

PAVIN - PädiAtrisches Virtual-reality Notfalltraining

Philipp Müller^A, Hannah Köpper^B

A: Klinik für Allgemeine Kinder- und Jugendmedizin, Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Freiburg; Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

B: Studiendekanat der Medizinischen Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Hintergrund und Problemstellung

Kindernotfälle stellen für alle Teams des Gesundheitssystems eine besondere Herausforderung dar ¹. Die rasche Dynamik unterscheidet sich deutlich von Notfällen bei Erwachsenen, wodurch ein effektives und zielgerichtetes Handeln im Team unerlässlich ist ²⁻⁷. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass kritische Situationen bei Kindern seltene Ereignisse sind. Daher haben unerfahrene pädiatrische Teams nur wenige Gelegenheiten, um Kompetenzen für pädiatrische Notfallsituationen zu erwerben ^{1,4}. Erschwerend kommt hinzu, dass während der Versorgung von pädiatrischen Notfällen keine ideale Lernumgebung besteht und wenig Raum für die Entwicklung effektiver Kommunikation und guter Teamarbeit bleibt.

Bereits im Jahr 1999 berichtet das US-amerikanische *Institute of Medicine* (IOM) in "To Err is Human" von einer hohen Rate vermeidbarer Fehler im Gesundheitssystem, die unter anderem auf dysfunktionale Teamarbeit oder mangelhafte Kommunikation zurückzuführen sind ⁸. Seitdem wurden verschiedene Initiativen ergriffen, um die Teamarbeit in Krankenhäusern zu verbessern. Dabei ist entscheidend, dass bereits Studierende medizinischer Berufe im interprofessionellen Team ausgebildet werden ^{9,10}.

Notfalltrainings und Simulationen bieten die Möglichkeit, kritische Situationen zu üben und Abläufe zu trainieren, wodurch die Effektivität und Teamarbeit in der Akutversorgung verbessert werden kann ¹¹. Realitätsnahe Notfallsimulationen erfordern jedoch erheblichen Personaleinsatz und Ressourcen für Trainingsequipment, wie detailgetreue Notfallpuppen und Verbrauchsmaterialien ^{12,13}. Unter anderem aus diesen Gründen

werden Notfalltrainings und -simulationen in den Curricula der Humanmedizin und Pflege- und Hebammenwissenschaft nur sporadisch bis gar nicht angeboten.

Angesichts des Bedarfs an Notfalltrainings und -simulationen in den Curricula der Humanmedizin, Pflege- und Hebammenwissenschaft ist es dringend erforderlich, alternative und innovative Lehrkonzepte zu entwickeln. Diese sollten realitätsnahe Notfallsituationen abbilden, medizinische Fähigkeiten trainieren, gute Teamarbeit und effektive Kommunikationsstrategien vermitteln und dennoch ohne den hohen Personal- und Ressourcenaufwand auskommen, der für traditionelle Simulationen erforderlich ist¹⁴.

Virtual Reality (VR)-unterstützte Lehrkonzepte werden als wichtige und innovative Komponente in der modernen medizinischen Ausbildung für Notfallsituationen betrachtet¹⁵. Durch virtuell erstellte Szenarien bieten sich wiederholbare und realitätsnahe Übungsmöglichkeiten, die dazu beitragen können, Erfahrungsdefizite unerfahrener Teams in einer sicheren Lernumgebung zu reduzieren¹⁶.

VR-Trainings zeigen ein hohes didaktisches Potential mit einem Mehrwert hinsichtlich der Trainingseffektivität und Förderung von Kompetenzen in der Kommunikation sowie der klinischen Situationsbeurteilung und daraus abgeleiteten Interventionen^{17–19}. Studien haben zudem gezeigt, dass VR-basierte Anwendungen definierten manuellen Lernprozessen nicht unterlegen und konventionellen Anatomiemodellen ebenbürtig sind^{20,21}. Zudem wird durch *Gamification*-Aspekte die Motivation der Studierenden gefördert²².

Eingebettet in *blended learning* Konzepte einer strukturierten Lehrveranstaltung können VR-Trainings eine Alternative zu „klassischen“ Simulationstrainings darstellen und ermöglichen die Umsetzung von definierten Lernzielen.

Das PädiAtrische Virtual-reality Notfalltraining (PAVIN) soll als *blended-learning* Veranstaltung entwickelt werden, um dem Bedarf an strukturierten und interprofessionellen Notfalltrainings zu begegnen und das innovative wie didaktische Potential von VR-Simulationen zu nutzen. Als *blended-learning* Konzept vereint PAVIN Präsenztermine, E-Learnings und VR-Simulationen pädiatrischer Notfälle.

Die vorbereitenden E-Learnings vermitteln fachlich-medizinische Inhalte, darunter anatomische und physiologische Besonderheiten von Kindern in Notfallsituationen, altersabhängige Normwerte und die Bewertung sowie Erkennung eines kritisch kranken Kindes, das ABCDE-Schema und therapeutische Maßnahmen bei spezifischen

pädiatrischen Notfällen. Zudem behandeln die E-learnings Grundlagen zu nicht-technischen Fähigkeiten, Kommunikationstechniken (z.B. Die „closed-loop“ Kommunikation) und Feedbackmethoden (z.B. „Formatives Feedback geben und annehmen“ nach dem Konzept der medizinischen Fakultät Freiburg, Ask-Tell-Ask-Tell oder ALOBA-Modell).

In den VR-Szenarien betreuen die interprofessionellen Tandems spezifische pädiatrische Notfälle wie höhergradige Anaphylaxie, septischen oder hypovolämischen Schock, konvulsiven Status epilepticus, Elektrolyt- und metabolische Entgleisungen oder Hypothermie – die genaue Auswahl der spezifischen Notfälle wird in allen Phasen evaluiert und angepasst.

Das Programm wird in einem interprofessionellen Team aus Student*innen der Humanmedizin und Student*innen der Pflege- und Hebammenwissenschaft oder Auszubildenden der Pflege durchlaufen. Die hohe Reproduzierbarkeit und Objektivierbarkeit der E-Learnings und der VR-Simulationen ermöglicht individuelles und gezieltes Feedback.

Während der Durchführung von PAVIN gibt es mehrere Zeitpunkte für Feedback. Das E-Learning bietet automatisiertes Feedback zu inhaltlichen Fragen oder kurzen virtuellen Simulationen. Die VR-Szenarien ermöglichen objektive Rückmeldung durch zuvor definierte Fehlerpunkte. Nach dem Durchlaufen eines VR-Szenarios erfolgt ein Debriefing durch Lehrende sowie Peer-Feedback. Zu allen Zeitpunkten des Feedbacks wird besonderer Wert auf eine sichere Lernumgebung mit einer konstruktiven und wertschätzenden Fehlerkultur gelegt.

Die in PAVIN enthaltenen E-Learning-Einheiten werden von den Tandempartner*innen konzipiert, umgesetzt und in ein Kurs-Konzept auf der ILIAS-basierten Lehr- und Lernplattform medicAL der Medizinischen Fakultät Freiburg integriert. Weiterhin werden auch die benötigten VR-Szenarien von den Tandempartner*innen konzipiert und programmiert. Um eine möglichst hohe Immersivität zu erreichen, werden die Räumlichkeiten des Zentrums für Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik Freiburg realitätsnah im virtuellen Raum nachgebildet.

PAVIN unterscheidet sich in seiner Idee und Konzeption von bisherigen Lehrprogrammen. Durch die Integration von Präsenztreffen, E-Learnings und VR-Notfalltrainings in den Lehr- und Lernprozess ermöglicht es den Erwerb von Kompetenzen in pädiatrischen Notfallsituationen bei überschaubarem Kosten- und Ressourcenaufwand. Darüber hinaus kann PAVIN nach erfolgreicher Umsetzung

aufgrund der hohen Objektivierbarkeit als teil-digitales Prüfungsformat (im Rahmen von *Objective Structured Clinical Examination* = OSCE) Verwendung finden.

Motivation und (übergeordnete) Ziele

Kindernotfälle sind eine besondere Herausforderung für interprofessionelle Teams der Pädiatrie ¹. Daher ist es entscheidend, dass pädiatrische Teams in kritischen Situationen effektiv zusammenarbeiten, kommunizieren und dafür gut ausgebildet sind. Strukturierte Notfalltrainings bieten eine sichere Lernumgebung, in der diese Fähigkeiten entwickelt werden können. E-Learnings und VR-Simulationen mit ihrem hohen didaktischen Potenzial und individuellem Feedback bieten eine innovative Möglichkeit, um sowohl den Lernerfolg als auch die Umsetzbarkeit des Gelernten zu erhöhen.

Die Arbeit an einem Universitätsklinikum und der zugehörigen medizinischen Fakultät bringt eine besondere Lehrverantwortung mit sich. Die Konzeption, Planung, Entwicklung und Durchführung von Lehrprogrammen sind zeitintensiv und benötigen für eine strukturierte Umsetzung eine Freistellung von klinischen Aufgaben und anderweitigen Projekten der Fakultät.

Als interprofessionelles Team aus dem Digitalisierungsteam und einem klinischen Team der Pädiatrie haben wir durch die Bewerbung als Tandem-Fellowship die Möglichkeit, innovative Lehrkonzepte für die pädiatrische Notfallversorgung in den Studiengängen der Medizin, Hebammen- und Pflegewissenschaft zu etablieren. Beide Tandempartner verfügen über eine große Erfahrung im jeweiligen Fachbereich und der Lehre. Die gemeinsame Förderung als Tandem ermöglicht unserem Team einen mehrdimensionalen Lernprozess, den wir aufgrund unserer Leidenschaft für die Themen Notfallmedizin, Pädiatrie, Digitalisierung und Lehre mit großem Interesse und Vorfreude erwarten.

PAVIN konzentriert sich neben der Förderung von Medienkompetenzen, *future skills* und medizinischer Fertigkeiten besonders auf die im Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM 2.0) beschriebenen übergeordneten Kompetenzen im Bereich Interprofessionalität, Kommunikation und Management sowie deren Teilkompetenzen und Lernziele ²³. Die Universität beschreibt in ihrem 2020 erschienenen Strategiepapier "Digitalisierung in der Lehre an der Universität Freiburg" mehrere Leitsätze, an denen sich PAVIN orientiert ²⁴. Ziel ist es, mit PAVIN die Kompetenzentwicklung zu unterstützen und die Präsenzlehre durch das *blended-learning*

Konzept zu ergänzen. Das digitale Format zielt darauf ab, die Qualität der Lehre zu verbessern, individuell zugeschnittenes Lernen zu ermöglichen, der Heterogenität der Studierenden zu begegnen sowie die Chancengleichheit und den Studienerfolg zu erhöhen ²⁴. Der interprofessionelle Einsatz von PAVIN ermöglicht kooperatives Lernen, vermittelt *future skills* und bereitet Studierende auf das Arbeiten in der digitalen Welt und spätere Anforderungen im Beruf vor. Gemäß dem Motto der Universität Freiburg "Connecting Creative Minds" trägt PAVIN zur Förderung gemeinschaftlicher Arbeit und des sozialen wie kooperativen Lernens bei ²⁴.

Zudem lässt sich die Skepsis gegenüber fortschreitender VR-Technologie durch eine curriculare Einbringung von VR-Konzepten in der medizinischen Lehre reduzieren. Somit kann angehendes medizinisches Fachpersonal die Technologie kennenlernen und zukünftig kompetent im Klinikalltag anwenden ²⁵. Studierende der medizinischen Fakultät werden durch PAVIN mit digitalen, hybriden Lehr- und Lernkonzepten vertraut gemacht, wodurch sie in ihrer Medienkompetenz gefördert und auf eine zukünftige Rolle als Lehrende vorbereitet werden.

Zielgruppe und Reichweite

Das Pädiatrische Virtual-Reality Notfalltraining (PAVIN) richtet sich an Studierende der Humanmedizin im klinischen Studienabschnitt und im praktischen Jahr sowie an Studierende der Pflege- und Hebammenwissenschaft und Pflegekräfte in Ausbildung. Somit wird PAVIN für die Studiengänge der Medizinischen Fakultät Freiburg, der Uniklinik Freiburg sowie der Akademie für Medizinische Berufe in Freiburg angeboten.

Die erste Durchführung soll als Pilotphase im Sommersemester 2025 als klinisches Wahlfach für Studierende der Humanmedizin konzipiert werden und ca. 10 bis 20 Medizinstudent*innen und ca. 10 bis 20 Student*innen der Pflege- und Hebammenwissenschaften einschließen. Nach erfolgreich abgeschlossener Pilotphase wird PAVIN ab dem Wintersemester 2025/2026 Medizinstudierenden des Praktischen Jahres und als freiwilliges Modul im klinischen Blockpraktikum der Pädiatrie sowie Studierenden der Pflege- und Hebammenwissenschaft zur Verfügung stehen. Dabei wird die Anzahl der interprofessionellen Tandems aus 50 - 100 Personen pro Jahr skalierbar sein.

Das blended-learning-Konzept wird darüber hinaus als OER-Ressource über diverse Plattformen angeboten und erzielt für Verbundpartner der Medizinischen-Fakultät in

Baden-Württemberg mindestens eine landesweite Reichweite. Auf internationalen Tagungen und durch wissenschaftliche Publikationen soll das Programm auch international platziert werden.

Erfolgskontrolle und Evaluation

PAVIN wird mit Hilfe des iterativen, vierphasigen PDCA-Zyklus (*Plan-Do-Check-Act*) bzw. Demingkreis nach Walter A. Shewart entwickelt und in allen Phasen der Projektentwicklung evaluiert. Dadurch gelingt ein frühzeitiges Erkennen von Optimierungsbedarf, Risiken, Problemen und damit eine entsprechende Projektsteuerung und Anpassung.

Der initiale Konzeptionsprozess und die Pilotphase werden durch qualitative Befragungen sowie durch regelmäßiges Feedback von Expert*innen unterstützt. Nach seiner Implementierung wird PAVIN durch quantitative Befragungen der Teilnehmenden evaluiert. Die Ergebnisse dienen zur stetigen Qualitätssicherung und zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen.

Implementierung, Verstetigung und Transfer

Die Pilotphase im Sommersemester 2025 wird als klinisches Wahlfach für Humanmedizinstudierende angeboten und interprofessionelle Tandems aus Medizinstudent*innen und Student*innen der Pflege- und Hebammenwissenschaften trainieren. Die Verstetigung von PAVIN gelingt als Modul für Studierende im Praktischen Jahr, als freiwilliges Modul im klinischen Blockpraktikum der Pädiatrie und als Modul für Studierende der Pflege- und Hebammenwissenschaft sowie Auszubildende der Pflege. Weiterhin soll die Verstetigung durch Schulungen von interprofessionellen Tutor*innen gelingen, welche im Sinne eines *peer-to-peer learnings* Simulationstrainings mitgestalten und durchführen können. Die hohe Reproduzier- und Objektivierbarkeit ermöglicht einen späteren Einsatz als teil-digitales Prüfungsformat als *Objective Structured Clinical Examination* (OSCE).

Darüber hinaus bieten das Programm und dessen Elemente wie das E-Learning oder die VR-Notfallsimulationen ein hohes intradisziplinäres Transferpotential in der Pädiatrie zur Neonatologie und Intensivmedizin. Ebenfalls besteht ein hohes interdisziplinäres und interprofessionelles Transferpotential zu weiteren Fachbereichen, die in der medizinischen Versorgung von Kindern involviert sind (Sport- und Physiotherapie, Zahnmedizin, Allgemeinmedizin, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde oder Anästhesie).

Die Antragssteller*innen sind im Rahmen ihrer Lehrtätigkeiten und bestehender Digitalisierungsprojekte interprofessionell und interdisziplinär gut vernetzt. Es besteht ein regelmäßiger Austausch mit den jeweiligen Ansprechpartner*innen der Fachbereiche, sodass ein Transfer von PAVIN nach erfolgreicher Umsetzung erfolgen kann.

Nach seiner Fertigstellung soll PAVIN entsprechend der Digitalisierungsstrategie der Universität Freiburg als *Open Educational Resource* (OER) zur Schaffung einer offenen Lehr-/Lernkultur bereitgestellt werden ²⁴. Geplant ist auch eine Bereitstellung des Programms auf der Lehrmedienplattform MedEdCloud. Die MedEdCloud wird derzeit von den Medizinischen Fakultäten des Landes Baden-Württemberg als Projekt des Kompetenzverbundes "Lehre an den Medizinischen Fakultäten in Baden-Württemberg" entwickelt mit dem Ziel, digitale Lehr- und Lernmaterialien wie zum Beispiel virtuelle Patient*innenfälle, VR-Szenarien und weitere Medien für die Lehre zu teilen. Darüber hinaus soll PAVIN über das Zentrale OER-Repository der Hochschulen in Baden-Württemberg (ZOERR) für eine breite Anzahl Lernender und Lehrender verfügbar gemacht werden.

Vorkenntnisse und Vorarbeiten der Antragssteller*innen

Die Antragsteller*innen Dr. med. Philipp Müller und Hannah Köpper, M.A., bringen ihre jeweilige fachlich-inhaltliche wie auch technische Expertise ein.

Herr Dr. Philipp Müller ist Arzt in Weiterbildung am Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin in Freiburg (ZKJ). Zuvor sammelte er medizinische Erfahrung im Rettungswesen beim Deutschen Roten Kreuz. Im Rahmen der Facharztausbildung war er insgesamt 30 Monate in der pädiatrischen Intensivmedizin (Neonatologie, pädiatrische sowie kinder-kardiologische Intensivstation) tätig. Mehrjährige Lehrerfahrung sammelte Philipp Müller während des Medizinstudiums als studentischer Tutor (Untersuchungskurs, EKG-Kurs und Praktikum für Physiologie) und als Honorar Dozent am Diakonischen Bildungszentrum für Gesundheit und Pflege in Freiburg. Während seiner Tätigkeit als Arzt unterrichtete er an der Hebammenschule in Freiburg und engagierte sich als Lernbegleitung der interprofessionellen Ausbildungsstation "IPANEO" sowie weiteren Lehrprojekten am ZKJ in Freiburg.

Frau Hannah Köpper ist Soziologin (M.A.) und leitet das Digitalisierungsteam der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg. Sie hat mehrjährige Lehrerfahrung und Expertise in den Bereichen Evaluation, Datenerhebung und -auswertung, Feedback,

Kommunikation, Projektmanagement sowie Virtual Reality, E-Learnings und Lernmanagementsystemen (z.B. ILIAS). Als Teamleitung des Digitalisierungsteams an der Medizinischen Fakultät Freiburg ist sie mit Vertreter*innen der Fachbereiche und Studiengänge der Medizinischen Fakultät hervorragend vernetzt. Sie ist zudem Teil baden-württembergweiter Verbundprojekte und Netzwerke ("Digitale Lehre in der Medizin Baden-Württemberg"). Sie ist u.a. durch ihre Mitarbeit im Ausschuss "Digitalisierung - Technologie-unterstütztes Lernen und Lehren" der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung deutschlandweit und auch international vernetzt.

Das Digitalisierungsteam der Medizinischen Fakultät Freiburg hat in der Vergangenheit bereits mehrere VR-Lehrangebote umgesetzt. Hierzu gehören ein VR-Lernlabor in den Räumlichkeiten des Studierendentrainingszentrums, VR-Simulationen zur Durchführung einer Notfallkoniotomie in Kooperation mit der Abteilung für Hals-Nasen-Ohrenkunde sowie ein Projekt "Platzcheck Kinderklinik" zusammen mit der Pflegewissenschaft, welches die Räumlichkeiten der pädiatrischen Intensivstation detailgetreu abbildet.

Literatur

1. Mand N, Stibane T, Sitter H, Maier RF, Leonhardt A. Successful implementation of a rater training program for medical students to evaluate simulated pediatric emergencies. *GMS J Med Educ.* 2023;40(4):Doc47. doi:10.3205/zma001629
2. Mittiga MR, Geis GL, Kerrey BT, Rinderknecht AS. The spectrum and frequency of critical procedures performed in a pediatric emergency department: implications of a provider-level view. *Ann Emerg Med.* 2013;61(3):263-270. doi:10.1016/j.annemergmed.2012.06.021
3. Green SM, Ruben J. Emergency department children are not as sick as adults: implications for critical care skills retention in an exclusively pediatric emergency medicine practice. *J Emerg Med.* 2009;37(4):359-368. doi:10.1016/j.jemermed.2007.05.048
4. Mittiga MR, Frey M, Kerrey BT, et al. The Medical Resuscitation Committee: Interprofessional Program Development to Optimize Care for Critically Ill Medical Patients in an Academic Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* 2021;37(3):167-171. doi:10.1097/PEC.0000000000001742
5. Arshid M, Lo TYM, Reynolds F. Quality of cardio-pulmonary resuscitation (CPR) during paediatric resuscitation training: time to stop the blind leading the blind. *Resuscitation.* 2009;80(5):558-560. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.02.017

6. Pavare J, Grope I, Gardovska D. Prevalence of systemic inflammatory response syndrome (SIRS) in hospitalized children: a point prevalence study. *BMC Pediatr.* 2009;9:25. doi:10.1186/1471-2431-9-25
7. Lewena S, Pennington V, Acworth J, et al. Emergency management of pediatric convulsive status epilepticus: a multicenter study of 542 patients. *Pediatr Emerg Care.* 2009;25(2):83-87. doi:10.1097/PEC.0b013e318196ea6e
8. Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America. To Err is Human: Building a Safer Health System. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000. doi:10.17226/9728
9. Lerner S, Magrane D, Friedman E. Teaching teamwork in medical education. *Mt Sinai J Med N Y.* 2009;76(4):318-329. doi:10.1002/msj.20129
10. Banerjee A, Slagle JM, Mercaldo ND, et al. A simulation-based curriculum to introduce key teamwork principles to entering medical students. *BMC Med Educ.* 2016;16:295. doi:10.1186/s12909-016-0808-9
11. Buljac-Samardzic M, Dekker-van Doorn CM, van Wijngaarden JDH, van Wijk KP. Interventions to improve team effectiveness: A systematic review. *Health Policy.* 2010;94(3):183-195. doi:10.1016/j.healthpol.2009.09.015
12. Tauscher A, Stepan H, Todorow H, Rotzoll D. Interteam PERINAT – interprofessional team collaboration in undergraduate midwifery and medical education in the context of obstetric emergencies: Presentation of simulation scenarios and empirical evaluation results. *GMS J Med Educ.* 2023;40(2):Doc20. doi:10.3205/zma001602
13. Rickenbacher-Frey S, Adam S, Exadaktylos AK, Müller M, Sauter TC, Birrenbach T. Development and evaluation of a virtual reality training for emergency treatment of shortness of breath based on frameworks for serious games. *GMS J Med Educ.* 2023;40(2):Doc16. doi:10.3205/zma001598
14. Leonard M, Graham S, Bonacum D. The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. *Qual Saf Health Care.* 2004;13 Suppl 1(Suppl 1):i85-90. doi:10.1136/qhc.13.suppl_1.i85
15. Munzer BW, Khan MM, Shipman B, Mahajan P. Augmented Reality in Emergency Medicine: A Scoping Review. *J Med Internet Res.* 2019;21(4):e12368. doi:10.2196/12368
16. Heinrichs WL, Youngblood P, Harter PM, Dev P. Simulation for Team Training and Assessment: Case Studies of Online Training with Virtual Worlds. *World J Surg.* 2008;32(2):262. doi:10.1007/s00268-007-9354-2
17. Lee J, Kim H, Kim KH, Jung D, Jowsey T, Webster CS. Effective virtual patient simulators for medical communication training: A systematic review. *Med Educ.* 2020;54(9):786-795. doi:10.1111/medu.14152

18. Lerner D, Mohr S, Schild J, Göring M, Luiz T. An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study. *JMIR Serious Games*. 2020;8(3):e18822. doi:10.2196/18822
19. Zackoff MW, Real FJ, Sahay RD, et al. Impact of an Immersive Virtual Reality Curriculum on Medical Students' Clinical Assessment of Infants With Respiratory Distress*. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;21(5):477. doi:10.1097/PCC.0000000000002249
20. von Schnakenburg P, Heermann S, Kromeier J, Offergeld C. Einsatz von Virtual Reality in der HNO-Lehre: eine Alternative zum konventionellen Anatomiemodell. *HNO*. 2023;71(2):106-113. doi:10.1007/s00106-022-01252-z
21. Heo S, Moon S, Kim M, Park M, Cha WC, Son MH. An Augmented Reality–Based Guide for Mechanical Ventilator Setup: Prospective Randomized Pilot Trial. *JMIR Serious Games*. 2022;10(3):e38433. doi:10.2196/38433
22. Mergen M, Junga A, Risse B, Valkov D, Graf N, Marschall B. Immersive training of clinical decision making with AI driven virtual patients – a new VR platform called medical tr.AI.ning. *GMS J Med Educ*. 2023;40(2):Doc18. doi:10.3205/zma001600
23. Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM). Abrufbar unter: <https://nkml.de>. Abgerufen am 19.04.2024. <https://nkml.de/zend/objective/view/id/10009554/lve/272>
24. Leitbild des Lernens und Lehrens der Universität Freiburg – Informationsportal Lehre. abgerufen am 19.04.2024. <https://uni-freiburg.de/lehre/leitbild-des-lernens-und-lehrens-der-universitaet-freiburg/>, als pdf unter https://uni-freiburg.de/lehre/wp-content/uploads/sites/14/2021/06/Strategie_Digitalisierung_in_der_Lehre_Uni_Freiburg_Dt_En.pdf
25. Walter S, Speidel R, Hann A, et al. Skepticism towards advancing VR technology – student acceptance of VR as a teaching and assessment tool in medicine. *GMS J Med Educ*. 2021;38(6):Doc100. doi:10.3205/zma001496