

Projekt: Assistenzsystem MINIMAKI

Operationen der Mitralklappe mit Mixed Reality simulieren

Eingriffe an der Mitralklappe sind komplex und die Behandlungsmöglichkeiten vielfältig. Bei der Suche nach der bestmöglichen Strategie für den individuellen Patienten soll zukünftig das Assistenzsystem MINIMAKI helfen: Auf Basis von Mixed Reality (MR) wird die Operation simuliert und das zu erwartende Ergebnis vorausgesagt.

MINIMAKI wurde am Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS in Zusammenarbeit mit der Firma data experts und dem Deutschen Herzzentrum der Charité entwickelt. Wie Prof. Dr.-Ing. Anja Hennemuth erklärt, gab es bereits viele Arbeiten, die sich mit der Thematik beschäftigt haben, jedoch waren diese zu aufwändig für die klinische Routine. „Wir haben daher ein Konzept auf Basis von Computergrafikmethoden etabliert, um interaktiv simulieren zu können, was bei einem Eingriff am Herzen passieren kann“, so die Leiterin der kardiovaskulären Forschung und Entwicklung.

Räumliche Darstellung des Herzens

Das System lässt sich an verschiedene Modalitäten wie Herz-Ultraschall, CT- oder MRT-Scanner anbinden. Maschinelle Lernalgorithmen analysieren den 4D-Bilddatensatz und übertragen die Daten in das dynamische Modell, das zusätzlich zur räumlichen Darstellung des individuellen Patientenherzens auch die Kontraktion des Herzmuskels, die Bewegung der Klappensegel und die Strömung des Blutes dreidimensional darstellt. „Wir stellen uns immer die Frage, welche Behandlungsstrategie für den individuellen Patienten die richtige ist“, erklärt PD Dr. Simon Sündermann, Oberarzt an der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie der



Prof. Dr.-Ing. Anja Hennemuth ist Leiterin der kardiovaskulären Forschung und Entwicklung am Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS. Sie ist seit 2017 als Professorin für Digitale Bildverarbeitung und Modellierung am Institut für kardiovaskuläre Computer-assistierte Medizin der Charité und an der Fakultät IV der TU Berlin tätig sowie Mitglied des Komitees für Digitale Kardiologie und KI der European Society for Cardiology.



PD Dr. Simon Sündermann ist Oberarzt an der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Deutschen Herzzentrums der Charité und Privatdozent für Herzchirurgie an der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Einer seiner Forschungsschwerpunkte ist die Verwendung von klinisch erhobenen Bilddaten zur Erstellung digitaler Modelle zur Therapieplanung und -simulation.

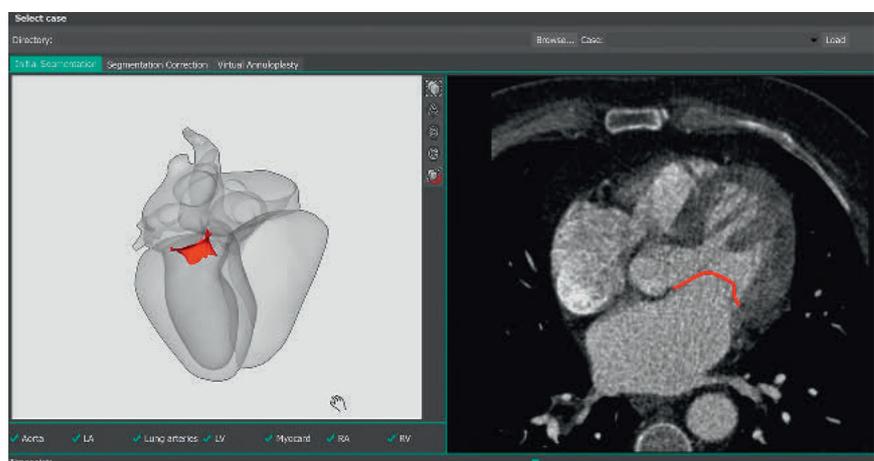


Abb. 1: Geometrie-basierte Deep-Learning-Ansätze erzeugen und parameterisieren aus CT- und Echokardiographie-Daten Herzmodelle für interaktive Simulationen (© Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS).

Charité – Universitätsmedizin Berlin. „Der Goldstandard für die Reparatur oder Rekonstruktion einer insuffizienten Mitralklappe ist die Operation, aber es gibt natürlich auch interventionelle Verfahren. Man kann im Vorfeld anhand der Bilddaten zwar abschätzen, welche Methode vermutlich die Beste ist, aber richtig beurteilen kann man das erst während der OP und im Verlauf danach“, so der Experte.

Ringgrößen virtuell einsetzen

Obwohl die Physiologie eine wichtige Rolle spielt, finden kardiale Eingriffe am stillgelegten Herzen statt. Die Entscheidung, welche Ringgröße die richtige ist, um die Herzsegel enger zusammen zu bringen, ist am nicht-schlagenden Herzen schwer zu treffen. Hier kann das Assistenzsystem den Operateur unterstützen. „Wir können im Vorfeld virtuell verschiedene Ringgrößen einsetzen und die Auswirkungen direkt sehen“, zeigt sich Sündermann begeistert. „Dadurch ergibt sich ziemlich verlässlich eine Vorhersage für den weiteren Verlauf der

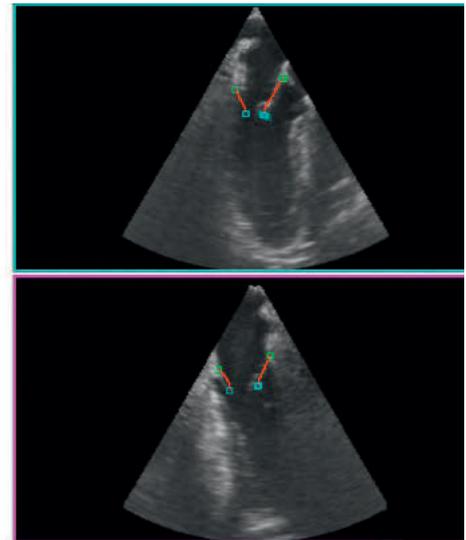
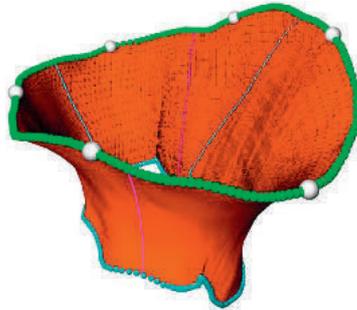


Abb. 2: 4D valve segmentation (© Charité Berlin).

Erkrankung.“ Er sieht hier auch einen großen Vorteil für weniger erfahrene Ärzte oder auch Ärzte in der Ausbildung, um die Lernkurve zu unterstützen.

Digitale Device-Bibliothek

Damit die Vorhersage jedoch überhaupt möglich ist, haben die Fraunhofer-Forscher hochauflösende CT-Scans von allen relevan-

ten, kommerziell verfügbaren Implantaten in allen Größen erstellt. Daraus ist eine digitale Device-Bibliothek entstanden, die den Herzchirurgen zur Verfügung steht, um verschiedenste Kombinationen zu simulieren. Doch nicht nur die Ärzte profitieren von MINIMAKI, auch die Patienten erhalten durch die Simulation einen besseren Eindruck davon, wie ihre Operation verlaufen wird.

AR-Brillen

Um die verschiedenen Strategien bestmöglich mit dem gesamten an der Behandlung beteiligten Ärzteteam zu diskutieren, kommen zudem AR-Brillen zum Einsatz. „Der große Vorteil daran ist, dass mehrere Mediziner gleichzeitig in 3D mit dem Herzen interagieren können – und zwar auch diejenigen, die remote an der Besprechung teilnehmen“, so Henemuth. Ebenso können die Brillen von den Patienten getragen werden, um tiefere Einblicke in ihre Behandlung zu bekommen. In einer laufenden Studie wird aktuell überprüft, ob die Brillen für den Einsatz am Patienten geeignet sind.



Abb. 3: AR-Brillen helfen bei der Vorstellung des Eingriffs (© Fraunhofer MEVIS/data experts gmbh).

MINIMAKI kommt jedoch nicht nur vor einer Operation zum Einsatz, sondern auch währenddessen. Mithilfe von MR werden die Bilddaten fusioniert und die Modelle während des Eingriffes generiert. Dank der AR-Brille können die Operateure dann sehen, welcher Teil der Mitralklappe undicht ist. „Normalerweise kann man das nicht erkennen, weil das Herz während der OP leer ist und nicht schlägt“, so Sündermann. „Da der Eingriff sehr komplex ist und es verschiedene Möglichkeiten zur Reparatur gibt, können sich Planungen auch intraoperativ ändern, zumal die Bilddaten nie vom OP-Tag selbst sind. Dank des Systems können wir dann nachjustieren.“

Faktor Mensch nicht vergessen

Bei allen Vorteilen darf laut Sündermann jedoch nie vergessen werden, dass MINIMAKI nur eine Unterstützung, und der Faktor Mensch weiterhin wichtig ist. Zudem sei eine umfangreiche Validierung notwendig. „Andere Projekte, die sich ebenfalls mit dem Thema beschäftigen, zeigen zwar die theoretische Machbarkeit, können jedoch nicht am Patienten beweisen, dass es auch in der Realität tatsächlich funktioniert. Aus diesem Grund wollen wir so umfangreich wie möglich validieren, damit sich sowohl die behandelnden Ärzte als auch die Patienten auf das System verlassen können

und es sinnvoll einsetzbar ist“, betont Sündermann. Die Validierung erfolgt retrospektiv: Anhand von alten Patientendaten wird überprüft, ob das System genauso entschieden hätte wie der behandelnde Arzt.

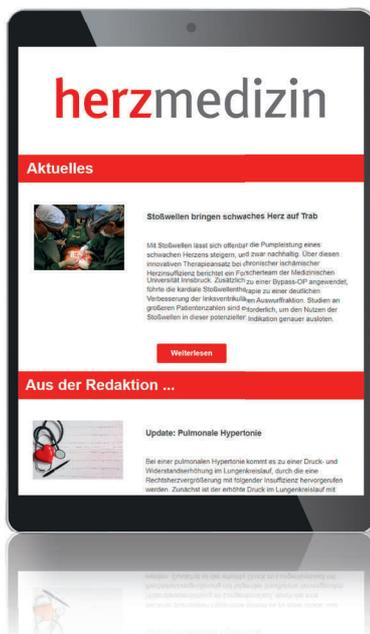
Einsatz 2025/2026

Technisch ist MINIMAKI laut Prof. Dr. Anja Hennemuth schon sehr weit entwickelt und könnte nicht zuletzt aufgrund der finanziellen Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung in ein bis zwei Jahren in Kliniken eingesetzt werden.

Sonja Buske

Holen Sie sich Ihren Wissensvorsprung!

herzmedizin Newsletter – aktuell und top informiert!



Verpassen Sie keine aktuellen Meldungen aus der kardiologischen Branche:

- kompakt
- zweiwöchentlich
- schnell informiert

Jetzt kostenfrei zum Newsletter anmelden unter:
medizin.mgo-fachverlage.de/newsletter

