



Universität  
Zürich <sup>UZH</sup>

**ETH** zürich

**USZ** Universitäts  
Spital Zürich

UNIVERSITÄTS-  
**KINDERSPITAL**  
ZÜRICH

Der **Balgrist**



Psychiatrische  
Universitätsklinik Zürich

# HMZ*News*

Der Newsletter der Hochschulmedizin Zürich

Nr. 11, Januar 2020



Vorwort

Seite 2

**SURGENT: Erweiterte Realität in der Chirurgie - Interview mit den Projektleitern**

Seite 3

**SURGENT: Technologie-Entwicklung**

Seite 6

# Vorwort

## Erweiterte Realität in der Medizin

Das HMZ Flagship Projekt SURGENT hat einen sehr speziellen Werdegang und bildet damit für die Hochschulmedizin Zürich eine Erfolgsgeschichte. Begonnen hat alles mit der Idee, einen HMZ Pitch-Anlass zum Thema «Erweiterte Realität in der Medizin» zu organisieren. Eingeladen wurden eine Handvoll Chirurgen unterschiedlicher Fachrichtungen und etwa 15 Techniker. In je fünf Minuten erklärten die Chirurgen ihre Probleme, die Techniker zeigten, woran sie forschen. Die Teilnehmer bekamen in zwei Stunden eine geballte Ladung an Information. Keine Fragen - keine Diskussion. Zunächst hatte einmal gar nichts einen Bezug zueinander. Bereits beim anschliessenden Apéro formierten sich aber Gruppen, die die Gespräche vertieften. Anschliessend fanden dann gezielte Workshops statt, woraus sich ein konkretes Projekt formierte – das in einem kompetitiven Prozess die Ausschreibung 2018 auch gewann! Wo das Projekt nach einem Jahr steht, lesen Sie in diesem Newsletter.

Von der Vision zur Realität – das war das Thema des Jahresanlasses 2019 der Hochschulmedizin Zürich im letzten November. Dieser Anlass ist mittler-

weile zu einem fixen Termin in der Agenda und beliebten Treffpunkt für Forschende aller Partnerinstitutionen geworden. Die über 200 Gäste wurden im vollbesetzten Careum Auditorium denn auch nicht enttäuscht. Die Vision eines grundlegend neuen Ansatzes zur Therapie von endokrinen Tumoren zeichnete Prof. Beuschlein, Projektleiter von «Immuno-Target», dem an diesem Abend veröffentlichten HMZ Flagship Projekt 2019, auf. Damit wird die HMZ Flagship Familie um das wichtige Thema der Onkologie erweitert. Wir sind gespannt auf die ersten Ergebnisse. Näher an der Realität stehen die bereits länger etablierten HMZ Flagship Projekte. Fünf ausgewählte junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeigten in äusserst packenden und engagierten Kurzvorträgen ihre Prototypen. Beeindruckend, was in wenigen Jahren an der Schnittstelle verschiedener Disziplinen entstanden ist!

Zu einem ebenso fixen Termin wie der Jahresanlass soll die in diesem Jahr startende HMZ Vorlesungsreihe «Translation in Medicine» werden. In loser Abfolge laden wir hochkarätige Referentinnen und Referenten ein, die

erfolgreich in der Translation sind. Starten werden wir mit Prof. Carl June, einem Pionier im Bereich der Immuntherapie von Krebs, womit auch gleich eine Brücke zum jüngsten HMZ Flagship Projekt geschlagen ist. Neben dem Hauptvortrag werden die Nachwuchsforschenden jeweils Gelegenheit haben, sich mit den Referentinnen und Referenten zu treffen. Auch dies ist eine Form des interdisziplinären Austausches, dem sich die HMZ verschrieben hat.

Mit all diesen Anlässen in unterschiedlichem Format erweitern wir nicht nur die Realität in der Medizin, sondern auch den Horizont und das Netzwerk der Forschenden auf dem Platz Zürich.



Dr. Corina Schütt  
Geschäftsführerin  
Hochschulmedizin  
Zürich

## «Translation in Medicine»

### Die neue Vorlesungsreihe der Hochschulmedizin Zürich

Die HMZ lanciert eine interdisziplinäre Vorlesungsreihe mit dem Ziel, die Zürcher Forschungsgemeinschaft im Rahmen von hochkarätigen Vorträgen zusammenzubringen.

Die **Eröffnungsvorlesung** wird von **Prof. Carl June**, Professor für Immunologie an der University of Pennsylvania School of Medicine, zum Thema **«Cell-based therapies for cancer»** gehalten. Seine Behandlungsansätze sind dabei, die Medizin zu verändern.

Reservieren Sie sich bereits jetzt folgenden Termin: **19. März 2020, 17:15 Uhr, in der «Alten Anatomie», USZ**

# SURGENT– Erweiterte Realität in der Chirurgie

Prof. Mazda Farshad, UZH/Balgrist, und Prof. Mirko Meboldt, ETH

**SURGENT wurde 2018 zum HMZ Flagship Projekt gewählt. Die beiden Projektleiter Prof. Mazda Farshad und Prof. Mirko Meboldt zeigen im Interview mit Dr. Nadine Schmid ihre Vision auf.**

*Was ist das Ziel von SURGENT, kurz zusammengefasst?*

Mazda Farshad (MF): Das Konsortium von SURGENT will durch Forschung und Innovation an der Schnittstelle von Klinik und Technologie die Fähigkeiten des Chirurgen in der Analyse und Interpretation von Erkrankungen sowie in der Ausführung von chirurgischen Interventionen durch Erweiterung seiner Sinne ergänzen.

*Aus welchem medizinischen oder chirurgischen Bedürfnis entstand die Projektidee von SURGENT?*

MF: Sowohl das Verständnis als auch die chirurgische Behandlung von zahlreichen Pathologien ist trotz Anwendung des «state of the art» der evidenzbasierten Medizin nicht perfekt. SURGENT hat zwei Ziele: Wir wollen einerseits durch Digitalisierung der patientenspezifischen Pathologie und Nutzung von computergestützten Simulationen mit entsprechenden Prognosen in Richtung bewusster klinische Entschei-

dungen wirken und andererseits dem Chirurgen durch technologische Erweiterung seiner Sinne erlauben, die Operationsplanung präziser und risikoärmer umzusetzen. Die Projektidee entstand hauptsächlich durch Beobachtungen der Krankheitsbilder der Wirbelsäule, allem voran das ungenügende Verständnis bezüglich Anschlusssegmentdegenerationen nach vorausgehenden Versteifungsoperationen, aber auch durch die notwendige, jedoch aktuell relativ aufwändig zu erreichende Präzision beim Setzen von Pedikelschrauben in den Wirbelkörper. Ersteres wird angegangen durch Digitalisierung der patientenspezifischen Anatomie und Pathologie anhand von Informationen aus Röntgenbildern, MRI und CT, wie auch von kinematischen Daten zur biomechanischen Simulation der Kräfte. Dieser Ansatz ist ein Paradigmenwechsel im Vergleich zu der aktuell rein geometrischen Operationsplanung. Vereinfacht dargestellt wird mit SURGENT nicht nur auf die Anatomie und deren Veränderungen eingegangen, sondern auch auf individuelle assoziierte funktionelle und biomechanische Veränderungen. Dieses erweiterte Verständnis der Pathologien, welches dann zur bewussteren

und besseren Planung von chirurgischen Eingriffen führen soll, ist jedoch wertlos, wenn die Planung nicht präzise umgesetzt werden kann. Deshalb ist ein weiteres Hauptziel von SURGENT die Erweiterung der Sinne des Chirurgen zum Beispiel mit augmentierter Realität. Die neuen Methoden können auch in weiteren chirurgischen Fachdisziplinen angewandt werden, beispielsweise in der Neurochirurgie. Die Fokusgebiete der orthopädischen Wirbelsäulenchirurgie und der Neurochirurgie eignen und ergänzen sich hervorragend bei der Erarbeitung allgemeingültiger Prinzipien, da erstere sich vor allem auf biomechanische Prinzipien konzentriert, während zweite vor allem Simulationen der Weichteilgewebe erfordert.

*Welche Herausforderungen, die bei der Technologie-Entwicklung berücksichtigt werden müssen, ergeben sich aus den Unterschieden?*

Mirko Meboldt (MM): Die beiden chirurgischen Disziplinen haben eine Schnittmenge im Bereich der Wirbelsäulenchirurgie. Für uns als Ingenieure bedeutet dies, dass wir mit zwei klinischen Disziplinen zusammenarbeiten, die trotz ihrer unterschiedlichen Herausforderung eine



Wirbelsäulenchirurgie mit Unterstützung von Augmented-Reality-Brillen (Bild: Carlos Eduardo Porto de Oliveira, Vision Lab ETH)

gemeinsame Basis haben. Aus technischer Sicht gibt es zwei zentrale Herausforderungen: die Genauigkeit und die Mensch-Computer-Interaktion. In Bezug auf die Genauigkeit geht es darum, dass die Informationen, die durch eine Mixed-Reality-Brille im Sichtfeld eingeblendet werden und mit der Realität verschmelzen, exakt sind. Das sind zum Beispiel Winkel für das Eindrehen von Schrauben oder der Verlauf von Nerven im Knochen. Das Referenzieren von Informationen auf hartem Gewebe wie Knochen ist vergleichsweise einfach. Ist die Position und Lage des Knochens exakt bekannt, können Informationen sehr genau auf dem Knochen referenziert werden und durch die Mixed-Reality-Brille für den Chirurgen sichtbar auf dem Knochen eingeblendet werden. Bewegungen bei Knochen gibt es nur an den Gelenken. Bei weichem Gewebe wie dem Gehirn ist dies grundlegend anders: Das Gehirn kann sich verformen oder anschwellen, was das genaue Überblenden von Informationen extrem schwierig macht. Diese Problematik ist bisher ungelöst.

Die Mensch-Computer-Interaktion ist vor allem eine Frage der Nutzerakzeptanz. Wir verfolgen hier einen grundlegend neuen Ansatz. Die Informationen werden nicht deterministisch oder per Nutzereingabe bereitgestellt. Mit Hilfe von maschinellem Lernen werden die Fähigkeiten des Anwenders eingeschätzt und die spezifische Situation der Operationen analysiert. Dadurch kann das Assistenzsystem individuell und situationsspezifisch reagieren und unterstützen. Das heisst, ein Novize bekommt in der gleichen Situation andere Informationen angezeigt als ein Experte. Die Vision ist es, dass die Mensch-Computer-Interaktion in der Anwendung automatisch und instinktiv erfolgt.

#### *Was sind die jeweiligen klinischen Anwendungen in der orthopädischen Chirurgie und der Neurochirurgie?*

MF: Konkrete klinische Anwendungen sind neben der Wirbelsäulenchirurgie beispielsweise auch Zugänge bei Tumorresektionen des Gehirns. Natürlich ergeben sich zahlreiche weitere Anwendungen, unter anderem

Umstellungsosteotomien, Prothesenimplantationen und Knochentumorresektionen.

#### *Was ist der Mehrwert, welchen SURGENT den Patienten bringt?*

MF: Mit der «state of the art»-Abklärung und Behandlung zeigen sich je nach Erkrankung 10–30% insuffiziente Behandlungsergebnisse für einige chirurgische Krankheitsbilder. Dies ist einerseits auf das ungenügende Verständnis der Komplexität der Erkrankungen zurückzuführen (z.B. biomechanisches Verständnis und die bisher nicht mögliche Quantifizierung von Kräften) und ist andererseits in der Abhängigkeit von humanen Faktoren auf den chirurgischen Ergebniserfolg begründet. SURGENT will die Patientenbehandlung durch Reduktion von Zufälligkeiten in der Analyse einer Erkrankung wie auch in der chirurgischen Ausführung verbessern.

#### *Gibt es besondere Risiken, mit denen die neuen Technologien behaftet sind? Was, wenn die Technik während einer Operation versagt?*

MM: Digitale Navigation ist nichts fundamental Neues. Neuronavigation in Form von computerassistierter Neurochirurgie ist Stand der Technik. Hierbei werden 3D-Daten des Patienten auf einem Bildschirm angezeigt, die chirurgischen Instrumente werden während der Operation verfolgt und auf dem Bildschirm im digitalen Patientenmodell angezeigt. Die Realität wird in einem digitalen Modell abgebildet, und man verlässt sich voll auf die virtuelle Darstellung. Bei einer Mixed-Reality-Brille werden hingegen die digitalen Informationen in der Realität eingeblendet; der Chirurg oder die Chirurgin fokussiert sich immer auf das Operationsfeld am Patienten. Die Technologie in unserem

Projekt wird die Chirurgen während der Operation unterstützen, nicht ersetzen. Solange die Technologie nicht ausgereift ist, werden wir bestehende Risiken reduzieren, um die Lebensqualität von Patienten zu verbessern.

*Wenn die in SURGENT entwickelten Technologien Einzug in den Klinikalltag halten, wird sich sowohl die präoperative Planung als auch der chirurgische Eingriff selbst verändern. Welche neuen Anforderungen stellt dies an den behandelnden Arzt oder die Chirurgin?*

MM: Diese Frage kann ich als Ingenieur nur bedingt beantworten. Jedes Berufsfeld unterliegt aber einem stetigen Wandel. Die Mixed-Reality-Technologie ist ein großer Sprung, und ich bin immer wieder beeindruckt davon, wie offen sich Klinikerinnen und Kliniker mit neuen Technologien auseinandersetzen, zu einem Zeitpunkt, zu dem die Anwendungen noch in den Kinderschuhen stecken. Das wird sich langfristig auszahlen.

MF: Aus chirurgischer Sicht leitet SURGENT ganz klar einen Paradigmenwechsel in der Chirurgie ein, sowohl in der präoperativen als auch in der intraoperativen Phase. Dies erfordert eine Flexibilität im Denken der nächsten, aber vor allem auch der jetzigen Generation von Chirurgen. Die Chirurgen von morgen werden «human-enforcement-Technologien» (Erweiterung der menschlichen Fähigkeiten durch Technologie) aus vielen Bereichen auch im Alltag kennen und in der Chirurgie als Selbstverständlichkeit sehen.

*Gibt es Auswirkungen auf die Ausbildung junger Medizinerinnen und Mediziner?*

MF: Ja. Genauso wie die Veränderung der Ausbildung durch anderen Zugang zu Informationen aufgrund

des Internets beeinflusst wird, werden «human-enforcement Technologien» wie beispielsweise die Augmentierte Realität die Zukunft der Medizin verändern. Studierende werden sowohl in der Didaktik wie auch später im klinischen Alltag bisher ungewohnte Technologien nutzen. Möglicherweise wird – wie Tablets mittlerweile in vielen Bereichen Bücher ersetzt haben – in Zukunft die Augmentierte Realität Tablets ersetzen.

*Wie wird sich das Projekt weiterentwickeln?*

MF: Das Konsortium ist bereits weitergewachsen, über die Landesgrenzen hinaus. Unter anderem durch die erfolgreich durchgeführte Summer School für Augmentierte Realität ist der Standort Zürich international als einer der Pionierorte für diese Art der Forschung und Innovation akzeptiert. Zahlreiche Anfragen von anderen akademischen Institutionen, aber auch der Industrie, zeigen das grosse Interesse an SURGENT. Der nächste grosse Schritt ist das Durchführen einer klinischen Studie.

MM: Das Projekt leistet aktuell aber auch Grundlagenarbeit. Mit dem Ökosystem am Standort Zürich haben wir die Chance, ein weltweit führender Standort für Forschung und Anwendungen in diesem Bereich zu werden. Das Projekt ist jetzt gerade ein Jahr alt, und das Forschungskonsortium wächst mit internationalen Partnern sowohl auf der akademischen als auch auf der industriellen Seite.

## SURGENT

Das HMZ Flagship Projekt vereint Forschende der Universität Zürich (UZH), der ETH Zürich (ETH), der Universitätsklinik Balgrist (Balgrist) und des Universitätsspitals Zürich (USZ).

### Projektleitung:

Prof. Mazda Farshad, UZH/Balgrist  
Prof. Mirko Meboldt, ETH

### Koordination:

Dr. Marco Senteler, ETH

### Konsortium:

PD Dr. Philipp Fürnstahl, Balgrist  
Prof. Orçun Göksel, ETH  
Prof. Ender Konukoglu, ETH  
Prof. Luca Regli, UZH/USZ  
Prof. Jess Snedeker, ETH/UZH  
PD Dr. Lennard Stieglitz, UZH/USZ  
PD Dr. Reto Sutter, Balgrist

Weitere Informationen zu SURGENT:

[www.hochschulmedizin.ch/surgent](http://www.hochschulmedizin.ch/surgent)

## IMPRESSUM

**Herausgeberin**  
Hochschulmedizin Zürich  
Künstlergasse 15  
8001 Zürich  
+41 44 634 57 36  
[info@hochschulmedizin.uzh.ch](mailto:info@hochschulmedizin.uzh.ch)  
<http://www.hochschulmedizin.ch>

Redaktion:  
Nadine Schmid

Die Hochschulmedizin Zürich ist eine einfache Gesellschaft mit der Universität Zürich, der ETH Zürich und den universitären Spitälern als Gesellschaftspartner.

## HMZNews Registration

Möchten Sie den Newsletter abonnieren oder in Zukunft auf den E-Mail Versand verzichten? [Zur Registration/Abmeldung](#)

# SURGENT – Technologieentwicklung

PD Dr. Philip Fürnstahl, Balgrist, und Dr. Marco Senteler, ETH

**An der Schnittstelle von Chirurgie und medizinischer Bildgebung sowie Computer- und Ingenieurwissenschaften werden im Rahmen von SURGENT modernste Technologien zur Verbesserung der chirurgischen Fähigkeiten vereint. Somit setzen wir Massstäbe für die patientenspezifische Planung und hochpräzise Ausführung von Operationen in der Orthopädie und Neurochirurgie.**

Die Planung von Operationen an der Wirbelsäule ist komplex und deren Durchführung schwierig und manchmal risikoreich. Dennoch werden wesentliche Entscheidungen der chirurgischen Behandlung vorwiegend anhand klinischer Informationen und einfacher radiologischer Messungen getroffen. Das Operieren in unmittelbarer Nähe von lebenswichtigen Strukturen erfordert ausserdem ein Höchstmass an Präzision. Gegenwärtig verfügbare Navigationslösungen zur intraoperativen Unterstützung des Chirurgen haben Nachteile wie eine Visualisierung auf gewöhnlichen Monitoren oder die Abhängigkeit von Zusatzinstrumenten im Operationsfeld, wodurch der Chirurg sogar eingeschränkt wird.

Im Rahmen von SURGENT streben wir die Entwicklung, Optimierung und Integration modernster Technologien an mit dem Ziel, die Fähigkeiten-

des Chirurgen zu erweitern. Die zwei Kerngebiete und Innovationstreiber sind die präoperative biomechanische Operationsplanung mittels patientenspezifischen anatomisch-funktionalen Modellen sowie die chirurgische holographische Navigation durch erweiterte Realität (Augmented Reality, AR).

Das Projekt SURGENT gliedert sich in vier Teile:

## **1. Semantische Segmentierung von medizinischen Bilddaten mittels maschinellem Lernen**

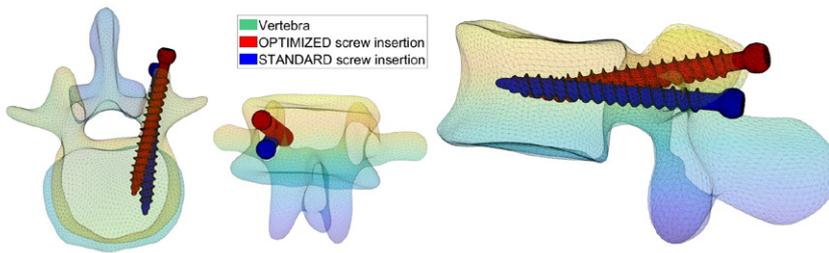
In diesem Projektteil wird basierend auf patientenspezifischen MRI Aufnahmen durch semantische Segmentierung ein umfangreiches und genaues, dreidimensionales Modell der Lendenwirbelsäule generiert. Anders als bisher möglich, soll der Segmentierungsvorgang vollständig automatisiert und ohne Einsatz von Personal erfolgen. Um jedem Bildpunkt der MRI Aufnahme einer bestimmten Klasse (z. B. Muskel, Band oder Knochen) zuzuordnen, wird maschinelles Lernen angewendet, um übergeordnete Zusammenhänge in den Bildern zu erkennen und zu lernen. Da die MRI-Bilder im klinischen Alltag eine grosse Variabilität aufweisen (unterschiedlicher Körperbau, Pathologie, MRI-Protokolle), ist der

Aufbau einer grossen und umfangreichen Trainings-Datenbank von verschiedenen Patienten und Pathologien unerlässlich. Aktuell wird dieser Datensatz generiert und von Experten annotiert.

## **2. Biomechanische Modellierung und Simulation für die patientenspezifische Operationsplanung**

Die patientenspezifischen anatomischen Modelle und strukturellen Informationen, welche aus dem vorherigen Projektteil resultieren, werden für die automatische Erstellung von Computermodellen zur Simulation von Bewegung und Funktion verwendet. Zur Simulation werden Starrkörpermodelle mit Finite-Elemente-Modellen und anatomisch-funktionalen Modellen kombiniert. Diese Kombination ermöglicht es dann, die postoperative Belastung auf Gelenke und Muskulatur, die strukturelle Belastung im biologischen Gewebe (z.B. Knochen, Bandscheiben, Nerven) und Implantat (z.B. Pedikelschrauben, Fusionsstäben) zu bewerten.

Im nächsten Schritt kann dann eine quantitative Beurteilung von möglichen Eingriffen unter Berücksichtigung verschiedener chirurgischer Parameter durchgeführt werden. Durch diese simulations-basierte Planung soll ein auf den Patienten zuge-



Simulation der optimalen Position einer Pedikelschraube (Bild: Marco Senteler)

schnittener Eingriff berechnet werden, wodurch Operationen letztendlich effizienter und mit weniger Komplikationen durchgeführt werden sollen.

### 3. Intraoperative Echtzeit-Visualisierung des Operationsplans mittels erweiterter Realität zur präzisen planungsgetreuen Umsetzung

Ziel dieses Projektteiles ist die Entwicklung von chirurgischen Navigationsverfahren basierend auf der Technologie der erweiterten Realität, die den Chirurgen bei der präzisen intraoperativen Ausführung des Operationsplans unterstützt. Die innovative Navigationsmethode beinhaltet sowohl die in-situ Visualisierung der durchzuführenden Operationsschritte mittels Hologrammen, als auch die intraoperative Erkennung von chirurgischen Instrumenten durch optische Kameras. Durch die Instrumentenerkennung sollen kleinste Abweichungen zum Operationsplan erfasst und für den Chirurgen visualisiert werden können, sodass dieser dann für jeden Schritt zum optimalen Ergebnis geführt werden kann. Zur Erreichung der Ziele wird Forschung durchgeführt, die modernste Erkenntnisse aus den Bereichen der künstlichen Intelligenz und der erweiterten Realität verbindet. So konnten wir beispielsweise bereits jetzt mittels Objekterkennungs-Methoden Operationsschrauben im Sichtfeld des Chi-

rurgen detektieren und deren 3D-Position berechnen. Mit den ermittelten Schraubenpositionen konnten dann in Echtzeit neue Berechnungen durchgeführt werden, um die weiteren Operationsschritte zu navigieren.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt in der Implementierung einer Computermethode, die ein maschinelles Verständnis über den Ablauf einer Operation entwickelt. Wir versuchen, mit einer Kombination verschiedener Ansätze aus dem Bereich des maschinellen Lernens, wie beispielsweise «convolutional neural networks» (CNNs) und «long short-term memories», dem Computer beizubringen, wie intraoperative Aktivitäten bestimmten Phasen der Operation zugeordnet werden können. Mit Hilfe dieser Methoden wird es möglich sein, den Operationsfortschritt automatisiert zu überwachen und relevante Informationen genau zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen.

### 4. Intelligente Visualisierung und optimierte Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine

Dieses Projekt hat zum Ziel, das Augmented-Reality-System für eine möglichst effiziente und effektive Nutzerführung zu optimieren. «Eye Tracking» ermöglicht dabei, genau zu untersuchen, wann der Nutzer Informationen aus der realen Welt bezieht und wann

er von den digital eingeblendeten bzw. überblendeten Informationen Gebrauch macht. Aktuell werden in realen Wirbelsäulenoperationen «Eye Tracking» Studien durchgeführt, um ein detailliertes Verständnis des Nutzerverhaltens und der kognitiven Prozesse der Chirurgen zu erhalten. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse dienen bei der Konzipierung und Weiterentwicklung aktueller und künftiger AR-Navigationssysteme.

Ein weiterer Fokus liegt auf der Verknüpfung von CNNs und «Eye Tracking», um Nutzerverhalten in Echtzeit während der intraoperativen Ausführung zu analysieren und zu bewerten. Damit lassen sich in Zukunft AR-Systeme entwickeln, die den Chirurgen situations- und fähigkeitsgerecht unterstützen können.

Durch die Umsetzung dieser technischen und wissenschaftlichen Ziele in die klinische Operationspraxis leistet SURGENT Pionierarbeit hinsichtlich der orthopädisch-chirurgischen Patientenversorgung. Patienten erhalten bessere, weil personalisierte, Behandlungen unter gleichzeitiger Verringerung von Strahlenbelastung und Risiken. Es wird eine Verkürzung der Operationszeiten durch die neuartige Navigationsunterstützung und eine Verringerung der Komplikationen dank Echtzeit-Auswertung der chirurgischen Aktivitäten erwartet. Das Resultat ist ein effizienter und ökonomischer klinischer Ablauf.

Des Weiteren stärkt der interdisziplinäre und kollaborative Charakter des Projektes, in dem Forschende der universitären Spitäler, der Universität Zürich und der ETH Zürich zusammenarbeiten, den Standort Zürich als Drehscheibe klinischer und wissenschaftlicher Exzellenz in der medizinischen Forschung und Praxis.