

Nah an der Realität

Dieter Lerner, Thomas Luiz

Die fortschreitende Digitalisierung eröffnet auch dem Pflegebereich völlig neue Wege für das Training und Lernen. Virtual-Reality-Technologien werden dabei künftig eine zunehmend große Rolle spielen. So lässt sich an virtuellen Patienten mittlerweile vieles effektiver erlernen als am realen Patienten, noch dazu ohne diesen durch Fehlverhalten eventuell zu schädigen. Didaktisch sinnvoll eingesetzt, kann die neue Technik eine wertvolle Ergänzung zur nachhaltigen Kompetenzentwicklung sein.



► **Abb. 1** Virtueller Kinderpatient in vSim. (Quelle: Laerdal Medical GmbH)

Die Digitalisierung hat weitreichenden Einfluss auf unseren Alltag und alle Bereiche der Gesellschaft, auch auf das Bildungssystem. Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von Möglichkeiten, digitale Lernformate in der Aus- und Weiterbildung der Gesundheitsfachberufe einzusetzen [1]. Neben den klassischen Medienangeboten wie digitalen

Präsentationstools, Fachdatenbanken, digitalen Texten oder Lernplattformen bieten Technologien zur Herstellung virtueller Realitäten weitere innovative Impulse für das Lehren und das Lernen [2]. Digitales Lernen, so die Einschätzung von Experten, wird zukünftig mobil, personalisiert und virtuell sein [3].

Die Anzahl an Projekten und Publikationen zur Nutzung virtueller Patienten in Bildungsmaßnahmen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen [4]. Damit ist nicht nur die Erwartung einer höheren Lerneffektivität verbunden, sondern auch die einer besseren Lerneffizienz. Beim Lernen mit virtuellen Patienten kann eine Gefährdung von echten Patienten ausgeschlossen werden. Zudem stehen hier Patienten mit schwerwiegenden oder sehr seltenen Erkrankungen uneingeschränkt zur Verfügung [5].

In diesem Beitrag wird eine Typologie von Lernformaten mit virtuellen Patienten (VP-Lernformate) vorgestellt. Mit dieser Typologie können VP-Lernformate hinsichtlich ihres didaktischen Potenzials zur Entwicklung professioneller Kompetenzen eingeschätzt werden. Nach einem Überblick über einige im deutschsprachigen Raum existierende VP-Lernformate schließt der Beitrag mit einer kurzen Darstellung eines VP-Lernformats aus einem aktuellen Forschungsprojekt ab.

Virtuelle Patienten, virtuelle Realitäten und virtuelle Welten

Nach Ellaway et al. sind virtuelle Patienten „*interactive computer simulations of real-life clinical scenarios for the purpose of medical training, education, or assessment*“ [6] („interaktive Computersimulationen realer klinischer Szenarien zu Trainings-, Ausbildungs- und Prüfungszwecken.“ – Übers. d. Autors). Lernende übernehmen dabei die Rolle von Ärzten oder Angehörigen von Gesundheitsfachberufen und führen Anamnesen, Assessments oder klinische und apparative Untersuchungen durch. Neben diagnostischen müssen auch therapeutische Entscheidungen getroffen und – je nach Typ des VP-Lernformats – durchgeführt werden.

Der Bezeichnung virtuelle Realität (Virtual Reality) wurde von Lanier und Biocca Ende der 1980er-Jahre geprägt. Sie versuchten, mit diesem Begriff die damals aktuellen technischen Entwicklungen zur Schaffung computergenerierter 3-D-Umgebungen, die auch als virtuelle Welten (Virtual Worlds) bezeichnet wurden, zu fassen [7]. Bei virtuellen Realitäten handelt es sich um synthetische, interaktive, multisensorische, räumlich-dreidimensionale und navigierbare Umgebungen (Virtual Environments) [8]. Werden diese Umgebungen auf der Basis eines fach- und medienpädagogischen Designs zu Lern- oder Trainingsumgebungen ausgestaltet, spricht man auch von Educational Virtual Environments oder Virtual Learning Environments [9]. Dominiert aufgrund des didaktischen Designs in diesen Umgebungen das simulationsbasierte Lernen, wird auch der Begriff Virtual Simulation Environment verwendet [10].

Bei virtuellen Welten handelt es sich ebenfalls um eine computergenerierte virtuelle Umgebung, in der die Nutzer aber – in Abgrenzung zur virtuellen Realität – als künstliche Personen (Avatare) auch „leben“. In diesen Welten können die Nutzer dauerhaft z. B. miteinander spielen, Handel betreiben, kommunizieren usw. [11]. Diese virtuellen Wel-

ten (z. B. mit Second Life® entwickelt) können ebenfalls zu Lernumgebungen ausgestaltet werden [12].

Eine Typologie des Lernens mit virtuellen Patienten

In der Literatur findet man einige Ansätze, die versuchen, VP-Lernformate zu klassifizieren [13]. Die Klassifikation von Talbot et al. umfasst sieben Typen virtueller Patienten, die sich mit Blick auf ihre technologischen Merkmale, ihre Lernpotenziale und Kompetenzziele unterscheiden [14]. Der nachfolgende Text stellt diese Typen und die damit adressierten Kompetenzen dar [15].

Typ 1: Fallpräsentation (Case Presentation)

Beim Typ 1 handelt es sich um Text-Bild-basierte Falldarstellungen, die in einer Printversion oder als multimediale eLearning-Anwendung aufbereitet wurden. Die interaktive Bearbeitung der Patientenfälle folgt einem linearen Navigationsstyp, d. h. einer vordefinierten Sequenz wichtiger Schritte, die vom Nutzer bearbeitet werden. Das bedeutet auch, dass durch die Interaktionen des Nutzers der Verlauf des Szenarios (z. B. der Patientenzustand) nicht verändert werden kann.

Kompetenzen: Erwerb deklarativen und prozeduralen Wissens.

Typ 2: Interaktives Patientenszenario (Interactive Patient Scenario)

Bei diesem Typ handelt es sich um digitale 2-D-Multimediaanwendungen, in die eine Vielzahl von Medienquellen (Videos, Animationen, Sounds usw.) integriert sind. Einige VP-Lernformate bieten auch die Möglichkeit, den Patientenverlauf durch Interaktionen (z. B. ausgewählte therapeutische Interventionen) zu verändern. Die Fallbearbeitung erfolgt über eine grafische Benutzerschnittstelle (z. B. Eingabefelder, Icons, Menüs, Pointer usw.) am PC (► **Abb. 1**).

Kompetenzen: Klinische Entscheidungsfindung, auch als *Clinical Reasoning* bezeichnet.

Typ 3: Virtueller Patient auf der Basis eines Patientenmodells (Virtual Patient Game)

Dieser Typ ist eine Weiterentwicklung der Typen 1 und 2. Die Falldarstellung wird als nichtlineares Szenario dargestellt, meist in einer niedrig-immersiven oder einer hoch-immersiven virtuellen 3-D-Umgebung (als Virtual Reality oder Virtual World). Mit dem Begriff der Immersion wird das Potenzial eines Mediums bezeichnet, ein Präsenzerleben im medienvermittelten Raum auszulösen. Je mehr Sinneskanäle von einem Medium angesprochen werden, umso eher ist es in der Lage, dieses Präsenzerleben auszulösen. Der virtuelle Patient wird als künstliche Person (Virtual Agent) in der virtuellen Welt dargestellt. Die Reaktionen des virtuellen Patienten werden von einem hinterlegten Patientenmodell gesteuert. Aus technologischer



► **Abb. 2** Virtueller Patient als Virtual Agent. (Quelle: close2real, eine Marke der BlueOcean Perspectives)



► **Abb. 3** Virtual-Reality-Simulator mit haptischen Ein- und Ausgabegeräten. (Quelle: 3D Systems Symbionix, Corner of Golan and Hanegev St., Airport City 70151, Israel)

Sicht wird die virtuelle Welt durch eine Game Engine erzeugt (daher die Bezeichnung *Virtual Patient Game*). Diese erlaubt vielfältige Interaktionsmöglichkeiten (z. B. auch mittels mechanischer Eingabegeräte) und die Integration von Spielelementen. Außerdem besteht die Möglichkeit, den oder die Nutzer in ihrer jeweiligen Rolle (z. B. als Pflegekraft) in der virtuellen Welt als Avatare darzustellen (► **Abb. 2**).

Kompetenzen: Klinische Entscheidungsfindung bezüglich Diagnostik und therapeutischem Vorgehen (Clinical Reasoning, Procedural Reasoning) und Teamtraining bei Mehrbenutzer-Anwendungen.

Typ 4: Hochpräzise Softwaresimulationen (Fidelity Software Simulations)

Hierbei handelt es sich um hochgradig präzise Softwaresimulationen menschlicher Anatomie oder Physiologie mit-

tels einer Physiology Engine. Es werden häufig nur einige Bereiche der menschlichen Anatomie oder Physiologie simuliert wie z. B. bestimmte Organe. Das Vorhandensein einer Game Engine oder eines künstlichen Patienten ist lediglich optional, um z. B. Eigenschaften des Typs 3 zu integrieren. Eine besondere Variante des Typs 4 sind die Virtual-Reality-Simulatoren mit haptischen Ein- und Ausgabegeräten, die z. B. für das chirurgische Skill-Training eingesetzt werden (► **Abb. 3**).

Kompetenzen: Deklaratives und prozedurales Wissen, psychomotorische Fertigkeiten (Procedural or Clinical Skills).

Typ 5: Schauspielpatienten (Human Standardized Patients)

Der Typ 5 wird häufig dadurch generiert, dass Szenarien mit Schauspielpatienten mittels digitalen Aufzeichnungstechnologien (z. B. Video) aufgenommen werden. Die Videoaufnahmen von Schauspielpatienten können dann auch innerhalb der VP-Lernformate vom Typ 2 verwendet werden. Schauspielpatienten werden generell im Simulationstraining häufig eingesetzt.

Kompetenzen: Kommunikative Fähigkeiten (Patient Communication Skills).

Typ 6: Simulationspuppen (High Fidelity Manikins)

High-Fidelity- oder auch Full-Scale-Simulatoren sind technisch hochaufwendige, lebensgroße Simulationspuppen, die einem Patienten nachgebildet sind. Die Physiologie des Menschen wird computergestützt in Echtzeit wiedergegeben und über eine technische Apparatur auf die Puppe übertragen. Es können auch invasive Maßnahmen an diesen Simulationspuppen durchgeführt werden, die seit vielen Jahren als effektive Trainingsmedien eingesetzt werden. Sie werden allerdings sehr selten als virtuelle Patienten bezeichnet.

Kompetenzen: Klinische Entscheidungsfindung bezüglich Diagnostik und therapeutischem Vorgehen, psychomotorische Fertigkeiten und Crisis Resource Management (CRM) im Rahmen von Teamtrainings.

Typ 7: Virtueller Mensch (Virtual Standardized Patient)

Der Virtual Standardized Patient ist ein mit künstlicher Intelligenz ausgestatteter virtueller Patient, der neben den Merkmalen von Typ 3 über Spracherkennung sowie verbale und nonverbale Kommunikationsfähigkeiten verfügt. Andere Bezeichnungen sind z. B. Virtual Human Conversation Agent oder autonomer humanoider Charakter. Mit Blick auf die Trainingsmöglichkeiten und anvisierten Kompetenzkategorien kombiniert er die Potenziale der Typen 3 und 5. Dieses VP-Lernformat findet überwiegend in Forschungs- und Entwicklungsprojekten Verwendung.

Beispiele zu VP-Lernformaten vom Typ 2 und 3

Virtuelle Patienten vom Typ 2 und von niedrig-immersiven Typ-3-Anwendungen

VP-Lernformate mit virtuellen Patienten vom Typ 2 und Typ 3 werden im angloamerikanischen Sprachraum seit vielen Jahren genutzt, auch in der Pflegebildung (z. B. Nightingale Isle entwickelt durch Second Life®, CliniSpace®, vSim for Nursing®). Thematisch umfassen sie eine Vielzahl von Lerninhalten wie z. B. Kommunikation im Team, Schockraummanagement, sichere Medikamentenverabreichung, Pflegeassessment usw. [16]. VP-Lernformate vom Typ 2 und 3 können in unterschiedlichen Lern- oder Trainingsarrangements eingesetzt werden. Formate vom Typ 2 werden häufig im Kontext der didaktisch-methodischen Ansätze des fall- und problem-basierten Lernens eingesetzt. Dabei werden sie auch mit konventionellen Face-to-Face-Unterrichtsformen kombiniert (Blended Learning). Formate vom Typ 3 werden häufig im Rahmen simulationsbasierten Lernens eingesetzt.

► **Tab. 1** gibt einen Überblick über eine Auswahl an VP-Lernformaten aus dem deutschsprachigen Raum. Hier werden sie überwiegend in der Ausbildung von Medizinstudierenden eingesetzt. Bei den Formaten vom Typ 2 handelt es sich um webbasierte Lernplattformen, die aus unterschiedlichen Komponenten bestehen. Eine Playerkomponente dient der 2-D-Darstellung und der interaktiven Behandlung von virtuellen Patienten durch den Nutzer über den PC-Bildschirm. Eine Autorenkomponente ermöglicht die Erstellung von virtuellen Patienten, auch ohne besondere IT-Kenntnisse. Einige Systeme besitzen zudem eine eigenständige Assessmentkomponente, die den Einsatz virtueller Patienten im Rahmen von Prüfungen erlaubt. Die VP-Lernformate sind als Anwendungsprogramme mit einem zentralen Datenbankserver verbunden, auf dem Patientendaten, Medien und Zugriffe auf andere webbasierte Wissensressourcen (z. B. digitale Bibliotheken) hinterlegt sind [5]. Bei den Typ-3-Systemen wird durch eine Game Engine eine virtuelle 3-D-Umgebung generiert. Dabei kann zwischen einer niedrig-immersiven und einer hoch-immersiven Variante unterschieden werden. Für die Nutzung der in ► **Tab. 1** dargestellten VP-Lernformate muss eine Lizenz erworben werden. Einzelne Anwendungen können mittels einer Demo-Version getestet werden.

Virtueller Patient vom Typ 3 in einer hoch-immersiven Simulationsumgebung

Bei den VP-Lernformaten vom Typ 3 handelt es sich immer um eine virtuelle 3-D-Umgebung (Virtual Reality oder Virtual World). Eine solche hoch-immersive, raumfüllende VR-Simulationsumgebung wird im BMBF-Projekt EPIC-SAVE angewandt (BMBF-Förderkennzeichen 01PD15004A; Laufzeit: 01.03.2016 bis 28.02.2019). In diesem Projekt wird eine auf Virtual-Reality-Technologie basieren-

► **Tab. 1** Ausgewählte Beispiele für Typ-2- und Typ-3-Lernumgebungen mit virtuellen Patienten.

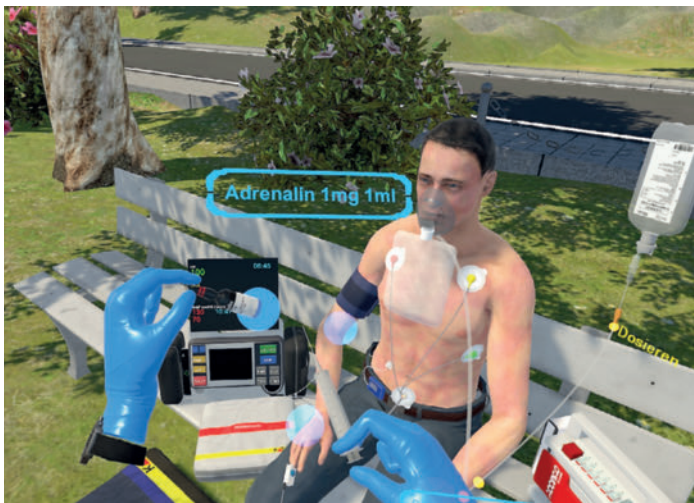
VP-Lernformate	Beschreibung des VP-Lernformats
CASUS www.instruct.eu	Typ 2. Die Fallbearbeitung erfolgt über eine festgelegte Sequenz von Schritten und ist über eine „kartenbasierte“ Variante realisiert.
CAMPUS www.medizinische-fakultaet-hd.uni-heidelberg.de/Virtuelle-Patienten.8253.0.html	Typ 2. Die Fallbearbeitung erfolgt über eine festgelegte Sequenz von Schritten und ist etwas stärker an der Realität orientiert (sogenannte simulative Variante).
INMEDEA www.inmedea-simulator.net/med/scene/entry	Typ 2. Die Fallbearbeitung erfolgt über einen verzweigten Navigationstyp und ist über eine simulative Variante in unterschiedlichen Räumen (2-D-Darstellung) realisiert.
vSim für die Krankenpflege www.laerdal.com/at/learn/self-directed-learning	Englischsprachiges Typ-2-Format für die Pflegeausbildung. Die Fallbearbeitung erfolgt über einen verzweigten Navigationstyp und ist über eine simulative Variante (2-D-Darstellung) realisiert.
Close2real training https://close2real.de/close2real-training	Typ 2. Die Fallbearbeitung erfolgt über einen verzweigten Navigationstyp und ist über eine simulative Variante (2-D-Darstellung) realisiert.
EMERGE www.emerge-game.com	Typ 3 (niedrig-immersiv). Die Fallbearbeitung erfolgt als Avatar in einer mit der Maus navigierbaren, in 3-D dargestellten Notaufnahme.

de Simulationsumgebung für angehende Notfallsanitäter entwickelt, implementiert und erprobt. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt dabei auf der prähospitalen Versorgung eines virtuellen Patienten, der an einer lebensbedrohlichen Krankheit leidet, die nur im Rahmen komplexer Algorithmen behandelt werden kann. Die virtuelle Simulationsumgebung ist als virtuelle Mehrbenutzer-Lernumgebung so entwickelt, dass sie die Aneignung ausgewählter beruflicher Handlungskompetenzen zur rettungsdienstlichen Versorgung von Notfallpatienten im Rahmen der Teamarbeit unterstützt. Die Hardware-Ausstattung besteht für ein Teamtraining mit zwei Auszubildenden aus zwei VR-Brillen (hier: HTC Vive®), vier Bedien-Controllern sowie einem PC mit Display, der zur Steuerung der Simulation und zum Verfolgen des Trainings durch die Ausbilder dient.

Unter Verwendung aktueller VR-Brillen und der Bedien-Controller übernehmen zwei Auszubildende die Rollen von Notfallsanitätern (► **Abb. 4**, ► **Abb. 5**). In der VR-Lernumgebung werden sie mit einem konkreten Notfallszenario konfrontiert, in dem ein künstlich generiertes Patientenmodell (virtueller Patient) z. B. die Symptome einer schweren Anaphylaxie oder einer Hypoglykämie darstellt. Die Auszubildenden bekommen dabei die Aufgabe, eine systematische, leitliniengemäße Diagnostik (z. B. nach dem ABCDE- oder dem SAMPLER-Schema) und eine Therapie vorzunehmen.



► **Abb. 4** Auszubildender beim „Eintauchen“ in die virtuelle Realität.
(Quelle: Fraunhofer IESE, Kaiserslautern)



► **Abb. 5** Der virtuelle Patient innerhalb des virtuellen Notfallszenarios.
(Quelle: TrICAT GmbH, Ulm)

In dieser virtuellen Welt steht den Auszubildenden das gesamte diagnostische (z. B. EKG-Monitor) und therapeutische (z. B. Notfallrucksack, Sauerstoffinhalationsgerät, Defibrillator) Equipment zur Verfügung. Die Auszubildenden agieren über die Bedien-Controller mit den Objekten in der virtuellen Realität. Durch die direkte Übertragung der Positions- und Orientierungsdaten können sie mit ihren virtuellen Händen das medizinische Equipment bedienen oder mit dem virtuellen Patienten interagieren. Der virtuelle Patient selbst kann eine Vielzahl von klinischen Symptomen repräsentieren (z. B. psychomotorische Zustände, Hautveränderungen, Schleimhautschwellungen, Atembewegungen, Mimik usw.).

Solche hoch-immersiven virtuellen Realitäten sind in der Lage, ein Präsenzerleben im medienvermittelten Raum auszulösen. Dieses Präsenzerleben umfasst das Gefühl,

nicht nur in diesem Raum anwesend zu sein, sondern auch in ihm handeln zu können [17]. Dadurch wird die Unmittelbarkeit der Lernerfahrung im Sinne eines erfahrungs-basierten Lernens verstärkt (First Person Experiences). Die verräumlichten Darstellungen mit den vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten in Echtzeit knüpfen unmittelbar an Alltagserfahrungen an und sind so in hohem Maße authentisch und kontextualisiert [9]. Der hohe Realismusgrad (fidelity) der grafischen Darstellung des Patienten, der Aufgabenstellung und der virtuellen Einsatzumgebung erhöht zudem die Wahrscheinlichkeit, dass die Lernerfahrungen auf die reale Umgebung transferiert und hier angewendet werden [18].

Empirische und theoretische Befunde zum Lernen mit virtuellen Patienten vom Typ 2 und 3

Forschungssynthesen zeigen, dass fall- und problembasiertes Lernen mit virtuellen Patienten in Form interaktiver Simulationsszenarien die klinischen Entscheidungskompetenzen bei den Lernenden steigern kann. Cook et al. untersuchten in ihrer Metaanalyse 18 Studien, die zeigten, dass Lernen mit virtuellen Patienten grundsätzlich sehr effektiv ist. In weiteren 21 Studien, die das Lernen mit virtuellen Patienten mit traditionellen Lehr-Lern-Methoden verglichen, zeigte sich eine Gleichwertigkeit oder geringe Überlegenheit des Lernens mit virtuellen Patienten. In anderen elf Studien wurden unterschiedliche VP-Lernformate miteinander verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass das Lernen mit virtuellen Patienten immer dann effektiver ist, wenn ein didaktisches Design mit konkreten Lernzielen, häufigen Feedbackschleifen und Lernhilfen vorliegt [19]. Diese grundlegenden Befunde zeigen sich auch in einer aktuellen Übersichtsarbeit von Maertens et al. [20].

Zusammenfassung und Diskussion

Die Digitalisierung hat einen weitreichenden Einfluss auf das Bildungssystem. Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten im Bereich des technologieunterstützten Lernens, die die Qualität und Attraktivität der Aus-, Fort- und Weiterbildung in den Gesundheitsfachberufen steigern können. Neben den klassischen digitalen Lernformaten wie digitale Präsentationen, fachspezifische Datenbanken, digitale Texte usw. werden in Zukunft Virtual-Reality-Technologien wesentliche innovative Impulse für das Lernen bieten. Das Lernen mit virtuellen Patienten hat sich auch in der empirischen mediendidaktischen Forschung bereits als effektives und effizientes Lernarrangement erwiesen. Die vorliegenden Metaanalysen zeigen aber auch, dass der Lernerfolg dabei nicht nur von der eingesetzten Medientechnologie abhängig ist, sondern auch vom didaktisch-methodischen Arrangement und der curricularen Integration. Werden neue Technologien lediglich als Insellösung oder als Imageinstrument eingesetzt, kann ihr Potenzial zur nachhaltigen Kompetenzentwicklung nicht genutzt werden.

DANKSAGUNG

Das Projekt EPICSAVE (Enhanced Paramedic Vocational Training with Serious Games and Virtual Environments) wird im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB 2)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union gefördert (Laufzeit: 03/2016–02/2019, FKZ 01PD15004A).
Wir danken weiterhin Dr. Stefan Mohr für die kritische Durchsicht und die wertvollen Hinweise.

Autorinnen/Autoren



Dieter Lerner

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IESE in Kaiserslautern, dort am Deutschen Zentrum für Notfallmedizin und Informationstechnologie (DENIT) in Projekten mit bildungswissenschaftlichen Bezügen. Nach Aus- und Weiterbildung in der Gesundheits- und Krankenpflege mehrere Jahre in der klinischen Intensivpflege tätig. Nach Pflegestudium und Studium der Erwachsenen- und Medienbildung auch als Dozent im Bereich der Aus-, Weiter- und Hochschulbildung von Gesundheitsfachberufen tätig.
E-Mail: Dieter.Lerner@iese.fraunhofer.de



Priv.-Doz. Dr. med Thomas Luiz

Projektleiter Medizin am Deutschen Zentrum für Notfallmedizin und Informationstechnologie. Autor zahlreicher Fachpublikationen, Hochschuldozent in der notfallmedizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Literatur

- [1] Tolks D. eLearning in der medizinischen Aus-, Weiter- und Fortbildung. In: Fischer F, Krämer A (Hrsg.). eHealth in Deutschland. Berlin, Heidelberg: SpringerVieweg; 2016, 223–39
- [2] Ballhaus W, Bruns L, Deligios F et al. Digital Trend Outlook 2016. Herausgegeben von der PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (PwC). 2016. Online unter www.cpwissen.de/tl_files/pdf/STUDIEN/PwC_Studie_Virtual_Reality.pdf, letzter Zugriff 08.01.2019
- [3] Grajek S. Higher Education's Top 10 Strategic Technologies for 2017. EDUCAUSE research report. 2017. Online unter www.usit.uio.no/om/it-dir/planer/2017/educause/2017-higher-education-top-10-technologies.pdf, letzter Zugriff 08.01.2019
- [4] Haag M, Fischer M. Technologiegestütztes Lehren und Lernen in der Medizin. In: Kramme R (Hrsg.). Informationsmanagement und Kommunikation in der Medizin. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017, 107–17

- [5] Huwendiek S, Haag M. Der virtuelle Patient im Rahmen der medizinischen Ausbildung. In: Niederlag W, Lemke HU, Lehrach H et al. Der virtuelle Patient. Berlin: de Gruyter; 2014, 207–16
- [6] Ellaway RH, Poulton T, Smothers V et al. Virtual patients come of age. Medical Teacher 2009, 31(8): 683–4
- [7] Lanier J, Biocca F. An inside view of the future of virtual reality. Journal of communication 1992, 42(2): 150–72
- [8] Dörner R, Geiger C, Oppermann L et al. Interaktionen in Virtuellen Welten. In: Dörner R, Broll W, Grimm P et al. Virtual und Augmented Reality (AV/AR). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg; 2013, 157–93
- [9] Mikropoulos TA, Natsis A. Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research. Computers & Education 2011, 56: 769–80
- [10] McGrath JL, Taekman JM, Dev P et al. Using virtual reality simulation environments to assess competence for emergency medicine learners. Academic Emergency Medicine 2018, 25(2): 186–95
- [11] Bell MW Toward a definition of „Virtual Worlds“. Journal of Virtual Worlds Research 2008, 1(1): 1–5
- [12] Ghanbarzadeh R, Ghapanchi AH, Blumenstein M et al. A Decade of Research on the Use of Three-Dimensional Virtual Worlds in Health Care: A Systematic Literature Review. Journal of Medical Internet Research 2014, 16(2): e47, 1–20
- [13] Huwendiek S, de Leng B, Zary N et al. Towards a typology of virtual patients. Medical Teacher 2009, 31: 743–8
- [14] Talbot TB, Sagae K, John B et al. Sorting out the virtual patient: How to exploit artificial intelligence, game technology and sound educational practices to create engaging role-playing simulations. International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations 2012, 4(3): 1–19
- [15] Kononowicz A, Zary N, Edelbring S et al. Virtual patients – what are we talking about? A framework to classify the meaning of the term in healthcare education. BMC Medical Education 2015, 15: 1–11
- [16] Liaw SY, Carpio GAC, Lau Y et al. Multiuser virtual worlds in healthcare education: A systematic review. Nurse Education Today 2018, 65: 136–49
- [17] Schubert TW, Friedmann F, Regenbrecht H. The experience of presence: Factor analytic insights. Presence 2001, 10(3): 266–81
- [18] Champney RK, Carroll M, Surpris G et al. (2015). Conducting training transfer studies in virtual environments. In: Hale KS, Stanney KM (Hrsg.). Handbook of virtual environments. Design, implementation, and applications. New York: CRC Press Taylor & Fancies Group; 2015, 781–95
- [19] Cook DA, Erwin PJ, Triola MM. Computerized virtual patients in health professions education: A systematic review and meta-analysis. Academic Medicine 2010, 85(10): 1589–602
- [20] Maertens H, Madani A, Landry T et al. Systematik review of e-learning for surgical training. British Journal of Surgery 2016, 103(11): 1428–37

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0821-3183>
intensiv 2019; 27: 64–69
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0942-6035