

Dokumentation & Projekttagbuch

Innovation Lab 2
Jahr 2025

Projekt: Anatomie- Lernwerkzeug Herz

Team: **16_HerzSimul**

1. Allgemeine Informationen

Projektname: Anatomie- Lernwerkzeug Herz

Supervisor: Lilly Tremel

Innovation Lab 2, Sommersemester 2025

Projektteam:

Marcel Gössl	if23b093@technikum-wien.at	Product Owner, Developer
Felix Hadinger	if23b079@technikum-wien.at	Scrum Master, Developer
Simon Marek	if23b111@technikum-wien.at	Developer
Karim Salem	if22b240@technikum-wien.at	Developer

Management-Summary des Projektes

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines interaktiven Virtual Reality Lernwerkzeuges, das in anatomischen Lehrveranstaltungen eingesetzt wird. Dabei können medizinische Daten eines Herzes dreidimensional dargestellt werden (DICOM Daten). Mithilfe von Handtracking soll sich das 3D Herzmodell intuitiv drehen, zoomen und interaktiv erforschen lassen. Darüber hinaus soll eine 2D Darstellung in 3 verschiedenen anatomischen Schnittebenen möglich sein, um verschiedene Ansichten des Herzens zu ermöglichen.

Rahmenbedingungen und Projektumfeld

Hardwarekompatibilität: Das Projekt erfordert VR- Headsets, um Handtracking für Zoom und Rotation des Herzmodells zu ermöglichen.

DICOM-Daten-Integration: Die Fähigkeit, medizinische Bilddaten (DICOM) einzulesen und in 3D-Modelle zu konvertieren, ist essenziell. Dies erfordert geeignete medizinische Bildverarbeitungsbibliotheken.

Benutzerfreundlichkeit und intuitive Steuerung: Die VR-Umgebung muss eine benutzerfreundliche Interaktion gewährleisten, insbesondere durch Handtracking für Zoom- und Rotationsfunktionen.

Unity-Engine: Als Entwicklungsplattform wird Unity genutzt, um das VR-Lernwerkzeug zu entwickeln. Unity bietet VR-Integration und 3D-Modellierung, was für dieses Projekt entscheidend ist.

Programmiersprachen und -tools: C# für die Entwicklung in Unity und möglicherweise Python oder C++ für die Vorverarbeitung von DICOM-Daten und die Modellierung der 3D-Strukturen.

Semester-Roadmap

Roadmap	InnoLab 2					InnoLab 3				
	Februar	März	April	Mai	Juni	September	Oktober	November	Dezember	Jänner 2026
Projekt Packages										
Farbliche Darstellungen durch Segmentierung (~100h)										
2D-Darstellung in anatomischen Schnittebenen (~100h)										
Möglichkeit zur Einsicht ins Herz (~80h)										
Labeling (~125h)										
Quiz (~150h)										
Aufwand: 3 ECTS = 75h/Person 75 * 4 = 300h pro Sem										

Collaboration & Tooling

GitHub: <https://github.com/Foxatdoom/HerzSimul.git>

Aufgrund der Projektgröße von knapp 6 GB wird das maximale Uploadlimit von GitHub überschritten. Daher wird das Remote Repository nur für Organisationsdateien wie zum Beispiel das Project Diary, Mitschriften von Meetings und Sprint Review Protokolle verwendet.

Trello:

<https://trello.com/invite/b/678d30dc502e325302570052/ATTIff90bafcab1d93725c410085bbbe1007D72E1D68/board-innolab>

Das Programm wird zur Visualisierung von Kanban Boards verwendet. Das Product Backlog wird in regelmäßigen Abständen zwischen Project Diary und Trello upgedatet. Die besseren Visualisierungsmöglichkeiten im Vergleich zu einem Textdokument werden vor allem in internen Meetings genutzt.

OneDrive: https://1drv.ms/f/s!AsLH_B8P6VjunPcL0HyjaexvXzNoxg?e=6aaqC6

Durch den hohen Speicherverbrauch des Projektes, ist dieses auf OneDrive abrufbar. Dadurch können alle Teammitglieder auf das aktuelle Projekt zugreifen und dieses in Unity importieren, um an geplanten User Stories zu arbeiten.

2. Projekt-Kurzbeschreibung

Projektziele- und Nutzen:

Das Projekt zielt darauf ab, ein interaktives Virtual Reality Lernwerkzeug für anatomische Lehrveranstaltungen zu entwickeln, das die Struktur und die Funktion des menschlichen Herzens anschaulich darstellt. Ziel ist es, eine immersive und lehrreiche VR- Umgebung zu kreieren, damit die Benutzer des Tools die Herzstruktur auf effektive Weise studieren können. Dadurch soll das Lernerlebnis der Benutzer durch einprägende Darstellungen verbessert werden. Um die Nutzer auf ihrem Lernpfad möglichst vielseitig zu unterstützen, werden folgende Features geplant. Diese werden im weiteren Verlauf auch als High Level Goals bezeichnet.

Projektfumfang:

1. Rendern von DICOM Bilder und Darstellung des Herzens

Erklärung:

Als Grundlage für die Darstellung des menschlichen Herzens dient der Import von sogenannten DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) Bildern. Diese enthalten neben den eigentlichen Bilddaten (z.B. MRI- Scans) auch Volumes- Informationen und ermöglichen daher eine dreidimensionale, immersive Darstellung des Herzens, einschließlich Ventrikeln, Klappen, Blutgefäßen und Gewebetypen wie Fett- und Muskelgewebe. Dadurch soll ein detailliertes Studium der Herzstruktur erlaubt werden.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Das Herzmodell wird aus medizinischen DICOM- Daten erstellt und in einer 3D- Umgebung dargestellt.
- Die wesentlichen äußeren und strukturellen Merkmale des Herzens und die verschiedenen Gewebetypen werden präzise dargestellt.
- Das Modell ermöglicht eine interaktive Erkundung in einer virtuellen Umgebung.

2. 2D-Darstellung in drei anatomischen Schnittebenen

Erklärung:

Um unterschiedliche Ansichten des Herzens zu ermöglichen, werden die importierten MRI- Bilder zweidimensional in drei anatomischen Schnittebenen (transversal, frontal und sagittal) dargestellt.

Anforderungen/ Ergebnisse:

Folgende Schnittebenen müssen als 2D- Bilder dargestellt werden:

- Die Darstellung ist in der transversalen (axialen) Schnittebene verfügbar: in horizontalem Schnitt, der das Herz von oben nach unten zeigt. Diese Ebene liefert Querschnitte des Herzens, als würde es horizontal durchgeschnitten.
- Die Darstellung ist in frontaler (koronaler) Schnittebene verfügbar: Ein vertikaler Schnitt von vorne nach hinten, der das Herz aus der Vorderansicht zeigt. Diese Ebene teilt das Herz von der Vorder- zur Rückseite.
- Die Darstellung ist in sagittaler (lateral) Schnittebene verfügbar: in vertikalem Schnitt von der Seite, der das Herz von links nach rechts darstellt. Diese Ebene teilt das Herz in eine linke und rechte Hälfte.

3. Zoom und Rotation des Herzens

Erklärung:

Um ein optimales Lernerlebnis zu ermöglichen, soll sich das dreidimensionale Herz interaktiv erforschen lassen. Dazu wird Handtracking verwendet, um es zu drehen und um den Zoom zu verändern.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Das 3D- Modell ist mithilfe von Handtracking steuerbar, um es zu drehen und zu zoomen.
- Das Modell ist dadurch aus verschiedenen Blickwinkeln Betracht bar.
- Das Modell kann dadurch mit einer höheren Detaillierung der Strukturen betrachtet werden.

4. Farbliche Unterscheidung der anatomischen Strukturen

Erklärung:

Für die bessere Visualisierung des Modells werden die anatomischen Strukturen des Herzens mit unterschiedlichen Farben hervorgehoben. Dadurch sollen die verschiedenen Gewebe und Strukturen wie Fett- und Muskelgewebe von Benutzern identifiziert werden können. Dadurch soll das Erkennen und Lernen der verschiedenen Bereiche erleichtert werden, ohne den Fokus auf innere Details wie Vorhöfe und Kammern zu legen.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Äußere anatomische Strukturen und Gewebetypen (wie Muskelgewebe, Fett und Blutgefäße) müssen durch die Wahl passender Farben voneinander abgrenzbar sein.

5. Einsicht vom Innenleben des Herzens

Erklärung:

Benutzer sollen die Möglichkeit erhalten, das Innenleben des Herzens betrachten zu können. Dadurch sollen Vorhöfe, Hauptkammern, Herzklappen und die Zugänge zu den Kammern detailreich visualisiert werden können. Die Lernenden erhalten dadurch Einblicke in die verschiedenen Ebenen des Herzens.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Funktion, um das Innenleben darzustellen: entweder mithilfe von Transparenzstufen oder mit virtuellen Quer- und Längsschnitten.

6. Labels für die dargestellten Komponenten

Erklärung:

Um die Lernenden während der Visualisierung mit Informationen zu unterstützen, sollen die dargestellten Komponenten (wie Gewebetypen, Fett, Blutgefäße, Hauptkammern usw.) durch Labels gekennzeichnet werden.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Alle dargestellten Komponenten werden in der VR- Umgebung beschriftet.

7. Anatomie Quiz

Erklärung:

Damit die Benutzer ihren Wissensstand interaktiv überprüfen können, soll ein Quiz zur Verfügung stehen, bei dem die verschiedenen Komponenten des Herzens benannt bzw. ausgewählt und zusätzliche Fragen darüber beantwortet werden müssen.

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Es werden Fragen zu den verschiedenen Komponenten gestellt
- Bei richtigen Antworten (z.B. Auswahl der richtigen Komponente) werden zusätzliche Informationen eingeblendet
- Bei einer falsch ausgewählten Komponente wird die korrekte Komponente hervorgehoben

Optionale Features, die implementiert werden können (falls nach der Implementierung der darüber gelisteten Funktionen Zeit übrigbleibt):

Hilfreiche Animationen

Erklärung:

Benutzer sollen in der Lage sein, Animationen wie zum Beispiel Blutfluss oder Muskelbewegungen animiert darstellen zu können.

Ideen: Blutfluss, Muskelbewegung, Abgabe von CO₂ darstellen, Öffnen und Schließen von Herzklappen

Anforderungen/ Ergebnisse:

- Animation der jeweiligen Idee

Die High Level Goals 1. Rendern von DICOM Bilder und Darstellung des Herzens und 3. Zoom und Rotation des Herzens sind für InnovationLab 1 geplant.

Herausforderungen:

Einer der Größten Herausforderungen dieses Projektes stellt die fachliche Komplexität dar.

Denn für die Planung und Durchführung ist neben umfangreichem Wissen in den Bereichen Unity und 3D- Modellierung auch grundlegendes Wissen über die menschliche Anatomie in Bezug auf das Herz notwendig. Daher ist die Auseinandersetzung aller Projektmitglieder mit diesen Themen für die erfolgreiche Durchführung essenziell. Vor allem Kommunikation und Wissensaustausch stehen daher im Vordergrund unserer Zusammenarbeit.

Implementierungsstrategie:

Um die beschriebenen Anforderungen zu erfüllen, soll vor der jeweiligen Implementierung zunächst eine Recherche über bereits entwickelte, vergleichbare Features durchgeführt werden. Darunter fallen vor allem der Datenimport, Handtracking und das Labeln der Komponenten. Im Vorfeld wird davon ausgegangen, dass dafür hilfreiche Bibliotheken verwendet bzw. angepasst werden können. Dadurch soll verhindert werden, dass Lösungen für bereits existierende Funktionen entwickelt werden. Der Fokus kann daher auf die Entwicklung von neuen Features gerichtet werden.

Nicht- Ziele

Es ist nicht das Ziel dieses Projektes, ein Tool für den medizinisch regulierten Bereich zu entwickeln. Der Anwendungsbereich der Applikation bezieht sich auf Lernende der Anatomie.

Mehrwert für Benutzer

Es existieren zahlreiche Informationen und Lernmaterialien rund um die Anatomie des menschlichen Herzens. Auch gibt es einige Applikationen, die eine Darstellung am Computer ermöglichen. Um ein immersives Lernerlebnis zu ermöglichen, soll die Darstellung des menschlichen Herzens in VR mit verschiedenen Tools wie Handtracking ermöglicht werden. Dadurch soll ein anderes Lernerlebnis ermöglicht werden.

3. Spezifikation der Lösung

Systemumgebung

Die Lösung basiert auf Unity (Version 6 oder höher) und wurde mit einer Oculus Quest 2 64GB getestet. Es ist möglich, dass das Projekt auch für andere Meta VR Brillen funktioniert, das wurde allerdings nicht getestet. Das Importieren von DICOM Daten ist nur im Windows build möglich, weshalb ein Windows PC benötigt wird.

Systemgrenzen

Es ist derzeit nicht möglich, die VR-Brille im Standalone- Modus zu verwenden. Diese Einschränkung kommt durch die Import- Funktion von DICOM Daten. Diese funktioniert nur auf dem Betriebssystem Windows. Die Oculus Quest 2 basiert hingegen auf Android. Dadurch wird eine aufrechte Verbindung zwischen PC und VR-Brille benötigt.

Es ist derzeit unklar, ob das Endprodukt (nach 3 Semestern) im Standalone- Modus verwendbar sein wird. Wir werden im kommenden Semester evaluieren, ob eine alternative Lösung einen Mehrwert für Benutzer generiert.

Qualitätseigenschaften und Technische Anforderungen

Für die Verwendung der Applikation wird keine aufrechte Internetverbindung benötigt.

Performance: Es wird empfohlen, einen PC mit leistungsfähiger Grafikeinheit (GPU) und ausreichend Rechenleistung (CPU) für die Verbindung mit der VR-Brille zu verwenden. Meta empfiehlt folgende Systemeigenschaften:

Mindestanforderungen an den Computer

Komponente	Mindestspezifikationen
Prozessor	Intel i5-4590/AMD Ryzen 5 1500X oder höher
Grafikkarte	Siehe GPU-Tabellen unten
Arbeitsspeicher	Mind. 8 GB RAM
Betriebssystem	Windows 10, Windows 11
USB-Anschlüsse	1 USB-Anschluss

Empfohlene Anforderungen an den Computer

Komponente	Empfohlene Spezifikationen
Prozessor	Intel i7/AMD Ryzen 7
Grafikkarte	Nvidia RTX 20-Serie*/AMD Radeon RX 6000-Serie
Arbeitsspeicher	16 GB DDR4-RAM
Betriebssystem	Windows 10, Windows 11
USB-Anschlüsse	1 USB-C-Anschluss

¹ Systemanforderungen PC

¹ https://www.meta.com/de-de/help/quest/articles/headsets-and-accessories/oculus-link/requirements-quest-link/?srsltid=AfmBOopYRi2qr2JHN-9zzxV1OL9ebzlt86P-tOZ4_6DpEKvt4Qh-twI5

Übersicht Product Backlog für InnoLab 2. Die User Stories leiten sich aus den drei High Level Goals 2D-Darstellung in drei anatomischen Schnittebenen, Einsicht vom Innenleben des Herzens und Farbliche Unterscheidung der anatomischen Strukturen ab. Diese werden im Laufe der Sprints in kleinere Anforderungen zerlegt. Zum Zeitpunkt vor den ersten Sprint wurden folgende User Stories definiert, um eine Zeitabschätzung durchzuführen und darauf basierend einen Semesterplan zu erstellen.

ID	Titel	Beschreibung (User Story)	Akzeptanzkriterium
Farbliche Darstellung der Herzbereiche basierend auf Segmentierung			
1	Recherchieren und Vergleichen von Methoden zur 3D-Segmentierung	Als Entwickler möchte ich verschiedene Methoden zur 3D-Segmentierung recherchieren und vergleichen, damit ich die beste Lösung für eine präzise und effiziente Segmentierung des Herzmodells auswählen kann.	Eine Empfehlung für die am besten geeignete Methode basierend auf den Projektanforderungen wurde erstellt. Die Methode muss sicherstellen, dass das Innenleben des Herzens und die Farbinformationen erhalten bleiben.
2	Liste an Herzsegmenten erstellen	Als Benutzer möchte ich verschiedene Segmente des Herzens kennen lernen und erforschen können.	Liste an Herzsegmenten, die für die Lernenden nützlich sind und technisch umsetzbar sind (werden von AI-Modell klassifiziert)
3	3D-Modell mit definierten Segmenten erstellen	Als Entwickler möchte ich ein 3D-Modell mit definierten Segmentierungen in der Entwicklungsumgebung importieren.	Ein Datensatz wurde ausgewählt, segmentiert und in Unity importiert.
4	Auswahl einer geeigneten Methode, um das Herzmodell einzufärben	Als Entwickler möchte ich eine geeignete Methode finden, um das menschliche Herz einzufärben.	Es wurde eine Methode definiert, mit der die Einfärbung der Strukturen möglich ist. Diese berücksichtigt die technischen Herausforderungen der anderen Requirements.
5	Einfärben des Herzens	Als Benutzer möchte ich farblich zwischen den anatomischen Strukturen des Herzens unterscheiden können.	Das Herz wurde basierend auf den anatomischen Strukturen und deren Grauwerte gefärbt und kann in der Entwicklungsumgebung mithilfe von VR betrachtet werden.
2D-Darstellung in anatomischen Schnittebenen			
6	Untersuchung bestehender Tools für 3D-Modellextraktion in 2D-Schnitten	Als Entwickler möchte ich bestehende Tools zur 3D-Modellextraktion in 2D-Schnitten untersuchen und vergleichen, damit ich die effizienteste und genaueste Methode für unser Projekt auswählen kann.	Es wurde eine Methode definiert, mit der die 2D-Darstellung ermöglicht wird
7	Entwicklung und Testen der 2D Darstellung in Entwicklungsumgebung	Als Entwickler möchte ich sicherstellen, dass die 2D Darstellung der unterschiedlichen Schnittebenen in Unity funktioniert.	Herz kann mithilfe von 3 Schnittebenen (sagittal, transversal, frontal) in einer 2D-Ansicht betrachtet werden
8	2D Darstellung in VR	Als Nutzer möchte ich die 2D Darstellung mit meiner VR-Brille betrachten können.	
9	Erstellen eines einfachen UI-Buttons zum Wechseln zwischen 2D- und 3D-Ansicht	Als Nutzer möchte ich per UI-Button zwischen einer 2D- und einer 3D-Ansicht wechseln können damit ich das anatomische	Ein UI-Button ermöglicht den Wechsel zwischen 2D und 3D-Ansicht. Der Wechsel erfolgt ohne spürbare Verzögerung oder grafische Fehler.

		Modell aus verschiedenen Perspektiven betrachten kann.	
10	UI-Auswahl der jeweiligen Schnittebene in VR	Als Benutzer möchte ich auswählen können, welche der 2D Ansicht dargestellt werden soll, damit ich zwischen sagittal, transversal, frontal unterscheiden kann.	UI-Elemente (z.B. Buttons vorhanden, um die jeweilige Schnittebene auszuwählen) sind in der VR-Sicht vorhanden und mit der jeweiligen Schnittebene verknüpft.
Möglichkeit zur Einsicht ins Herz			
11	Methode zur Einsicht definiert	Als Entwickler möchte ich verschiedene interaktive UI-Steuerungen für medizinische 3D-Modelle recherchieren (z. B. Transparenzanpassung, Layer-Steuerung), damit ich die besten Interaktionsmöglichkeiten für eine intuitive und benutzerfreundliche Darstellung identifizieren kann.	Eine Empfehlung für geeignete Steuerungsmethoden wird formuliert.
13	Mechanismus entwickeln, um Herzschnitten per Klick oder Geste ein- und auszublenden	Als Nutzer möchte ich die verschiedenen Schichten des Herzens per Klick oder Geste ein- und ausblenden damit ich die innere Struktur kennen lernen kann.	Nutzer kann durch Klick oder Geste einzelne Herzschnitten sichtbar oder unsichtbar machen.
12	Einsicht ins Herz in Entwicklungsumgebung eingebunden.	Als Entwickler möchte ich sicherstellen, dass die Einsicht in das Herz in der Entwicklungsumgebung etabliert wurde, damit es getestet werden kann.	Das Innenleben des Herzens kann in Unity mithilfe von Schnitten oder Transparenzstufen angesehen werden
Allgemein			
14	VR-Auswahlmenü für die verschiedenen Funktionen	Als Benutzer möchte ich mithilfe eines Interaktionsmenüs in VR die verschiedenen Funktionen auswählen können, damit ich das Herz auf unterschiedliche Arten erforschen kann.	Auswahlmenü in VR eingebaut, das zwischen den Modi unterscheidet (Einsicht ins Innenleben, 2D Schnittebene, farbliche Darstellung der Herzbereiche)

4. Aufwandschätzung

In unserem Projekt haben wir die Dagopert-Methode zur Aufwandsschätzung angewendet, um eine präzisere Einschätzung der benötigten Ressourcen für die verschiedenen Aufgabenbereiche zu erhalten. Diese Methode kombiniert die Delphi-Methode mit der PERT-Analyse und ermöglicht es, durch iterative Befragungsrunden und die Berücksichtigung optimistischer, realistischer und pessimistischer Schätzwerte eine fundierte Aufwandsschätzung zu erzielen.

Zunächst haben wir die verschiedenen Aufgabenbereiche aus unserem Product Backlog definiert, die für die Umsetzung unseres Projekts relevant sind. Dazu gehörten unter anderem die farbliche Darstellung der Herzbereiche basierend auf Segmentierung, die 2D-Darstellung in anatomischen Schnittebenen sowie die Möglichkeit zur Einsicht ins Herz. Für jede dieser Aufgaben wurden verschiedene Backlog-Items bearbeitet, die optimistische, realistische und pessimistische Schätzungen von den Teammitgliedern erhielten. Dies ermöglichte eine differenzierte Betrachtung potenzieller Herausforderungen und Risiken.

In der ersten SchätZRunde hat unser Team unabhängig voneinander ihre Einschätzungen abgegeben. Diese Werte wurden anschließend anonym zusammengeführt und mithilfe der PERT-Formel ausgewertet. Nach der ersten Analyse haben wir die Ergebnisse in der Gruppe diskutiert und Anpassungen vorgenommen. Besonders herausfordernd erwiesen sich Aufgaben, bei denen bereits aus vorherigen Semestern Erfahrungen mit Problemen vorlagen, wie etwa die 3D-Segmentierung mit DICOM-Daten oder die Integration von VR-Interaktionen. Die höchsten Aufwandswerte wurden insbesondere für die 2D-Darstellung in VR geschätzt, da diese neben der Implementierung einer funktionierenden 2D-Schnitt Darstellung auch VR-spezifische Herausforderungen wie Handtracking und Interaktionsdesign mit sich bringt. Ebenso wurde die Entwicklung eines Mechanismus zum Ein- und Ausblenden der Herzsichten als besonders aufwendig eingeschätzt, da hierfür keine Erfahrungswerte im Team vorhanden waren und neue Interaktionsmöglichkeiten erprobt werden müssen.

Durch die iterative Anwendung der Dagopert-Methode konnten wir in mehreren SchätZRunden zu realistischeren Aufwandseinschätzungen gelangen. Dabei wurden große Abweichungen zwischen optimistischen und pessimistischen Schätzungen weiter eingegrenzt. Das verwendete Excel-Dokument mit den gesammelten Schätzwerten und Berechnungen ist als Referenz für die zukünftige Projektplanung hinterlegt.

Insgesamt hat sich die Dagopert-Methode als nützlich erwiesen, um eine fundierte Aufwandseinschätzung zu erhalten und potenzielle Risiken frühzeitig zu identifizieren. Die Kombination aus anonymisierten Experteneinschätzungen und der mathematischen Auswertung durch die PERT-Formel hat es ermöglicht, genauere Werte zu erzielen und eine bessere Planungssicherheit für unser Projekt zu gewährleisten.

Link zu unserem Excel-Dokument: [DAGoPERT 2016 slim.xlsx](#)

5. Auslieferung

< In diesem Abschnitt beschreiben Sie den Lieferumfang Ihrer Lösung und alles, was man benötigt, um diese an einen Kunden oder ein anderes Softwareteam weiterzugeben (wird in der Praxis auch oft als „Hand-over to Operations“ bezeichnet, wenn die Lösung in die Betriebsphase übergeht).

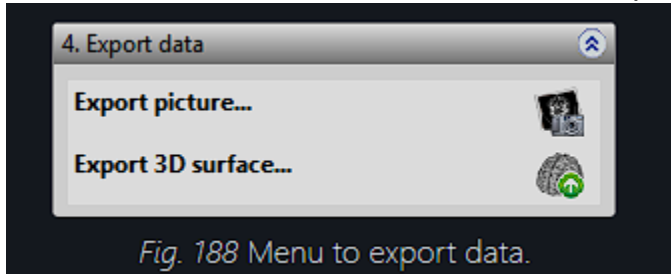
- *Fertige Lösung oder Lösungskomponenten inklusive Source-Codes*
- *Systemarchitektur und Datenhaltung*
- *Liste etwaig benötigter Lizenzen und Info über Copyrights (z.B., wenn Dritt-Software / Frameworks o.ä. verwendet wurden).*
- *Etwaige Vorgaben zur Hardware*
- *Beschreibung wie man Ihre Lösung installiert inklusive Liste aller zu installierenden Komponenten, Installationsprozeduren, Migration von Datenbeständen, etc.*

*Die Inhalte dieses Abschnitts zumeist projektspezifisch. Stimmen Sie mit Ihrer Betreuer*in ab, was dieser Abschnitt genau enthalten soll!*

6. Unser Projekt-Tagebuch

Externe DICOM Tools 08.02.2025

Als Alternative zum 3D Slicer wurde das Tool INVESALIUS 3 installiert und getestet. Der Import und die Darstellung von dreidimensionalen DICOM Daten war erfolgreich. Allerdings können die Daten nur als Bilddatei oder als 3D Oberfläche exportiert werden:



Dies ist sowohl in der Benutzeroberfläche als auch in der Dokumentation der Software erkenntlich. Dadurch ist es nicht möglich, alle Projektanforderungen umzusetzen. Für einige Requirements werden Farbinformationen der Voxel und das Innenleben des Herzobjektes benötigt. Es soll also ein anderer Workflow recherchiert und definiert werden.

Organisation VR Brillen

Es wurde mit dem Studiengang Informatik vereinbart, dass wir eine Meta Oculus Quest 2 VR-Brille für das gesamte Semester ausleihen können. Die Rückgabe hat bis zum 30.06.2025 zu erfolgen. Ansprechpartner ist Herr Patrik Plöchl. Eine der beiden VR- Brillen, die wir letztes Semester ausleihen, haben wir deshalb an Herrn Vasil Vodenicharov zurückgegeben. Die zweite Brille dürfen wir ebenso über die Dauer des Semesters verwenden.

InnoLab Semester Kick-Off 20.02.2025

Im ersten Meeting mit Frau Tremml wurde vor allem der derzeitige Projektstand und die Ziele dieses Semesters besprochen. Seit dem Ende des letzten Semesters (InnoLab 1) wissen wir, dass die Segmentierung der Herzstrukturen eine große Herausforderung darstellt. Nach dem Import der DICOM Daten in die Entwicklungsumgebung Unity war keine Möglichkeit vorhanden, die Voxel des importierten Objektes zu bearbeiten. Aus diesem Grund haben wir festgelegt, dass wir vor dem ersten Sprint Tools recherchieren und definieren, die zur Umsetzung aller Projektanforderungen nötig sind. Es soll die Frage beantwortet werden, inwiefern die VolumeRenderer Library in Unity für den weiteren Projektverlauf verwendet werden kann. Darüber hinaus sollen alle Tools definiert werden, die für die Umsetzung der Anforderungen notwendig sind.

Suche nach einem geeigneten Segmentierungstool 24.02.-28.02.

Für die Segmentierung des Herzens und dessen Strukturen soll ein geeignetes Tool gefunden werden. Eine Internetrecherche hat ergeben, dass für diese Zwecke häufig MONAI Label und TotalSegmentator verwendet werden. Es existieren zahlreiche Publikationen, die sich mit der Genauigkeit dieser Machine-Learning Modelle beschäftigen. Durch die Vielzahl an Informationen über diese Tools, haben wir uns dafür entschieden, zu evaluieren, ob sich eines der Tools für die Segmentierung eignet. Aufgrund unserer Projektanforderungen ist es essenziell, dass die erhaltenen Herzsegmente in Unity verarbeitet werden können. Dafür kommen verschiedene Datenformate infrage.

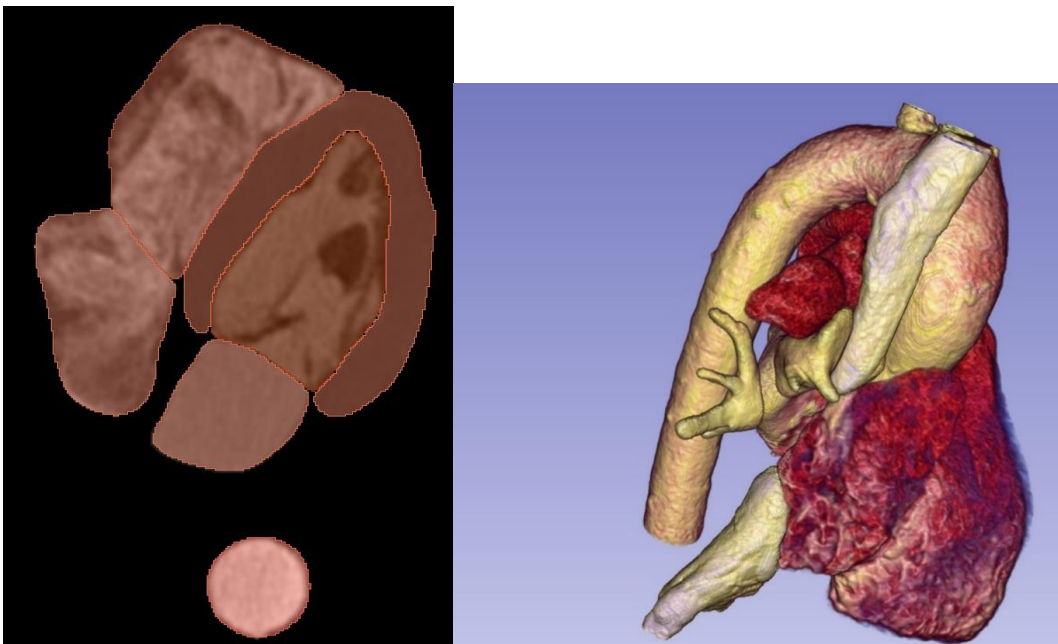
MONAI Label: Für die Verwendung dieser Modelle ist ein Installationsvorgang über 3DSlicer und eine Verbindung zu einem externen Server notwendig. Diese Verbindung konnte nicht erfolgreich hergestellt werden.

TotalSegmentator: Um Zugriff zu den AI-Modellen zu erhalten, kann der Python Source Code

ausgeführt werden. Dazu wurde die IDE PyCharm verwendet. Als Input wird ein Verzeichnis der DICOM Daten angegeben und als Output wird ein leeres Verzeichnis definiert, in dem die berechneten Segmentierungen gespeichert werden. Die Segmentierungen können mithilfe von 3DSlicer importiert werden. Dabei fällt auf, dass es sich dabei um binäre Daten handelt. Es wird also lediglich gespeichert, ob Voxel zur Segmentierung gehören, wodurch die Farbinformationen der Rohdaten verloren geht. Durch eine Internetrecherche und zahlreiche Foreneinträge konnten wir einen Workaround finden. 3DSlicer bietet ein Modul (SimpleFilters) an, mit dem Segmentierungsdateien mit DICOM Datensätzen multipliziert werden können. Als Output erhalten wir die segmentierten Originaldaten. Dadurch werden unsere Anforderungen, die Farbinformationen und das Innenleben des Objektes beizubehalten, erfüllt. Die Daten können mithilfe des Moduls QuantitativeReporting als DICOM exportiert werden, wodurch die in InnoLab 1 getestete Library VolumeRendering weiter verwendet werden kann.

InnoLab Gespräch 01.03.2025

Beim Gespräch zeigte Marcel Karim, welche Fortschritte er mit 3DSlicer erzielt hat und welche Segmentierungs-Extension er gefunden hat. Die Annahme war, dass die Extension auf Karims PC möglicherweise besser laufen würde, da dieser eine leistungsstarke Grafikkarte besitzt. Dabei stellte sich heraus, dass die Extension auf PyTorch basiert, welches für eine schnellere Verarbeitung CUDA benötigt und somit nur auf NVIDIA-Grafikkarten optimiert ist. Dennoch funktionierte die Segmentierung auf Karims PC, sodass wir verschiedene Segmente testen konnten. Dabei stellten wir fest, dass das resultierende 3D-Modell weniger kantig wirkt, wenn wir die Smoothing-Funktion über alle Segmente anwenden.



InnoLab Gespräch 06.03.2025

Auch in diesem Gespräch tauschten sich Marcel und Karim aus, um noch detailreichere Segmente durch das KI-Modell generieren zu lassen. Die verwendete Segmentierungs-Extension ermöglicht es, zwischen verschiedenen KI-Modellen zu wählen, darunter auch spezialisierte Modelle für das Herz und die Herzkammern.

Für den Zugriff auf diese Modelle benötigten wir eine TotalSegmentator-Lizenz, die für akademische und persönliche Zwecke kostenlos erhältlich ist. Um die Lizenz zu aktivieren, mussten wir zunächst das CLI-Tool für TotalSegmentator über pip installieren. Dadurch wurde auch der notwendige Befehl zur Lizenzaktivierung bereitgestellt.

Nach erfolgreicher Aktivierung konnten wir ein spezialisiertes Modell auswählen, das die Herzkammern präziser segmentiert.

InnoLab Zeitabschätzung Meeting 08.03.2025

Vor dem Meeting haben sich alle Teammitglieder mit Schätzfehlern, dem Deplhi Schätzprozess und der DAGoPERT Methode vertraut gemacht. Als Grundlage dienten User Stories, die vorbereitet und gemeinsam überarbeitet wurden.

In diesem Meeting haben wir gemeinsam den Zeitaufwand mithilfe der DAGoPERT-Methode geschätzt. Dazu verwendeten wir zuvor erstellte Epics und User-Stories.

Innerhalb der Schätzklausur schätzte zunächst schätzte jeder für sich allein die optimistische, wahrscheinliche und pessimistische Dauer. Anschließend gingen wir alle User-Stories durch, verglichen unsere Einschätzungen und diskutierten bei unterschiedlichen Schätzungen die Abweichungen. Dabei legten wir besonders Augenmerk auf technische Argumente und Erfahrungen der Schätzer.

INNOLAB2 Semester Planung 11.03.2025

In einem Zoom Meeting mit allen Teammitgliedern und Frau Tremel haben wir unseren Semesterplan vorgestellt und Feedback erhalten. Es wurde der Plan für den ersten Print besprochen. Frau Tremel hat uns als Alternative zum Labeling in Unity einen Tipp gegeben, dass als Plan B auch externe Tools verwendet werden können, mit denen die Labels vor dem Import in Unity hinzugefügt werden können.

Sprint 1

Folgende Ziele wurden definiert:

short description [opt]	Estimate [h]	Real Efort [h]
Auswahl eines geeigneten DICOM Datensatzes (Akzeptanzkriterium: wichtige Herzsegmente werden vom AI Modell erkannt und segmentiert)	15	
Möglichkeiten zur Einsicht ins herz in Unity prüfen (Akzeptanzkriterium: durch Schnittebene wird Innenleben sichtbar, Source Code identifiziert, um in VR einzubinden)	10	
Verknüpfung mit VR (Akzeptanzkriterium: Innenleben ist mit VR Brille sichtbar)	10	
UI Element zur Steuerung der Schnittebene in VR (Akzeptanzkriterium: interaktives UI (Handtracking) Element implementiert, das sich für Schnittebenen eignen würde, noch kein Kriterium: UI Element interagiert mit Herzobjekt)	15	

Zu Beginn des Sprints wurde intern besprochen, wer welche Aufgaben übernimmt und bis wann diese abgeschlossen werden sollen. Die zeitliche Abstimmung ist in diesem Sprint von hoher Priorität, da die Umsetzung der Items voneinander abhängig ist.

