawi P, Falb A, Pinnschmidt H, Zöllner C, Issleib M (2022) Virtual reality as a teaching method for resuscitation training in undergraduate first year medical students during COVID-19 pandemic: a randomised controlled trial. BMC Med Educ 22(1):483. https://doi.org/10.1186/s12909-022-03533-1
10. Mühling T, Späth I, Backhaus J et al (2023) Virtual reality in medical emergencies training: benefits, perceived stress, and learning success. Multimed Syst. https://doi.org/10.1007/s00530-023-01102-0
11. Pantelidis P, Chorti A, Papagiouvanni I et al (2018) Virtual and augmented reality in medical education. In: Tsoulfas G (Hrsg) Medical and surgical education—past present and future. InTech, London
12. Schiekirka et al (2013) Estimating learning outcomes from pre and posttest student self assessments: a longitudinal study. Acad Med 88(3):369–375
13. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, Satava RM (2002) Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. Ann Surg 236(4):458–463. https://doi.org/10.1097/00000658-200210000-00008 (discussion 463–4)
14. ThreeDee Gmb H STEP.VR– Die Ärzteschulung der nächsten Generation. https://threedee.de/portfolio/stepvr/. Zugegriffen: 27. Juni 2023
15. von Dossow V, Zwißler B (2016) Empfehlung der DGAI zur strukturierten Patientenübergabe in der perioperativen Phase – Das SBAR-Konzept. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 51(2):136–137. https://doi.org/10.1055/s-0042-101190
16. Zackoff MW, Real FJ, Sahay RD, Fei L, Guiot A, Lehmann C, Tegtmeyer K, Klein M (2020) Impact of an Immersive Virtual Reality Curriculum on Medical Students' Clinical Assessment of Infants With Respiratory Distress. Pediatr Crit Care Med 21(5):477–485. https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002249

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Abstract

Emergency competencies for medical students. A concept for instruction of clinical decision-making using virtual reality

Background: In medical education, students still lack sufficient practice time to develop emergency medical competencies and clinical decision-making skills [3]. Aspects of patient safety and economic constraints in the emergency department complicate targeted competency-based teaching.
Objective: Can the necessary competencies for clinical decision-making in emergency medicine be conveyed to medical students through the use of virtual reality (VR) embedded in a blended learning concept?
Materials and methods: In a blended learning concept consisting of mandatory online preparation and a peer-led VR simulation (learning module) set in a virtual emergency department, students were trained in the initial care of an emergency patient. This was followed by a real-simulated structured handover and subsequent structured feedback session as part of post-training reflection. Evaluation of the learning module was conducted through a questionnaire addressing aspects of simulation-reality and immersion, subjective competency expansion, and preparation for the event. Additionally, subjective competency assessment was measured before and after the event using a survey.
Results and conclusion: As part of a curriculum elective, our concept was used by 40% ($n = 120$) of fourth-year medical students at the Hannover Medical School in the 2022/23 academic year. The developed concept enables fourth-year medical students to acquire competency-based emergency management skills for high-risk situations. Using VR, students can practice realistic emergency scenarios in a safe and controlled environment without jeopardizing patient safety.

Keywords
Virtual reality simulation · Emergency medical skills · Competency-based emergency management · Virtual emergency room · Blended learning