



Universitätsklinikum  
Hamburg-Eppendorf

Antrag auf Förderung durch die UKE-Stiftung

**Proof of Concept:**

**Intraoperative Erweiterung der VISION-3D-Plattform mittels Mixed Reality (MR):  
Visualisierung patientenindividueller 3D-Modelle im OP.**



Antragsteller:

Dr. med. Adrian Sagebiel

Assistenzarzt

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie

Neues Klinikum (O10)

Martinistraße 52

20246 Hamburg

[a.sagebiel@uke.de](mailto:a.sagebiel@uke.de)

Mitantragsteller:innen

PD Dr. med. Anna Duprée

PD Dr. med. Tarik Ghadban

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieses Proof-of-Concept-Projekts soll die am UKE etablierte, KI-gestützte Plattform zur patientenindividuellen 3D-Rekonstruktion und VR-Planung (VISION-3D) um eine intraoperative Komponente erweitert werden. Ziel ist die Erprobung einer Mixed-Reality-basierten (MR) Visualisierung von anatomischen Strukturen direkt im Operationssaal mithilfe der Magic Leap 2. Die 3D-Modelle sollen dabei auf die reale Patient:innenanatomie projiziert werden, um eine verbesserte Orientierung und Umsetzung geplanter Resektionsstrategien zu ermöglichen. Die Evaluation erfolgt exemplarisch in der Leberchirurgie. Das Projekt basiert auf einer vollständig eigenentwickelten, lokal betriebenen Infrastruktur und soll die Grundlage für eine übertragbare XR-Lösung in der digitalen Chirurgie schaffen.

## **Stand der Forschung**

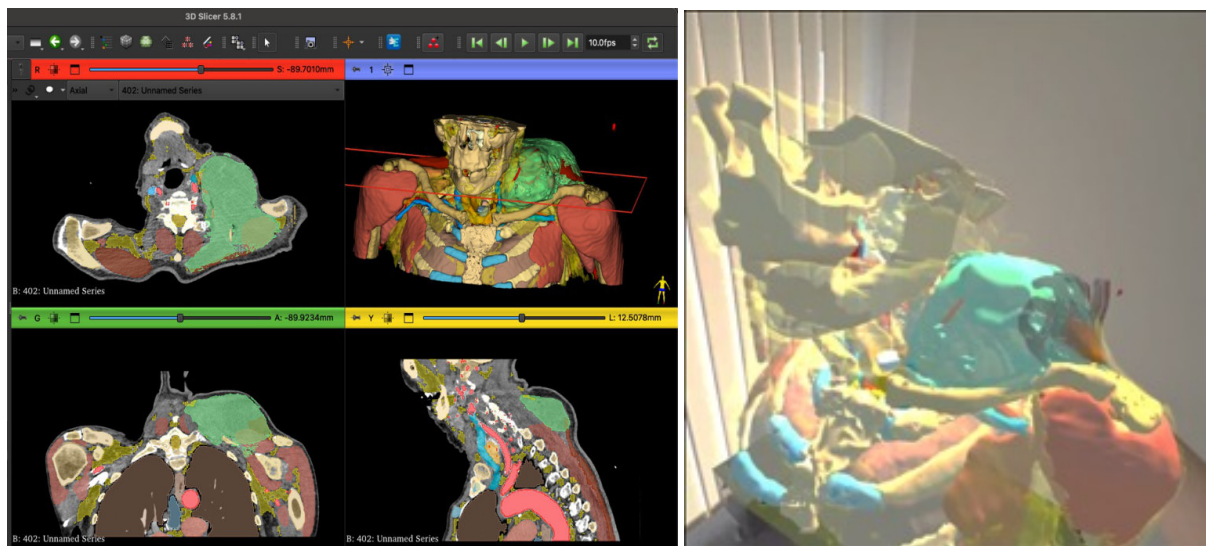
Die Nutzung dreidimensionaler Darstellungsformen für chirurgische Planungsprozesse hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Innovationen wie KI-gestützte 3D-Rekonstruktionen und Virtual Reality (VR) stellen dabei vielversprechende Werkzeuge zur Optimierung der präoperativen Planung dar. Bisherige Studien zeigen, dass VR-Technologien die räumliche Wahrnehmung und die interdisziplinäre Kommunikation verbessern können<sup>1,2</sup> und sich in einzelnen Untersuchungen auch positiv auf die Reduktion der Operationsdauer auswirken<sup>3,4</sup>. Aus diesen Beobachtungen lässt sich ein potenzieller Einfluss auf die Patientensicherheit sowie auf das operative Ergebnis ableiten. Die bisherigen Arbeiten sind jedoch durch geringe Fallzahlen und das Fehlen kontrollierter Studiendesigns limitiert, sodass robuste, reproduzierbare Effekte auf klinische Endpunkte bislang nicht ausreichend belegt sind. Vor diesem Hintergrund startet am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) in Kürze die prospektiv-randomisierte Studie VISION-3D, die den Einfluss einer KI- und VR-gestützten OP-Planung auf komplexe Sarkomoperationen untersuchen wird. Über die rein präoperative Anwendung hinaus ermöglicht die heutige Technologie zudem eine intraoperative Nutzung: So können 3D-Modelle in Echtzeit auf das Patient:innenkörper projiziert werden, um zuvor explorierte anatomische Strukturen oder Tumoren im OP direkt sichtbar zu machen. Dadurch lässt sich die tatsächliche Lage pathologischer Befunde

präziser antizipieren, was eine sicherere und potenziell effizientere Resektion unterstützen kann.

Kommerzielle Anbieter bieten mittlerweile erste Systeme zur intraoperativen Mixed-Reality-Nutzung an, die bislang oft in der Neurochirurgie und der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie eingesetzt werden<sup>5,6</sup>. Für die Viszeralchirurgie erscheint insbesondere die hepatobiliäre Chirurgie als besonders geeignet: In diesem Fachgebiet liegen häufig multimodale, differenzierte Bildgebungen vor, und die operativen Resektionsverfahren (z. B. Hemihepatektomie, Segmentresektionen) folgen etablierten, standardisierten Schemata, die sich an konstanten anatomischen Landmarken wie der portalvenösen, arteriellen und biliären Segmentstruktur orientieren<sup>7</sup>. Erste Fallberichte zum Einsatz von XR- und VR-Technologie in der Leberchirurgie existieren bereits, jedoch fehlt es an systematischer wissenschaftlicher Evaluation<sup>7</sup>. Der klinische Einsatz von Mixed Reality im Operationssaal steckt insgesamt noch in den Anfängen. Erste Erfahrungen mit Systemen wie der Magic Leap 2 zeigen vielversprechende technische Ansätze, es mangelt jedoch an validierten, standardisierten Anwendungsszenarien. Mit den im Rahmen dieses Antrags beantragten Mitteln soll auf Basis der bereits etablierten VR-Infrastruktur des UKE der nächste konsequente Entwicklungsschritt erfolgen: Die Übertragung interaktiv geplanter 3D-Modelle in den OP, um die chirurgische Versorgung weiter zu verbessern – und um in einem sich rasant entwickelnden Technologiefeld die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines universitären Spitzenzentrums nachhaltig zu sichern.

## **Vorarbeiten**

Im Rahmen des Projekts VISION-3D wurde am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) – mit Förderung der Werner-Otto-Stiftung – eine eigenständig entwickelte Infrastruktur etabliert, die CT-/MRT-Daten mittels 3D Slicer semiautomatisch segmentiert, in interaktive 3D-Modelle überführt und in einer VR-Umgebung darstellbar macht. Die Plattform ist lokal integriert, datenschutzkonform und an das klinische Informationssystem (KIS) angebunden.



**Abbildung 1:** Semiautomatische Segmentierung des Tumors (grün) sowie der übrigen Anatomie mittels KI-basierter Software-Lösungen (z.B. TotalSegmentator<sup>7</sup>) und Interdisziplinäre Exploration eines komplexen Situs wie für die VISION-3D-Studie etabliert (rechts)

Ein besonderer Fokus lag auf der internen Qualifikation: Mehrere Doktorand:innen eigneten sich eigenständig umfassende Kenntnisse in KI-basierter Segmentierung und VR-Entwicklung an, sodass bislang vollständig auf externe Dienstleister für Software oder Recheninfrastruktur verzichtet werden konnte. Dies soll auch für die intraoperative Erweiterung bestehen bleiben. Für präoperative Fallbesprechungen stehen aktuell mehrere Meta Quest 3 VR-Brillen zur Verfügung. Diese eignen sich zur virtuellen Exploration, sind jedoch nicht für den OP zugelassen, da sie kein transparentes Sichtfeld bieten. Für den intraoperativen Einsatz wird daher die Magic Leap 2 benötigt, die eine Projektion der Modelle auf das reale OP-Feld erlaubt. Abgesehen von der erforderlichen Mixed-Reality-Hardware ist die technische Infrastruktur – inklusive selbstentwickelter KI-Rekonstruktionssoftware und VR-Interaktionsplattform – bereits vollständig vorhanden und übertragbar. Die segmentierten Modelle können direkt im OP eingesetzt werden. Ein entsprechendes Amendment des Ethikantrags ist vorbereitet. Erste Tests mit einem Leihgerät der Magic Leap 2 im OP-nahen Umfeld verliefen erfolgreich. Die präoperative Validierungsstudie steht kurz vor dem Start; der nun beantragte Schritt ist die logische Erweiterung in den intraoperativen Bereich.

## Projektziele mit Forschungshypothesen

Ziel ist die technische Entwicklung und pilotartige Erprobung einer Mixed-Reality-gestützten intraoperativen Visualisierung von patientenindividuellen 3D-Modellen. Die Überlagerung (Superposition) der Modelle mit der tatsächlichen Anatomie der Patient:innen im OP soll zunächst an Fällen in der Leberchirurgie getestet werden, da hier ein hohes Maß an Standardisierung erreicht werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen langfristig zur Etablierung einer übertragbaren XR-Infrastruktur für die operative Medizin beitragen.

#### **Forschungshypothesen:**

1. Die intraoperative Visualisierung patientenspezifischer 3D-Modelle verbessert die anatomische Orientierung im OP.
2. Die Projektion der Modelle auf die Patient:innen unterstützt die Umsetzung der geplanten Resektionsstrategie.

#### **Arbeitsprogramm mit Meilensteinen**

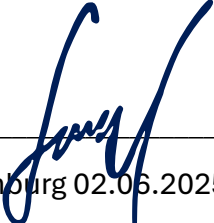
1. Hardwarebeschaffung (Monat 1): Anschaffung von zwei Magic Leap 2 Brillen und eines leistungsfähigen Rechners zur Darstellung und Verarbeitung der 3D-Modelle.
2. Softwareintegration (Monat 2–4): Entwicklung eines Workflows zur Konvertierung von Segmentierungsdaten (3D Slicer/TotalSegmentator<sup>7</sup>) für die Magic Leap 2 sowie erste Anwendungstests in OP-naher Umgebung.
3. Pilotphase (Monat 5–12): Anwendung bei 10 leberchirurgischen Eingriffen mit technischer und operativer Evaluation; begleitende Dokumentation durch Feedbackbögen und Nachbesprechungen.
4. Evaluation (ab Monat 12): Auswertung der Ergebnisse und Erarbeitung technischer sowie klinischer Handlungsempfehlungen zur dauerhaften Integration und Vorbereitung möglicher Folgeprojekte.

## Voraussichtliche Dauer

12 Monate Proof-of-Concept-Phase mit begleitender Evaluation

## Literaturverzeichnis:

1. Shirk, J. D. *et al.* Effect of 3-Dimensional Virtual Reality Models for Surgical Planning of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy on Surgical Outcomes: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw. open* **2**, e1911598 (2019).
2. Reinschluessel, A. V *et al.* Virtual Reality for Surgical Planning - Evaluation Based on Two Liver Tumor Resections. *Front. Surg.* **9**, 821060 (2022).
3. Shirk, J. D., Kwan, L. & Saigal, C. The Use of 3-Dimensional, Virtual Reality Models for Surgical Planning of Robotic Partial Nephrectomy. *Urology* **125**, 92–97 (2019).
4. Xie, L. *et al.* Interactive Virtual Reality Renal Models as an Educational and Preoperative Planning Tool for Laparoscopic Donor Nephrectomy. *Urology* **153**, 192–198 (2021).
5. Ceccariglia, F., Cerenelli, L., Badiali, G., Marcelli, E. & Tarsitano, A. Application of Augmented Reality to Maxillary Resections: A Three-Dimensional Approach to Maxillofacial Oncologic Surgery. *J. Pers. Med.* **12**, (2022).
6. Sang, A. Y., Wang, X. & Paxton, L. Technological Advancements in Augmented, Mixed, and Virtual Reality Technologies for Surgery: A Systematic Review. *Cureus* **16**, e76428 (2024).
7. Akinici D'Antonoli, T. *et al.* TotalSegmentator MRI: Robust Sequence-independent Segmentation of Multiple Anatomic Structures in MRI. *Radiology* **314**, e241613 (2025).



---

Hamburg 02.06.2025

Dr. Adrian Sagebiel, Antragsteller