

Lernen auf Distanz - Teilhabe vor Ort: Telepräsenzsysteme in der medizinischen Lehre

M.-C. Willemer^{1+*}, J. Mailach¹⁺, D. Pretze², Ingo Röder^{2,3}

1 Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Institut für Didaktik und Lehrforschung in der Medizin, Medizinisches Interprofessionelles Trainingszentrum (MITZ), Dresden, Deutschland

2 Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Institut für Didaktik und Lehrforschung in der Medizin, Dresden, Deutschland

3 Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Institut für Medizinische Informatik und Biometrie (IMB), Dresden, Deutschland

** geteilte Erstautorenschaft*

Abstract

Telepräsenzroboter (TPR) ermöglichen Studierenden eine aktive Teilnahme an der medizinischen Lehre trotz physischer Abwesenheit. Im Vergleich zur reinen Online-Lehre erhöhen sie die soziale Präsenz durch steuerbare Mobilität und Interaktion in Diskussionen und Gruppenarbeiten.

Im Projekt virTUos wurden TPR am Medizinischen Interprofessionellen Trainingszentrum (MITZ) der Medizinischen Fakultät Dresden in Seminaren und Pflichtveranstaltungen eingesetzt. Geschätzt wurden die selbstständige Steuerung sowie der direkte Kontakt zu Lehrenden und Mitstudierenden. Gleichzeitig traten technische Probleme wie instabile WLAN-Verbindungen, eingeschränkte Sichtfelder und Ton-Bild-Verzögerungen auf.

Ergänzend wurde ein Pan-Tilt-Zoom-(PTZ)-Kamerasystem entwickelt, das zwar nicht mobil, aber stabiler und kostengünstiger ist.

Insgesamt fördern Telepräsenzsysteme die Chancengleichheit und eignen sich besonders für praxisnahe Lehrformate. Voraussetzung sind eine zuverlässige Infrastruktur, klare Einweisungen und die aktive Unterstützung durch Lehrende und Studierende. TPR sind damit auch über die medizinische Ausbildung hinaus ein inklusives Instrument.

Telepresence robots (TPR) allow students to participate actively in medical education despite physical absence. Compared to purely online teaching, they enhance social presence by enabling controlled mobility and interaction in discussions and group work.

Within the virTUos project, TPR were used at the Medical Interprofessional Training Center (MITZ) of the Dresden Faculty of Medicine in seminars and compulsory courses. Students valued the independent control and direct interaction with teachers and peers. However, technical issues such as unstable Wi-Fi, limited fields of view, and audio-video delays occurred.

As a complementary solution, a pan-tilt-zoom (PTZ) camera system was developed. Although not mobile, it proved to be more stable and cost-effective.

Overall, telepresence systems support equal opportunities and are particularly suitable for practice-oriented learning. Their effective use depends on reliable infrastructure, clear guidance, and active support from teachers and students. TPR therefore represent an inclusive tool with potential beyond medical education.

*Corresponding author: marie-christin.willemer@tu-dresden.de

1. Hintergrund

Der Besuch von Lehrveranstaltungen ist ein zentraler Bestandteil des Studiums – sowohl für den Erwerb von Fachwissen als auch für den Aufbau sozialer Kontakte. Studierende können jedoch aus verschiedenen Gründen nicht immer physisch präsent sein, z. B. bei akuter oder chronischer Krankheit, Mutterschutz, Kinderbetreuung oder eingeschränkter Mobilität. Längere oder wiederholte Abwesenheiten können den Studienverlauf verzögern. Hochschulen stehen daher vor der Herausforderung, Lernende trotz räumlicher Distanz in den Studienalltag einzubinden und soziale wie akademische Teilhabe zu ermöglichen. Reiner digitaler Fernunterricht erfüllt diese Anforderungen nur teilweise: Er ermöglicht zwar den Zugang zu Inhalten, reduziert jedoch die soziale Präsenz und kann dadurch Lernergebnisse sowie das psychische Wohlbefinden der Studierenden schwächen. Besonders während der Corona-Pandemie zeigte sich diese Problematik deutlich: Fast 80 % der Studierenden gaben an, den persönlichen Austausch mit Kommiliton:innen zu vermissen, und 63 % berichteten über fehlenden Kontakt zu Lehrenden [1]. Einschränkungen des universitären Alltags wirkten sich dabei nicht nur auf fachliche Aspekte, sondern auch auf soziale Identität, psychische Gesundheit und Lebensqualität aus [2].



Abb. 1: Telepräsenzroboter (TPR) im Medizinisch Interprofessionellen Trainingszentrum MITZ.

An dieser Stelle setzen Telepräsenzroboter (TPR) an. Sie stellen eine vielversprechende technologische Weiterentwicklung klassischer Videokonferenzsysteme dar: mobil steuerbare Geräte, ausgestattet mit Webcam, Mikrofon,

Lautsprecher und Bildschirm, die von einer entfernten Person gesteuert werden. So können Studierende trotz physischer Abwesenheit nicht nur Inhalte verfolgen, sondern aktiv und interaktiv am Unterricht teilnehmen [3]. Im Unterschied zu herkömmlichen Systemen ermöglichen TPR eine höhere soziale Präsenz: Durch Mobilität und Sichtbarkeit sind die fernsteuernden Personen stärker in die Lehrsituation eingebunden und können zwar eingeschränkt aber eben doch eigenständig am Geschehen teilnehmen. Dadurch entsteht ein intensiveres Gefühl von „Dabeisein“ und Teilhabe, was insbesondere für längere Abwesenheitsphasen relevant ist. Ein wesentlicher Vorteil liegt in der Eigensteuerung: Studierende können den Roboter selbst im Raum navigieren und entscheiden, wohin sie ihre Aufmerksamkeit richten. Dies fördert Autonomie und Interaktion über die reine Rezeption von Inhalten hinaus. Besonders wertvoll ist die Möglichkeit, sich gezielt in Gesprächsgruppen zu bewegen, Blickkontakt aufzunehmen und am informellen Austausch mit Kommiliton:innen teilzuhaben – Aspekte, die klassische Videokonferenzen kaum abbilden können.

Forschungsarbeiten bestätigen das Potenzial dieser Technologie. Hochschulpersonal und Studierende bewerten den Einsatz überwiegend positiv, insbesondere im Hinblick auf Inklusion, Interaktivität und soziale Präsenz [3, 4]. Positive Erfahrungen mit TPR lassen sich auch in anderen Bildungsbereichen beobachten: So konnten krebskranke Kinder mithilfe dieser Geräte während ihrer Behandlung weiterhin am Unterricht teilnehmen und soziale Isolation vermeiden [5]. Auch chronisch kranken, hausgebundenen Kindern in den USA wurde auf diese Weise eine aktive Teilhabe am Schulleben ermöglicht [6].

Diese Beispiele verdeutlichen, dass TPR einen wertvollen Beitrag leisten können, wenn Teilhabe nicht möglich ist. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des virTUos Projektes am Carus Lehrzentrum (CarL) durch das Medizinische Interprofessionelle Trainingszentrum (MITZ) der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus (MFC) untersucht, inwiefern diese Technologie auch in der Hochschullehre – insbesondere in der medizinischen Ausbildung – eingesetzt werden kann.

2. Projektentwicklung

Relevanz des Herstellers für die Auswahl des TPR

Bei der Auswahl des eingesetzten Robotermodells spielte das Vertrauen in die technische Lösung eine zentrale Rolle. In einer Arbeit von „Hu“ und Kolleg:innen wird betont, dass dies eine Grundvoraussetzung für die Akzeptanz von TPR in der Hochschullehre ist [7]. Es ist besonders relevant, da im Einsatz sensible Daten wie Audio- und Videoübertragungen verarbeitet werden. Die Einhaltung datenschutzrechtlicher Vorgaben war für unsere Institution daher ein zwingendes Kriterium. Konkret bedeutete dies, dass Serverdienstleister der DSGVO unterliegen oder alternativ eine End-to-End-Verschlüsselung aller übertragenen Daten gewährleistet wird. Nur Anbieter, die diese Rahmenbedingungen technisch und organisatorisch sicherstellen können, kamen für den Einsatz infrage.

Modellauswahl und technische Spezifikation

Für den Einsatz entschieden wir uns für den UBBO Expert der Firma „AXYN Robotique“, da er die Datenschutz- und Sicherheitsanforderungen erfüllt und zugleich durch seine technischen Merkmale überzeugt.

Der UBBO Expert als TPR (ca. 1,60 m Höhe, 21 kg Gewicht) ist ausgestattet mit:

- 13,3-Zoll-HD-Touchscreen
- Bewegliche Kamera mit großem Pan-/Tilt-Bereich
- LED-Panel für nonverbale Signale
- Stereo-Lautsprecher und Mikrofon für bidirektionale Interaktion
- Drei Räder (zwei motorisiert), Kurvenfahrten und Drehung auf der Stelle
- Browserbasierte Steuerung (PC, Tablet, Smartphone), keine zusätzliche Software erforderlich
- Geschwindigkeit: bis 1 m/s, Akkulaufzeit ca. 8 h
- Stufen- und Kollisionssensoren
- 4G-fähig für unabhängigen Betrieb von WLAN

Ein enger Kontakt zum Hersteller erwies sich als entscheidend für den erfolgreichen Einsatz.

Technische Probleme konnten schnell vor Ort gelöst und Fragen direkt geklärt werden. Dies erhöhte nicht nur die Verfügbarkeit im Lehrbetrieb, sondern stärkte auch das Vertrauen in die Datensicherheit und Zuverlässigkeit der Lösung.

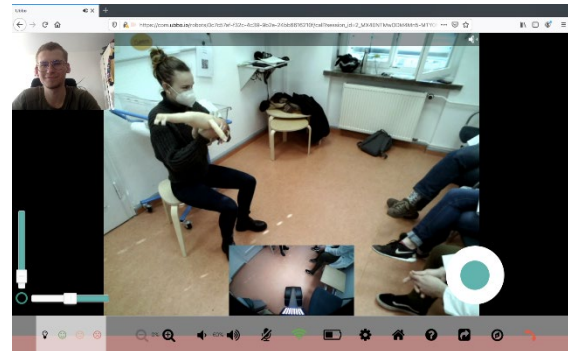


Abb. 2: Bildschirmsicht eines Teilnehmenden

Einbindung in verschiedenen Lernszenarien

Die ersten Einsätze des UBBO Expert erfolgten in Peer-Teaching-Formaten des Rotationstrainings im MITZ, inklusive Praxis- und Kommunikationsstationen. Das Training umfasste ganztägige Abläufe in mehreren Räumen und Etagen, sodass die Studierenden unterschiedliche Lernumgebungen durchliefen. In Kleingruppen von etwa sechs Personen wurde der Roboter gezielt für Studierende eingesetzt, die physisch oder organisatorisch nicht teilnehmen konnten – etwa bei Mobilitätseinschränkungen, Krankheit oder aufgrund von Schwangerschaft bzw. Kinderbetreuung.



Abb. 3: TPR in der praktischen Lehrinheit Transfusion im MITZ.

Darüber hinaus wurde der TPR in Seminaren, Praktika und Pflichtveranstaltungen der Hu-

manmedizin getestet, darunter Anatomie, Physiologie, Virologie, Nuklearmedizin, Strahlentherapie sowie Kommunikationsseminare. In diesen Settings ermöglichte der Roboter den fernsteuernden Studierenden, aktiv an Diskussionen, Gruppenarbeiten und Praxisübungen teilzunehmen, Lerninhalte zu bearbeiten und direkte Rückfragen zu stellen. Auch das spontane Gespräch zwischen Studierenden in Kleingruppen wurde dadurch erleichtert.

Besondere Herausforderungen traten bei größeren Gruppen, Raumwechseln und Etagenübergängen auf, da der Roboter nur ein begrenztes Sichtfeld hat. Ebenso gab es Schwierigkeiten beim Überwinden kleiner Schwellen. Technische Probleme wie Audio-/Videolatenzen, WLAN-Abbrüche oder begrenzte Zoom- und Kameraauflösung wurden beobachtet, konnten jedoch durch gezielte Begleitung, alternative Streaming-Lösungen (z. B. Zoom) und den Einsatz mobiler Datenverbindungen teilweise ausgeglichen werden.



Abb. 4: TPR im Laborpraktikum der Virologie.

Einweisung Teilnehmende, Anwesende und Dozierende beim Einsatz der TPR

Um einen reibungslosen Einsatz des TPR zu gewährleisten, erhielten Teilnehmende vorab eine gezielte Einweisung. Basisinformationen wurden per E-Mail bereitgestellt und umfassten:

- Quick-Start-Guide für Einwahl und Bedienung des TPR
- Technische Voraussetzungen

- Hinweise für eine gute Kommunikationsweise über den TPR
- Termininformationen
- Alternativer Kommunikationsweg bei Ausfall des TPR (z. B. die TU-gehostete Chatplattform Matrix Elements)

Vor Beginn der Lehrveranstaltung fand ein kurzes Einweisungsgespräch statt. Es wurden technische Funktionen getestet, Lautstärke angepasst und die Teilnehmenden mit der Fahr- dynamik des TPR vertraut gemacht.

Auch Anwesende und Lehrpersonen wurden über den Einsatz des TPR informiert. Besonderes Augenmerk lag auf Raum- und Etagenwechseln, da dies häufig Probleme verursacht: Das eingeschränkte Sichtfeld des Roboters erschwert die Orientierung, und beim Wechsel von WLAN-Access-Points oder bei Nutzung des Fahrstuhls kann die Verbindung unterbrochen werden. Anwesende wurden geschult, den TPR aktiv zu unterstützen, z. B. durch Kollisionen vermeiden oder Fahrstuhlnutzung erleichtern. Gleichzeitig wurden Kommunikation, Hilfsbereitschaft und Inklusion thematisiert. Die Tutor:innen erhielten zusätzliche Hinweise zur Einbindung des TPR in den Unterricht, insbesondere zur Aufgabenverteilung und aktiven Einbindung in Diskussionen.

Intensive Betreuung und Beobachtungsprotokolle

Während der Pilotphase war eine individuelle Betreuung jeder teilnehmenden Person erforderlich, da verlässliche Daten zur technischen Zuverlässigkeit fehlten. Im Rahmen dieser Phase wurden systematische Beobachtungsprotokolle geführt. Wichtige Erkenntnisse waren unter anderem:

- Die LED-Anzeige des TPR wurde nur selten genutzt.
- Der TPR zeigt Schwierigkeiten beim Überwinden von Schwellen.
- Die durch Latenz bedingte eingeschränkte Reaktionszeit begrenzt die Interaktion in Lehrszenarien mit schnellen Frage-/Antwort-Rhythmen.
- Studierende positionieren den TPR gezielt, um Tutor:innen und relevante Points of Interest optimal sichtbar zu halten.
- Häufige Rückfragen zur Übertragungsqualität wurden beobachtet.

PTZ-System als Ergänzung

Auf Grundlage der Beobachtungen wurde ein alternatives System entwickelt, das auf einer PTZ-Kamera (Pan-Tilt-Zoom) basiert. Zusammen mit einem Windows-Laptop, der Video-Konferenzsoftware „Zoom“, einem kompakten Konferenzaudiosystem und zwei Powerbanks fungiert das System als mobiles Videokonferenzsetup. Auf einem rollbaren Tisch montiert, bleibt das System ortsflexibel, während die autonome Fahrfunktion zugunsten technischer Stabilität entfällt. Die fernsteuerbare Achsenausrichtung wird für Teilnehmende über das „Zoom“-Feature „far-end Camera Control“ nutzbar.



Abb. 5: Aufbau eines PTZ-Systems auf einen mobilen Tisch.

Das PTZ-System verwendet kostengünstige Standardkomponenten, die flexibel austauschbar oder erweiterbar sind. Es lässt sich leicht an unterschiedliche Lehr- und Raumkonfigurationen anpassen. Die herstellerunabhängige Konstruktion in Hard- und Software erleichtert Weiterentwicklungen und vermeidet Abhängigkeiten von einzelnen Anbietern.

3. Evaluationsergebnisse

Evaluation der TPR-Nutzung

In allen beteiligten Gruppen – Studierende, Dozierende und Teilnehmende externer Veranstaltungen – wurde die Nutzung des TPR evaluiert. Die Teilnahme wurde überwiegend positiv bewertet: Rund 79 % der Teilnehmenden schätzten die Möglichkeit als „gut“ bis „sehr gut“ ein. Hauptgründe für die Nutzung waren

Krankheit, Quarantäne/Isolation, räumliche Distanz oder Betreuungsverpflichtungen. Die Bedienung des TPR wurde als intuitiv empfunden; kurze Testläufe oder Einweisungen vorab wurden als hilfreich bewertet.

Technische Probleme traten in etwa einem Drittel der Fälle auf, insbesondere WLAN-Abbrüche, Tonprobleme (Hall, Echo, Motorgeräusche), Bildqualitätsmängel und Steuerungsverzögerungen. Diese konnten meist durch Neustart oder unterstützende Interventionen durch Lehrende/Technikteam behoben werden. Anwesende berichteten, dass die Kommunikation überwiegend gut funktionierte, besonders in kleinen Gruppen oder ruhigen Gesprächssituationen. Herausforderungen traten bei simultanem Sprechen mehrerer Personen auf. Barrieren, wie kleine Schwellen oder Stufen, wurden durch eigens hergestellte Rampen aus LEGO® überwunden, die individuell an die Höhe der jeweiligen Stufen angepasst wurden.

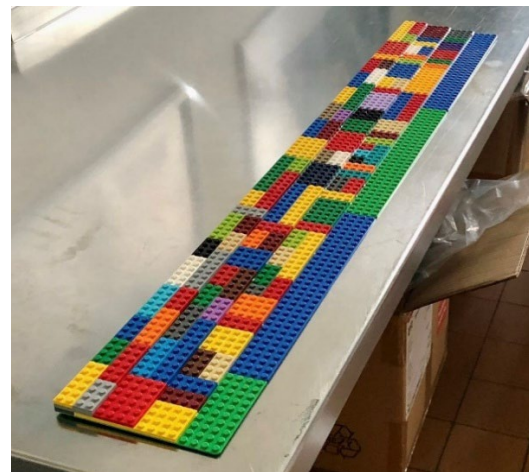


Abb. 6: LEGO® Rampe zur Überwindung von Schwellen.

Der Einsatz des TPR ermöglichte Studierenden trotz physischer Abwesenheit, aktiv an Diskussionen, Gruppenarbeiten und Übungen teilzunehmen, Lerninhalte zu bearbeiten und direkte Rückfragen zu stellen. Verbesserungsvorschläge bezogen sich auf Ton-/Videoqualität, (optischem) Kamerazoom, stabilere WLAN-Verbindungen, sensiblere Steuerung und kurze Testfahrten vor der Veranstaltung.

Vor- und Nachteile der eingesetzten Systeme

Im Rahmen der Evaluation wurden die Eigenschaften der TPR-/PTZ-Systeme im Vergleich

betrachtet. Dabei zeigten sich unterschiedliche Stärken und Schwächen, die für die Wahl des geeigneten Systems in Lehrveranstaltungen berücksichtigt werden sollten. Die Tabelle 1 im Anhang gibt eine kompakte Übersicht der wichtigsten Vor- und Nachteile beider Systeme.

Handouts für TPR/PTZ in OER

Im Rahmen der Pilotphase wurden Handlungsanweisungen für den Einsatz der Systeme erstellt. Diese umfassen schrittweise Anleitungen zur Vorbereitung, Einrichtung, Bedienung/Betreuung der Systeme, einschließlich Hinweise zur technischen Konfiguration und Nutzung von Mobilverbindungen. Die Materialien sind praxisorientiert aufgebaut, um Lehrende und Studierende bei der Anwendung zu unterstützen. Sämtliche Anleitungen stehen auf der OER-Plattform Twillo zur Verfügung und können frei abgerufen, heruntergeladen und für die eigene Lehre adaptiert werden.



Abb. 7: QR-Code zur Twillo Sammlung Telepräsenz.

Austausch mit der Veterinärmedizin Leipzig

Im Rahmen der Dissemination fand ein interdisziplinärer Austausch mit der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig statt.



Abb. 8: TPR in der Veterinärmedizin Leipzig.

Der TPR wurde in der Schlachthalle, Wurstmanufaktur und in Seminarräumen eingesetzt. Studierende bewerteten die Teilnahme per TPR überwiegend positiv; Bild- und Tonqualität wurden als gut eingeschätzt, die Kommunikation war weitgehend gleichwertig zu Präsenzsituationen. Einschränkungen traten insbesondere bei der Navigation und beim Umgang mit hygienischen Anforderungen auf.

Konferenzbeiträge

Die Erfahrungen wurden systematisch dokumentiert, veröffentlicht und über Fachnetzwerke disseminiert. In der Publikation „Praktische Lehre wird digital – nehmen wir alle mit?“ [10] wird gezeigt, dass Telepräsenz nicht nur digitale Lehrformate ermöglicht, sondern auch gezielt Chancengleichheit und Teilhabe fördert. Die Ergebnisse wurden in mehreren Vorträgen, Posterbeiträgen und auf e-teaching.org vorgestellt, was einen interdisziplinären Austausch und die praktische Umsetzung in unterschiedlichen Fachbereichen ermöglichte.

Die Ergebnisse wurden zudem in mehreren nationalen und internationalen Vorträgen präsentiert. Dazu gehören „Lessons Learned 2021“ [11], die Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) 2022 [12] sowie die Mensch und Computer-Konferenz 2024 unter dem Titel „TelePräsenz in der medizinischen Lehre – Vom Weg der Teilhabe Benachteiligter zum Benefit für alle“. Ein Posterbeitrag auf der 64. Arbeitstagung des Arbeitsgebiets „Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz“ der DVG 2024 behandelte den Einsatz von TPR speziell im veterinärmedizinischen Kontext und zeigte die praktische Umsetzung und Evaluation auf.

Darüber hinaus wurden die Erkenntnisse auf der Plattform e-teaching.org unter dem Titel „Hybride Lehrkonzepte mit Telepräsenzrobotern“ veröffentlicht [13]. Im Rahmen des „Netzwerktreffens Digitale Inklusion“ fand ein interdisziplinärer Austausch statt, bei dem die Teilhabe in der Lehre verschiedener Fachbereiche durch Telepräsenzsysteme diskutiert wurde. Durch diese Vielzahl an Formaten konnte nicht nur die wissenschaftliche Diskussion gefördert, sondern auch der direkte Praxisbezug gestärkt werden: Lehrende erhielten Einblicke in

Einsatzmöglichkeiten, technische Voraussetzungen und didaktische Integration, Studierende profitierten von verbesserten Zugängen zur Lehre.

4. Diskussion

Die Evaluation des Einsatzes von TPR in der medizinischen Lehre zeigt ein differenziertes Bild: Einerseits bestätigen die Erfahrungen das große Potenzial der Technologie, andererseits werden deutliche technische und organisatorische Herausforderungen sichtbar.

Limitationen der Evaluation

Unsere Evaluation ist nicht frei von Einschränkungen: Die Stichprobe war begrenzt, die Teilnahme freiwillig, und die Rückmeldungen könnten durch positive Erwartungshaltungen zu der innovativen Technik beeinflusst sein. Zudem wurden Langzeiteffekte und die Nachhaltigkeit des Einsatzes nur indirekt erfasst.

Bewährtes und weniger Bewährtes beim Einsatz des TPR-Systems

Der Einsatz des TPR-Systems zeigte sowohl deutliche Vorteile als auch einige Herausforderungen. Besonders positiv hervorzuheben ist die Teilnehmenden-Zufriedenheit: Studierende, die den TPR nutzten, bewerteten ihre Erfahrungen zu 100 % positiv, und 57,1 % empfanden die Nutzung zudem als Erleichterung. Auch das Gefühl von Involviertheit konnte trotz physischer Trennung erfolgreich vermittelt werden, da die Nutzerenden berichteten, aktiv in das Geschehen eingebunden gewesen zu sein. Ein weiterer Erfolgsfaktor war die didaktische Integration: Die gezielte Schulung und Einbettung der Technik in die Lehrprozesse erwies sich als entscheidend für den Lernerfolg.

Weniger überzeugend waren einige technische und organisatorische Aspekte. Über 75 % der TPR-Nutzenden und 83 % der physisch Anwesenden berichteten von technischen Problemen, wie eingeschränkter Tonqualität, Verbindungsabbrüchen oder Bedienungsschwierigkeiten. Zudem fiel die Akzeptanz bei den Anwesenden eher zurückhaltend aus. Sie empfanden die Technik als störend. Schließlich zeigte sich beim PTZ-System, dass es trotz ein-

geschränkter Mobilität aufgrund der hervorragenden Bild- und Tonqualität eine sehr gute Alternative zu einem mobilen TPR darstellt, insbesondere für Lehrsituationen, in denen Mobilität weniger entscheidend ist.

Vergleich mit der Literatur

Unsere Beobachtungen stimmen weitgehend mit der bestehenden Literatur überein. Wie von Ahumada-Newhart und Olson (2019) [6] berichten, traten auch bei ihnen technische Probleme auf, darunter instabile WLAN-Verbindungen, Verbindungsabbrüche, sowie Schwierigkeiten bei Navigation, Steuerung und Interaktion. Teilnehmende und Lehrpersonen mussten teilweise unterstützend eingreifen. Zudem bestätigen unsere Evaluationsergebnisse die Aussagen von Trittin & Blumenthal (2024) [8]: TPR erhöhen die soziale Präsenz, ermöglichen die Teilhabe räumlich eingeschränkter Studierender und fördern Interaktionen im Vergleich zu Videokonferenzen, bleiben jedoch hinter dem Präsenzunterricht zurück. Entscheidend für einen erfolgreichen Einsatz sind stabile Technik, die aktive Einbindung der Remote-Teilnehmenden und didaktische Maßnahmen wie klare Zielsetzungen und hybride Gruppenarbeit.

Die Einweisung und Vorbereitung der Lehrenden und Studierenden erweist sich als kritische Schnittstelle zwischen Potenzial und praktischer Umsetzung. Leoste et al. (2022) [9] zeigen, dass TPR zwar überwiegend positiv hinsichtlich sozialer Präsenz, Inklusion und Interaktivität bewertet werden, zugleich aber Hürden wie hohe Kosten, technische Probleme und fehlende Erfahrung bestehen. Gezielte Schulungen, Investitionen in Infrastruktur und weitere Forschung sind notwendig, um das Potenzial von TPR im Hochschulkontext vollständig auszuschöpfen.

5. Fazit

Der Einsatz von TPR ermöglicht Studierenden trotz physischer Abwesenheit ein aktives Erleben der medizinischen Ausbildung. Dieses Prinzip hybrider Teilhabe kann auf viele andere Studiengänge übertragen werden, insbesondere dort, wo praktische Übungen oder Gruppenarbeit im Vordergrund stehen. Ein

weiterer zentraler Aspekt ist der Do-it-Yourself-Ansatz mit frei wählbarer Software: Die Verwendung und Weiterentwicklung frei zugänglicher Systeme, wie beispielsweise des PTZ-Systems über Zoom, erlaubt auch kleineren Institutionen die Einführung hybrider Lehrformate, ohne dass hohe Investitionen in proprietäre Systeme erforderlich sind. Schließlich zeigt das Projekt eine klare Transferfähigkeit in andere Fächer: Erste Erfahrungen mit Telepräsenzsystemen im Maschinenbau verdeutlichen, dass das Konzept weit über die Medizin hinaus relevant ist und sich beispielsweise für Labore, Praktika oder praxisnahe Prüfungen adaptieren lässt.

Besonders hervorzuheben ist, dass die Teilhabebereitschaft der Dozierenden und Studierenden bereits einen wesentlichen Anteil am Gelingen solcher Projekte hat und eine große Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung hybrider Lehrformate besitzt. Insgesamt belegen die Erfahrungen, dass Telepräsenzsysteme ein nachhaltiges, inklusives und praxisnahes Instrument darstellen, das die Chancengleichheit in der medizinischen Ausbildung erhöhen und innovative Lehrformate wirkungsvoll unterstützen kann.

Schlussfolgerung: Die Technik alleine schafft noch keine Teilhabe – entscheidend sind didaktische Konzepte, technische Unterstützung und der bewusste Umgang mit hybrider Anwesenheit.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt unserer ehemaligen Mitarbeiterin Anne Röhle, die mit ihrem Engagement, ihrer Expertise und ihren wertvollen geistigen Beiträgen maßgeblich zum Erfolg des Projektes beigetragen hat. Ebenso danken wir herzlich Gustavo Barrios Berlioz für seine wertvolle Unterstützung.

Literatur

- [1] Lörz M, Marczuk A, Zimmer L, Multrus F, Buchholz S. Studieren unter Corona - Bedingungen: Studierende bewerten das erste Digitalsemester; 2020. DOI: 10.34878/2020.05.dzhw_brief
- [2] Traus A, Höffken K, Thomas S, Mangold K, Schröer W. Stu.di.Co. – Studieren digital in Zeiten von Corona; 2020. DOI: 10.18442/150

- [3] Wolff F, Möller J. Telepräsenzroboter in der Hochschullehre: Befunde einer Längsschnittstudie sprechen für hohe Akzeptanz. *die hochschullehre* 2021; 7. DOI: 10.3278/HSL2118W
- [4] Leoste J, Kikkas K, Tammemäe K, Rebane M, Laugasson E, Hakk K. Telepresence Robots in Higher Education – The Current State of Research. In: Lepuschitz W, Merdan M, Koppensteiner G, Balogh R, Obržálek D, editors. *Robotics in Education*. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 124–34 (Lecture Notes in Networks and Systems). DOI: 10.1007/978-3-031-12848-6_12
- [5] Weibel M, Nielsen MKF, Topperzer MK, Hammer NM, Møller SW, Schmiegelow K et al. Back to school with telepresence robot technology: A qualitative pilot study about how telepresence robots help school-aged children and adolescents with cancer to remain socially and academically connected with their school classes during treatment. *Nurs Open* 2020; 7(4):988–97. DOI: 10.1002/nop2.471
- [6] Ahumada-Newhart V, Olson JS. Going to School on a Robot: Robot and User Interface Design Features That Matter. *ACM Trans Comput Hum Interact* 2019; 26(4). DOI: 10.1145/3325210
- [7] Hu J, Reyes Cruz G, Fischer J, Maior HA. Telepresence Robots for Remote Participation in Higher Education. In: *Proceedings of the 3rd Annual Meeting of the Symposium on Human-Computer Interaction for Work*. New York, NY, USA: ACM; 2024. p. 1–14. DOI: 10.1145/3663384.3663394
- [8] Trittin R, Blumenthal S. Zum Nutzen von Telepräsenzrobotern in der Lehramtsausbildung [12MB]. *k:ON - Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung* 2024; 8. DOI: 10.18716/ojs/kON/2024.14
- [9] Leoste J, Virkus S, Talisainen A, Tammemäe K, Kangur K, Petriashvili I. Higher education personnel's perceptions about telepresence robots. *Front Robot AI* 2022; 9:976836. DOI: 10.3389/frobt.2022.976836
- [10] Röhle A. Praktische Lehre wird digital – nehmen wir alle mit?: Implementierung und Weiterentwicklung der digitalen Lehre im Medizinischen Interprofessionellen Trainingszentrum (MITZ) unter dem Aspekt der Chancengleichheit. *Chancengleichheit - Perspektiven für die Hochschule* 2022; Band 1. Available from: URL: <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-829635> [cited 2025 Sep 23].
- [11] Röhle A, Bibrack E. Digitale und hybride Lehre in der medizinischen Ausbildung am Beispiel des Medizinischen Interprofessionellen Trainingszentrums MITZ Impulse und Entwicklungspotentiale. *LL* 2022; 2(1). DOI: 10.25369/ll.v2i1.45
- [12] Willemer M-C, Röhle A. MITZ macht's möglich: Teilhabe an der praktischen Lehre durch Einsatz von Telepräsenzrobotern im Medizinischen Interprofessionellen Trainingszentrum (MITZ) [German Medical Science GMS Publishing House]. *Gemeinsame Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und des Arbeitskreises zur Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ)* 2022. DOI: 10.3205/22gma049
- [13] Odenbach S, Wermann C, Willemer M-C, Röhle A, Mailach J. Hybride Lehrkonzepte mit Telepräsenzrobotern. (Aus der Praxis). Available from: URL:

<https://www.e-teaching.org/praxis/erfahrungsberichte/hybride-lehrkonzepte-mit-telepraesenzrobotern> [cited 2025 Sep 23].

Anhang

Tabelle 1 Vergleich des TPR und PTZ-System anhand verschiedener Kriterien

Kriterium	Telepräsenzroboter (Modell: Ubbo von Axyn Robotique)	PTZ-System
Mobilität	Autonom, Studierende können sich selbst im Raum bewegen; eingeschränkte Navigation bei Hindernissen	Keine autonome Bewegung; mobil nur über Rollwagen
Interaktion	Hoher Grad an Interaktion und informellem Austausch	Eingeschränkte Interaktion Hoher Grad an informellen Austausch
Bedienung	Intuitiv, oft „one-click“; kurze Einweisung	Einrichtung nötig, aktive Konfiguration erforderlich
Technische Stabilität	Abhängig von WLAN, Audio-/Video-Latenzen möglich	Technisch stabil, weniger Verbindungsprobleme
Audio-/Bildqualität	Gut für detaillierte Darstellungen zu ungenau	Sehr gut sehr gut für detaillierte Darstellung
Flexibilität /Anpassung	keine eigenen Anpassungen möglich, da geschlossenes System	Modular, herstellerunabhängig, leicht erweiterbar
Betreuungsaufwand	Hoch (Einweisung, technische Unterstützung)	Geringer
Datenschutz	Europäische Server, konform	konform, Softwareabhängig (anpassbar an individuelle Datenschutzerfordernisse)
Kosten	Höher, spezialisiertes System	Günstiger, Standardhardware nutzbar, individuell nach Budget konfigurierbar
Praxisübungen	Eingeschränkt vergleichbar mit Präsenz	Nicht mobil, daher eingeschränkte direkte Übungsteilnahme
Besondere Features	All-in-One Software, inkl. Steuerung, Multiuser eingeschränkt	Fernsteuerbare Kamera („far-end control“), individuell austauschbare Komponenten