

## VIRTUELLE REALITÄT IN DER MEDIZINTECHNIK

Andrea Balz, Philipp Urbauer, Mathias Forjan; Fachhochschule Technikum Wien

**Abstract:** Augmentierte und Virtuelle Realität gewinnen immer mehr an Bedeutung und die Anwendungsgebiete steigen stetig. Das Forschungsprojekt MedTech-mR hat sich darauf spezialisiert, medizinische und medizintechnische Prozesse in den Bereichen Ausbildung, Training und Medizinfachplanung im virtuellen Raum abzubilden und als immersives Erlebnis zu gestalten. Dabei können die Nutzer\*innen einen Raum selbst kreieren, Objekte hinzufügen und manipulieren, und sogar komplette Trainingsszenarien nachstellen. Dies soll eine noch höhere Qualität in der Aus- und Weiterbildung von medizinischen Fachkräften unterstützen bzw. eine Kostenreduktion und personalisierbare Einrichtung von medizinisch genutzten Umgebungen ermöglichen.

**Keywords:** Virtuelle Realität, Augmentierte Realität, Simulation, Medizintechnik

## 1 EINLEITUNG

Im Bereich der Medizin und Medizintechnik können (virtuelle) Simulationen helfen, Abläufe und Vorgehensweisen zu erlernen oder zu üben. Anwendung findet dies derzeit

z.B. beim Erlernen von medizinischen Grundlagen bis hin zur Vorbereitung und Begleitung von Operationen [1]. Für das Training von speziellen, komplexen und möglicherweise kritischen Abläufen gibt es jedoch noch großes Entwicklungspotential [2][3]. Hier kommt es auf rasches Handeln, richtige Entscheidungen und effiziente Kommunikation an, um jedes Risiko für den/die Patient\*in so weit wie möglich zu reduzieren. Das setzt vor allem ein profundes Wissen über die medizinischen Abläufe und Notfallmaßnahmen voraus. Zudem müssen für physische Trainingssettings voll ausgestattete Räumlichkeiten zur Verfügung stehen und ein meist kostenintensiver hochfunktionaler Mannequin inklusiver technischer Ausstattung angeschafft oder geliehen werden. Der Mehrwert durch ein virtuelles Training ergibt sich vor allem durch eine Reduktion der benötigten Ressourcen – sowohl finanziell, als auch zeitlich und örtlich.

In der Medizintechnikfachplanung können realistische, „begehbare“ Visualisierungen mit VR und AR genutzt werden, um Neuplanungen oder Bauvorhaben noch vor dem Spatenstich zu „erleben“ und auf individuelle Bedürfnisse der Zielgruppe einzugehen. Expert\*innen für Raumplanung und Architektur erstellen üblicherweise 2D-Pläne und 3D- Modelle der gewünschten Räume oder sogar ganzer Gebäude auf Grundlage verschiedener Metriken. Ein nicht unbedeutender Faktor ist allerdings das mehr oder weniger ausgeprägte räumliche Verständnis und die Vorstellungskraft, wie der mit echter medizinischer Ausrüstung ausgestattete Raum später aussehen und sich vor allem anfühlen wird. Durch die immersive Darstellung des Raumes inklusive aller Gerätschaften, Anschlüsse und bewegbarer Objekte kann diese Hürde überwunden werden und durch direkte Umgestaltung im virtuellen Raum der Plan optimiert werden. Zusätzlich können dadurch Kosten während der Umsetzung gespart und das potentielle Risiko nachträglicher Umbaumaßnahmen minimiert werden [4].

## 2 METHODEN

Das Ziel des Forschungsprojekts MedTech-mR ist, Lösungen für den optimalen Einsatz von Augmented und Virtual Reality auf Basis von realen Test- und Forschungsumgebungen zu entwickeln. Der Fokus liegt dabei einerseits auf Medizintechnikfachplanung, andererseits auf der Umsetzung und Einbettung realistischer Szenarien und Prozessen in der virtuellen Welt als Schulungs-, Trainings-, Entwicklungs- und Testumgebung. Anforderungen zu den Simulationen kommen von Firmenpartnern und Stakeholdern aus dem Gesundheitsbereich. Eine Anforderungsanalyse zu Beginn des Projekts eruierte den Bedarf an virtuellen Lösungen und deren Einsatzmöglichkeiten. Der größte Fokus wurde daraufhin auf

Beitrag im Rahmen des 17. Forschungsforums der österreichischen Fachhochschulen von 17.-18. April 2024 an der IMC Krems.

die medizinische Fachplanung und Trainings- bzw. Prozesssimulation gelegt.

Die Basis für die medizinische Fachplanung in VR stellen die Erstellung eines Raumes und die Befüllung dessen mit medizinischen Geräten und Anschlüssen dar. Die Überführung des entsprechenden Equipments von einer CAD-Zeichnung in ein im VR-Raum nutzbares Objekt benötigt mehrere Phasen der Formatierung, Konvertierung und Adaptierung, die in einer Pipeline zusammengefasst wurden. Zusätzlich wurde nach Bedarf die Option auf Beweglichkeit einzelner Objekte hinzugefügt. Neben der Software ArchiCAD bzw. REVIT wurden für diese Prozesse Blender3D und Unity 3D eingesetzt. Zusätzlich ermöglicht das Oculus Integration Package das Handtracking und das Virtual Reality Toolkit (VRTK) die Interaktion mit Objekten.

Für die Entwicklung der medizinischen Trainingssimulationen wurde der Raum in Unity vorbereitet, mit dem notwendigen medizinischen Equipment ausgestattet und ein\*e Patient\*in hinzugefügt. Abhängig vom medizinischen Szenario liegt der Simulation ein entsprechender Entscheidungsbaum zu Grunde, auf Basis dessen auch Feedback bereitgestellt wird. Für die entwickelten Lösungen wurden wie schon bei der Fachplanung Unity als Entwicklungsumgebung, die entsprechenden Applikationen für Handtracking und Objekt-Interaktion und Pun2 als Networking-Framework genutzt. Zusätzlich wurden das Pulse Physiology Engine zur Simulation der Vitalparameter und Photon Voice 2 als Grundlage für den Voice-Chat herangezogen.

Die Evaluierung der entwickelten Lösungen findet gemeinsam mit den Stakeholdern statt, aus deren Bereich die Anwendungsfälle ausgewählt wurden. Auswertungen erfolgen im weiteren Verlauf des Projektes unter anderem mithilfe von standardisierten Fragebögen und dem System Usability Scale Bewertungssystem.

### **3 RESULTATE**

#### **3.1 MEDIZINISCHE FACHPLANUNG**

Das Herzstück des Fachplanungs-Bereichs des Projekts ist zum derzeitigen Stand die Pipeline zur einfachen Erstellung, Konfiguration und Adaptierung von Simulationsumgebungen. Es können Objekte (z.B. Medizingeräte bestimmter Hersteller) hinzugefügt, bewegt oder gelöscht werden, und somit die komplette Ausstattung nach den individuellen Bedürfnissen zusammengestellt werden. Die Pipeline ermöglicht zum derzeitigen Stand eine Dateneingabe im obj, fbx oder cada-Format, und deren Konvertierung in eine von der VR-Software nutzbare gltf-Datei, die folglich als 3D-Modell in jeden beliebigen VR-Raum eingebettet werden kann. Zusätzlich können weitere Details und technische Eigenschaften z.B. über Pop-ups im Zuge von Tutorials eingeblendet werden – unter anderem kann auch ein steriler Bereich definiert werden (siehe Abb. 1a). Die Erstversion wurde mit Expert\*innen aus der Medizintechnikfachplanung getestet und entsprechend dem Beitrag im Rahmen des 17. Forschungsforums der österreichischen Fachhochschulen von 17.-18. April 2024 an der IMC Krems.

Feedback verbessert und erweitert. Die Einbindung weiterer Dateiformate und eine vereinfachte Auswahl von bereits bestehenden Objekten ist derzeit in Arbeit. Mithilfe der entwickelten Lösungen aus dem Projekt MedTech-mR wurden bereits die OP-Bereiche zweier österreichischer Spitäler erfolgreich geplant.

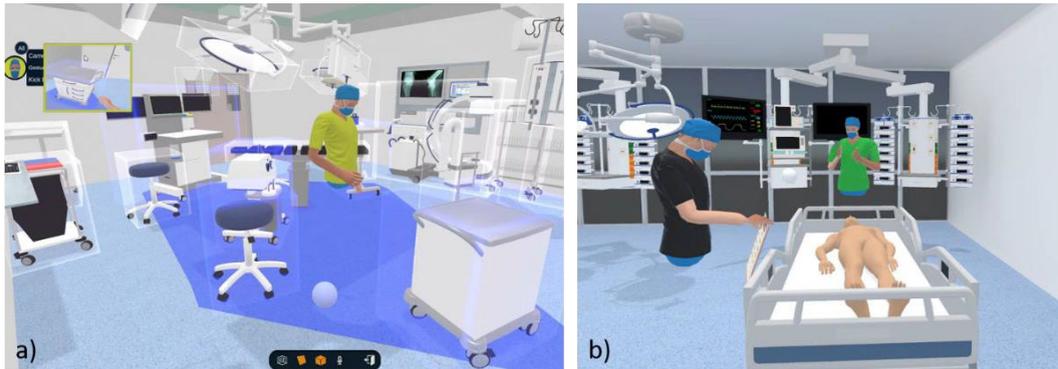


Abbildung 1. a) Beispiel eines in VR geplanten medizinischen Raumes mit individuell gewählter Ausstattung und eingezeichnetem sterilen Bereich (dunkelblau). Objekte mit weißem Rahmen können bewegt werden. Der Ausschnitt links oben zeigt die aktuelle Sicht des Anwenders bzw. der Anwenderin. b) Trainingssimulation des komplexen Atemwegsmanagement-Workflows im Multiplayer-Modus. Die Vitalparameter werden wie im echten Szenario am Monitor angezeigt und können sich je nach Situation des Patienten oder der Patient\*in verändern. Die Teilnehmer\*innen können über die VoiceChat Funktion miteinander kommunizieren.

### 3.2 MEDIZINISCHE PROZESSE UND TRAININGS

Im Bereich der Trainings- und Prozesssimulation wurden unter anderem folgende Workflows in VR nachgestellt:

**Laminar Flow:** In der entwickelten VR-Umgebung können die chemische Arbeitsabläufe, wie z.B. Mediumwechsel, steriles Arbeiten an einer Werkbank, passagieren von Zellkulturen trainiert werden. Diese prozessorientierte Trainingslösung ermöglicht auch die Auswertung und die Errechnung einer Fehlerquote bei den spezifischen Arbeitsschritten.

**EKG-Elektrodenapplikation:** Die Lösung ermöglicht das Üben der korrekten Platzierung von EKG-Elektroden bis zu 12 Kanälen nach den gängigen Systemen (Einthoven, Goldberger und Wilson).

**Vitalparametermonitor:** Die Simulation inkludiert den Klon eines Vitalparametermonitors von Dräger mit allen verfügbaren Hardwareinterfaces und Softwaremenüelementen. Trainiert werden kann unter anderem der Anschluss und die Bedienung des Geräts, das Platzieren von EKG-Elektroden, und die Anbringung von Blutdruckmanschette und Pulsoxymeter.

**Komplexes Atemwegsmanagement:** Diese Applikation ermöglicht das Training der korrekten Umsetzung der einzelnen Entscheidungsmöglichkeiten entsprechend dem zu Grund liegenden Workflow, der Interaktion zwischen den Teilnehmer\*innen im Multiplayer-Modus und dem Feedback zu den einzelnen Handlungen (siehe Abb. 1b). Das Feedback wird einerseits durch Reaktionen

Beitrag im Rahmen des 17. Forschungsforums der österreichischen Fachhochschulen von 17.-18. April 2024 an der IMC Krems.

des/der virtuellen Patient\*in z.B. durch Änderung der der Vitalparameter am Überwachungsmonitor, Blaufärbung der Haut und akustische Signale, andererseits aber auch durch schriftliches Feedback am zweiten Monitor ermöglicht. Zusätzlich gibt es durch die Einbindung einer Moderator\*innenrolle die Option auf weiteres Auslösen von Reaktionen und mündliches Feedback.

#### 4 CONCLUSIO

Virtual Reality (VR)-Systeme werden entwickelt, um den Eindruck zu vermitteln, in einer virtuellen Welt physisch anwesend zu sein, und es ist zu erwarten, dass VR-Ansätze auch in den kommenden Jahren zunehmend bestehende Prozesse mit ihren Möglichkeiten erweitern. Die Entwicklungen des Projekts MedTech-mR haben das Ziel, die zuvor beschriebenen Bedürfnisse des medizinischen Personals zu unterstützen und die Planungsprozesse zu verbessern. Diese Tiefe der Immersion wird ausschließlich durch VR ermöglicht, was durch den derzeitigen Erfolg des Einsatzes im medizinischen Bereich bestätigt wird [1], [5].

Beispiele im Fachplanungsbereich wie z.B. von Han et. al. [6] und Lorenz et. al. [7] zeigen den Bedarf und gleichzeitig das Potential von virtualisierten Arbeitsabläufen. Weitere Ansätze für die Umwandlung von CAD- in VR-Systeme beinhalten jedoch komplexe Vorgänge, die zu einem hohen Aufwand bei gleichzeitig geringer Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an spezifische Situationen führen. Durch die Entwicklungen im Rahmen des Projekts MedTech-mR wurde ein weiterer bedeutender Meilenstein gesetzt, um die Flexibilität und Anwendbarkeit von VR im Planungsbereich zu erweitern.

Im Bereich der Prozess- und Trainingssimulation unterstützt MedTech-mR ebenso eine bedeutende Entwicklung von VR-/AR-Anwendung im medizinischen Bereich. Von einfachen Prozessen bis hin zu komplexen Workflows bieten die Lösungen ein realitätsnahes Setting, das durch ihre einfache Einbindung in den medizinischen Alltag, die Flexibilität und die Ressourcenschonung einen bedeutenden Mehrwert darstellt. Trotz aller Vorteile kann eine Simulation auch mit möglicher zukünftiger Einbindung von haptischen Elementen und Simulatoren ein physisches Training nicht vollständig ersetzen, allerdings als wertvolles Instrument in der Aus- und Weiterbildung dienen.

Alle Simulationen wurden mittels gängigen Gaming-Engines entwickelt und sind auf derzeit verfügbaren VR-Brillen verwendbar. Evaluierungen finden mit ausgewählten Expert\*innen aus dem Gesundheitsbereich statt, wodurch bis zum Projektende qualitative Verbesserungen ermöglicht werden. Sowohl die Entwicklungsprozesse als auch die Lösungen werden in die Lehre an der Fachhochschule Technikum Wien eingebettet, wodurch Studierenden der Kontakt zu realitätsnaher und aktueller Forschung und Entwicklung ermöglicht wird.

Das Projekt MedTech-mR wurde durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG in der Programmlinie COIN (COIN Aufbau 8.

Beitrag im Rahmen des 17. Forschungsforums der österreichischen Fachhochschulen von 17.-18. April 2024 an der IMC Krems.

Ausschreibung "FH-Forschung für die Wirtschaft") mit Mitteln des Bundesministeriums Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) gefördert.

## 5 REFERENZEN

- [1] J. Mazurek *et al.*, „Virtual reality in medicine: A brief overview and future research directions“, *Human Movement*, Vol. 20, Nr. 3, S. 16–22, 2019, DOI: 10.5114/hm.2019.83529.
- [2] S. de Ribaupierre *et al.*, „Healthcare Training Enhancement Through Virtual Reality and Serious Games“, In: *Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare 1. Intelligent Systems Reference Library*, Vol. 68, Springer, Berlin, Heidelberg, 2014, DOI: 10.1007/978-3-642-54816-1\_2.
- [3] E. Dyer, B. J. Swartzlander und M. R. Gugliucci, „Using virtual reality in medical education to teach empathy“, *J Med Libr Assoc*, Vol. 106, Nr. 4, S. 498–500, 2018, DOI: 10.5195/jmla.2018.518.
- [4] N. E. Seymour, „VR to OR: A Review of the Evidence that Virtual Reality Simulation Improves Operating Room Performance“, *World J Surg*, Vol. 32, S. 182–188, 2008, DOI: 10.1007/s00268-007-9307-9.
- [5] N. Horvat, S. Škec, T. Martinec, F. Lukačević, und M. M. Perišić, „Comparing virtual reality and desktop interface for reviewing 3D CAD models“, *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, Vol. 1, Nr. 1, S. 1923–1932, 2019, DOI: 10.1017/dsi.2019.198.
- [6] Y.-S. Han, J. Lee, J. Lee, W. Lee, und K. Lee, „3D CAD data extraction and conversion for application of augmented/virtual reality to the construction of ships and offshore structures“, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 32, Nr. 7, S. 658–668, 2019, DOI: 10.1080/0951192X.2019.1599440.
- [7] M. Lorenz, M. Spranger, T. Riedel, F. Pürzel, V. Wittstock, und P. Klimant, „CAD TO VR – A methodology for the automated conversion of kinematic CAD models to virtual reality“ *Procedia CIRP*, Vol. 41, S. 358–363, 2016, DOI: 10.1016/j.procir.2015.12.115.