

Dokumentation & Projekttagbuch

Innovation Lab 3
Jahr 2025/2026

Projekt: Anatomie- Lernwerkzeug Herz

Team: **16_HerzSimul**

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Informationen	2
2. Projekt-Kurzbeschreibung	4
3. Spezifikation der Lösung	7
4. Aufwandschätzung	11
5. Unser Projekt-Tagebuch	12
1. Verzeichnisse	13
Abbildungsverzeichnis	14
Tabellenverzeichnis	14
Anhänge	14

1. Allgemeine Informationen

Projektname: Anatomie- Lernwerkzeug Herz

Supervisor: Lilly Tremel

Innovation Lab 3, Wintersemester 2025/2026

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

Tabelle 1: Teammitglieder

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 importiert und dreidimensional dargestellt werden (DICOM). 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										

Abbildung 1: Semesterroadmap

Detailliertere Informationen bezüglich der Aufwand- und Zeitabschätzung können dem Kapitel „4 Aufwandschätzung“ entnommen werden.

Collaboration & Tooling

GitHub: [HerzSimulation Projekt Repository](#)

Das Tool wird aufgrund der umfangreichen Projektgröße von knapp 6 GB nur für Organisationsdokumente genutzt und nicht für das Zusammenarbeiten am Source Code. Im Repository befinden sich daher Mitschriften von Meetings, Sprint Review Protokolle, Planungsdokumente usw. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Teammitglieder die aktuellen Informationen zur Verfügung haben und diese bei Bedarf bearbeiten können.

Unity Version Control (Unity Technologies, 2025) haben wir im Laufe von InnoLab2 entdeckt und zu schätzen gelernt. Es wurde in unseren Workflow integriert, nachdem wir mehrfach Probleme mit GitLab (GitLab Inc., 2025) und Git LFS (Git Large File Storage: An open source Git extension for versioning large files, 2025) hatten. In unserem Gruppenprojekt verwenden wir Unity Version Control, um gemeinsam an unserem Unity-Projekt zu arbeiten. Damit können wir ein zentrales Remote-Repository verwenden, in dem alle Projektdateien gespeichert werden. Jeder im Team kann Änderungen hochladen (committen) oder neue Änderungen vom Server herunterladen (pullen).

Es hilft uns, den Überblick über verschiedene Versionen des Projekts zu behalten und Konflikte zu vermeiden, wenn mehrere Personen gleichzeitig daran arbeiten. Besonders hilfreich ist die direkte Integration in Unity, wodurch wir die Versionskontrolle direkt in der Entwicklungsumgebung nutzen können.

Trello (Atlassian Trello, 2025) : HerzSimulation Trello Project

Das Programm wird zur Visualisierung von Kanban Boards verwendet. Das Product Backlog soll in regelmäßigen Abständen zwischen Project Diary und Trello upgedatet werden. Es hat uns in InnoLab 1 und 2 oft in internen Teambesprechungen geholfen, in denen wir über den vorherigen Sprint reflektiert bzw. den kommenden Sprint geplant haben. Durch die übersichtliche Darstellung der Epics und User Stories hat es den Überblick über alle Anforderungen und die Zeiteinteilung erleichtert.

2. Projekt-Kurzbeschreibung

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf das Gesamtprojekt (InnoLab 1, 2 und 3) und wurde zu Beginn des Projektes festgelegt.

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:

Projektumfang:

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 (lateralen) 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 betrachtbar.

- 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 6. Labels für die dargestellten Komponenten und 7. Anatomie Quiz sind für InnovationLab 3 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.

Daher haben wir in den ersten beiden Semestern großen Wert daraufgelegt, das neu gewonnene Wissen zu dokumentieren und es in regelmäßigen Meetings auszutauschen.

Implementierungsstrategie:

Um die beschriebenen Anforderungen zu erfüllen, soll vor der jeweiligen Implementierung zunächst eine Recherche über bereits entwickelte, vergleichbare Features durchgeführt werden. 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 3D mithilfe von VR mit verschiedenen Tools wie Handtracking ermöglicht werden. So soll ein neuartiges und eindrucksvolles Lernerlebnis entstehen, das Lernende aktiv einbindet und das Verständnis für die komplexe Anatomie des Herzens nachhaltig verbessert.

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 mit anderen 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 Stand Alone - Modus zu verwenden. Diese Einschränkung kommt durch die Import- Funktion für 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 Stand Alone - Modus verwendbar sein wird. Wir werden in diesem 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

Abbildung 2: Systemanforderungen Meta Quest Link

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 3. Die User Stories leiten sich aus den beiden High Level Goals „Labels für die dargestellten Komponenten“ und „Anatomie Quiz“ ab. Diese werden im Laufe der Sprints in kleinere Anforderungen zerlegt. Zum Zeitpunkt vor dem ersten Sprint wurden folgende User Stories definiert, um eine Zeitabschätzung durchzuführen und darauf basierend einen Semesterplan zu erstellen. Für die User Stories des High Level Goals „Labels für die dargestellten Komponenten“ wurden bereits Akzeptanzkriterien definiert, da dieses Thema zuerst umgesetzt werden soll. Die restlichen User Stories werden im Laufe der Sprints mit Akzeptanzkriterien ausgestattet.

ID	Titel	Beschreibung (User Story)	Akzeptanzkriterium
Labels für die dargestellten Komponenten			
1	Recherche zu Label-Inhalten durchführen	Als Entwickler möchte ich die notwendigen Informationen für Labels recherchieren und dokumentieren, damit die Lernenden in der VR-Umgebung fachlich korrekte Informationen der Herzkomponenten erhalten.	Eine Liste mit allen zu labelnden Herzkomponenten (z. B. Gewebetypen, Blutgefäße, Hauptkammern) ist erstellt und abgestimmt. Zusatzinformationen zu den Herzsegmenten sind definiert.
2	UI für Labels entwerfen	Als Nutzer möchte ich Labels klar und lesbar im VR-Interface angezeigt bekommen, damit ich die Herzkomponenten leicht identifizieren kann.	Labels sind gut sichtbar und heben sich vom Hintergrund ab. Labels sind in VR aus verschiedenen Perspektiven lesbar. Das UI-Design entspricht dem einheitlichen Look & Feel der Anwendung. Labels beeinträchtigen nicht die Sicht auf das Herzmodell.
3	Logik für Labels implementieren	Als Nutzer möchte ich, dass Labels automatisch die richtige Komponente anzeigen, damit ich mich auf die Korrektheit der Bezeichnungen verlassen kann.	Labels sind korrekt mit den jeweiligen Herzkomponenten verknüpft. Änderungen (z. B. Zoom, Rotation) werden berücksichtigt und Labels bleiben korrekt positioniert. Fehlerfälle (fehlende Daten) werden sinnvoll behandelt (z. B. kein Label statt falsches Label).
4	Labels dynamisch ein-/ausblenden	Als Nutzer möchte ich Labels je nach Bedarf ein- oder ausblenden können, damit ich zwischen einer klaren Modellansicht und einer beschrifteten Ansicht wechseln kann.	Labels können per UI-Element oder Geste ein-/ausgeblendet werden. Labels passen sich dynamisch an die aktuelle Sichtweise (Zoom, Rotation) an. Das Umschalten erfolgt ohne merkbare Verzögerung.
5	Labels mit erweiterten Informationen ausstatten	Als Nutzer möchte ich bei Bedarf zusätzliche Informationen über eine Herzkomponente abrufen können, damit ich mein Wissen vertiefen kann, ohne das Modell zu überladen.	Erweiterte Informationen sind per Interaktion (z.B. Klick, Hover, Auswahl) abrufbar. Basisinformationen (Name der Komponente) bleiben weiterhin sichtbar. Erweiterte Inhalte sind fachlich korrekt und didaktisch sinnvoll strukturiert.
Quiz			

6	Quiz Ablauf designen (keine Implementierung)	Als Entwickler möchte ich den Quizablauf klar definieren (Start, Fragen, Feedback, Ergebnis), damit die Implementierung konsistent und erweiterbar ist.	
7	Multiple Choice Quiz implementieren	Als Lernender möchte ich Multiple-Choice-Fragen zu Herzsegmenten beantworten können, damit ich mein Wissen testen kann.	
8	Lern/Trainingsmodus implementieren	Als Lernender möchte ich einen Trainingsmodus nutzen können, bei dem falsche Antworten erklärt werden, damit ich den Stoff besser verstehe. Als Lernender möchte ich Fragen unbegrenzt wiederholen können, damit ich ohne Druck üben kann.	
9	Difficulty Level für die Quizes	Als Lernender möchte ich zwischen verschiedenen Schwierigkeitsgraden wählen können, damit ich den Umfang an meine Kenntnisse anpasse.	
10	Testing + Bugfixing Quiz	Als Entwickler möchte ich die Quizfunktionen testen, damit ich Fehler früh erkenne.	
11	Punktesystem einführen	Als Lernender möchte ich Punkte für richtige Antworten erhalten, damit ich meine Fortschritte messen kann. Als Dozent möchte ich das Punktesystem konfigurieren können, damit es zu verschiedenen Trainingsmodi passt.	
12	Hotspot Quiz(Struktur antippen) implementieren	Als Lernender möchte ich bestimmte Herzsegmente direkt antippen, um Fragen zu beantworten, damit ich mein Wissen an der Anatomie praktisch überprüfe.	
Allgemein			
13	Bugfixes des ganzen Projektes am Ende	Als Entwickler möchte ich bekannte Bugs beheben, damit ich sicherstelle, dass neue Features keine Fehler einführen.	
11	White/Black Box Testing	Als Entwickler möchte ich White-Box-Tests durchführen, um interne Logik und Codequalität abzusichern. Als Entwickler möchte ich Black-Box-Tests durchführen, um die Funktionalität aus Nutzersicht zu prüfen.	
13	Start Menü erstellen	Als Benutzer möchte ich ein Startmenü sehen, damit ich auswählen kann, ob ich lernen, trainieren oder ein Quiz starten will. Als Benutzer möchte ich im Startmenü einfache Navigation haben, damit ich schnell zur gewünschten Funktion gelange.	
12	Umgebung erstellen	Als Benutzer möchte ich eine realistische Lernumgebung betreten können, damit ich mich im VR-Lerntool orientieren und	

		konzentrieren kann. Als Benutzer möchte ich eine klare Platzierung der Herzmodelle und Bedienelemente haben, damit ich die Inhalte intuitiv erkunden kann.	
--	--	--	--

Tabelle 2: Epics und User Stories

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 Implementierung von Labels für das Herzmodell (Recherche, UI-Design, Logik, Interaktionsmöglichkeiten) sowie die Entwicklung verschiedener Quizformate mit Trainings- und Bewertungsfunktionen. Für jede dieser Aufgaben wurden verschiedene Backlog-Items definiert und eine optimistische, realistische und pessimistische Schätzung von den Teammitgliedern abgegeben. Dies ermöglichte eine differenzierte Betrachtung potenzieller Herausforderungen und Risiken.

In der ersten SchätZRunde haben alle Teammitglieder 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, die bereits im dritten Semester (InnoLab 1) Probleme verursachten, wie etwa die Segmentierung der DICOM-Daten oder die Integration von VR-Interaktionen. Die höchsten Aufwandswerte wurden insbesondere für die dynamische Behandlung von Labels (korrekte Verknüpfung mit Herzkomponenten, Ein-/Ausblenden in Echtzeit) sowie für das Hotspot-Quiz geschätzt, da diese Funktionen sowohl komplexe Interaktionslogik als auch präzise Abstimmung mit den 3D-Modellen erfordern. Ebenso wurde die Erweiterung der Labels mit zusätzlichen Informationen als aufwendig eingeschätzt, da hierbei nicht nur technische Aspekte, sondern auch die inhaltliche Aufbereitung medizinischer Informationen berücksichtigt 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. Die Ergebnisse liegen dem Dokument als Anhang bei.

5. Unser Projekt-Tagebuch

Im Folgenden werden Meetings und externe Meetings erwähnt. Dabei beziehen sich externe Meetings bzw. Sprint Reviews auf jene, bei denen unsere Betreuerin Frau Tremml dabei war. (Interne) Meetings beziehen sich auf jene, bei denen sich mindestens zwei der vier Teammitglieder (virtuell oder in Person) getroffen haben, um über das Projekt zu sprechen.

08.09.2025 – 17.09.2025 Ausleihe VR-Brillen

Kontaktaufnahme mit Lukas Herzberger (lukas.herzberger@technikum-wien.at) bezüglich der Ausleihe einer Oculus Quest 2. Die Abholung erfolgte am 11.09.2025. Rückgabe wurde für das Ende des 5. Semesters vereinbart.

Über das Hardware-Tool (<https://hardware.cs.technikum-wien.at/>) wurde eine zweite Oculus Quest 2 reserviert. Mit Patrik Plöchl (patrik.ploechl@technikum-wien.at) wurde ein Übergabetermin koordiniert, und die Brille konnte abgeholt werden. Der Ausleihzeitraum läuft von 16.09.2025 bis 24.01.2026.

24.09.2025 Internes Meeting Brainstorming Product Backlog

Zu Semesterbeginn haben wir uns getroffen, um die Ziele für InnoLab 3 festzulegen. In diesem Rahmen tauschten wir Ideen aus und hielten diese als Backlog Items in Trello fest. Der Fokus lag auf einem freien Brainstorming: möglichst viele Ideen sammeln, ohne diese direkt zu bewerten oder den Arbeitsaufwand einzuschätzen. Ziel war es, zunächst ein breites Spektrum an Möglichkeiten zu entwickeln. Es wurde vereinbart, beim nächsten Treffen die Zeitabschätzung und Priorisierung der erstellten Backlog Items vorzunehmen. Zudem sollen die bis dahin gesammelten Ideen genauer formuliert und mit Akzeptanzkriterien versehen werden, damit die ersten User Stories für die Umsetzung vorbereitet sind.

28.09.2025 Internes Meeting Zeitabschätzung und Priorisierung

In diesem Meeting haben wir uns mit der Zeitabschätzung beschäftigt der Backlog Items. Dafür wurde, wie bereits im vorherigen Semester, die DAGoPERT-Methode angewendet. Jedes Teammitglied erstellte dabei eine optimistische, realistische und pessimistische Schätzung des Zeitaufwands. Anschließend wurden die Ergebnisse verglichen. Wir haben besonderen Wert daraufgelegt, unsere Überlegungen zu diskutieren. Dadurch konnten wir nicht nur die Schätzungen besser begründen, sondern auch bereits über mögliche Umsetzungsansätze sprechen und unsere unterschiedlichen Erfahrungen austauschen.

29.09.2025 – 30.09.2025 Vorbereitung der Pre-Project Phase Abgabe

Das Project Diary wurde für die Abgabe der Pre-Project Phase vorbereitet. Als Grundlage diente der Grundstein aus InnoLab 2, der für das aktuelle Semester angepasst wurde. Zudem wurden die Erkenntnisse aus dem letzten Meeting ergänzt.

1. Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- 3D Slicer image computing platform*. (2025). Von <https://www.slicer.org/> abgerufen
- Atlassian Trello. (20. 03 2025). *Trello*. Von https://trello.com/?campaign=18422803139&adgroup=141242793066&targetid=kwd-3609071522&matchtype=e&network=g&device=c&device_model=&creative=672183077478&keyword=trello&placement=&target=&ds_eid=700000001557344&ds_e1=GOOGLE&gad_source=1&gad_campaignid=1842 abgerufen
- Diaz-Pinto, A. a. (2024). MONAI Label: A framework for AI-assisted Interactive Labeling of 3D Medical Images.
- Git Large File Storage: An open source Git extension for versioning large files*. (2025). Von <https://git-lfs.com/> abgerufen
- GitHub Project TotalSegmentator*. (2025). Von <https://github.com/wasserth/TotalSegmentator> abgerufen
- GitLab Inc. (2025). *GitLab*. Von <https://about.gitlab.com/de-de/> abgerufen
- InVesalius 3*. (15. 02 2025). Von <https://invesalius.github.io/> abgerufen
- Lavik, M. (2019). *MIT License*. Von <https://github.com/mlavik1/UnityVolumeRendering/blob/master/LICENSE> abgerufen
- Meshy. (2025). *Meshy AI*.
- Meta. (16. 12 2014). *Meta Quest Link und Air Link einrichten und verbinden*. Von https://www.meta.com/de-de/help/quest/509273027107091/?srsltid=AfmBOoo0RpjVVFpJOoNQeNZFI5cuf8cKbUo88ur1jhXib_1zK20XT1yS abgerufen
- Meta. (12. 11 2024). Von Erfahre mehr über die Anforderungen an Windows-PCs für Meta Quest Link: <https://www.meta.com/de-de/help/quest/140991407990979/?srsltid=AfmBOopINdQbTlywU3bldRiHsakk8ppa9mGrQPoiL-yZWIB177cBLoSR> abgerufen
- Meta. (14. 12 2024). *Meta Quest Link*. Von https://www.meta.com/de-de/help/quest/1517439565442928/?srsltid=AfmBOorDiueByTQHVeN25C9e1FyL8eKCRae4_vKUHKaUIAI5auq_814y abgerufen
- Meta Horizon. (10. 01 2025). *Meta Platform Technologies SDK License Agreement*. Von <https://developers.meta.com/horizon/licenses/oculusdk/> abgerufen
- NVIDIA Developer. (2025). *NVIDIA Toolkit CUDA*. Von <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit> abgerufen
- Pavlov, I. (2024). *7-Zip*. Von <https://www.7-zip.org/> abgerufen
- Python Package Installer*. (2025). Von <https://pypi.org/project/pip/> abgerufen
- PyTorch*. (2025).
- QIICR. (2025). *GitHub project QunatitativeReporting*. Von <https://github.com/QIICR/QuantitativeReporting> abgerufen
- Unity. (29. 03 2025). *AssetStore*. Von <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/meta-xr-all-in-one-sdk-269657> abgerufen
- Unity HUB*. (16. 12 2014). Von <https://unity.com/de/unity-hub> abgerufen
- Unity Technologies. (05. 04 2025). *Unity Version Control*. Von <https://unity.com/de/solutions/version-control> abgerufen
- wasserth. (01 2004). *TotalSegmentator Terms and Condition for Use*. Von <https://github.com/mlavik1/UnityVolumeRendering/blob/master/LICENSE> abgerufen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Semesterroadmap	3
Abbildung 2: Systemanforderungen Meta Quest Link.....	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teammitglieder	2
Tabelle 2: Epics und User Stories	10

Anhänge

Anhang 1: Excel Zeitabschätzung DAGoPERT	
--	--

DAGσPERT steht für: **D**elphi **A**ufwandschätzung in **G**ruppen unter Berücksichtigung von **σ** (Standardabweichung) mit **P**ERT (Program Evaluation and Review Technique). **Die Version 2016_slim wurde gegenüber der Version 2016_full stark vereinfacht, um einen besseren Einstieg in die Verwendung zu ermöglichen.**

Für dieses Schätzwerkzeug wurden ein Delphi Verfahren, PERT, Storypoints, T-Shirt Sizing und andere Schätzverfahren kombiniert.
Beachten Sie die dazugehörige Anleitung!

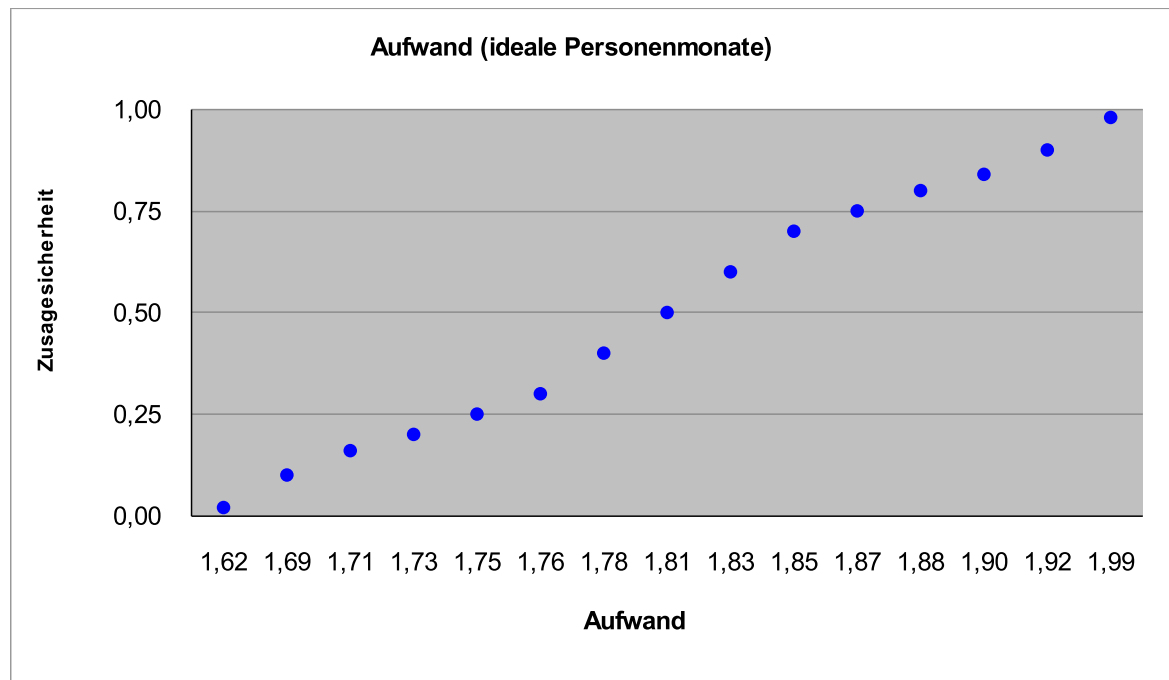
- Schätzung in Personenstunden und in abstrakten Storypoints
- Integration von T-Shirt Sizing

Der Blattschutz ist aktiviert, damit Sie nicht unabsichtlich Formeln überschreiben können. Bereiche für Benutzereingaben sind freigegeben.

Copyright: CSS Computer-Systems-Support GmbH, Dipl.-Ing.(FH) Sven Schweiger 2007-2016.

ID	Themes / Areas / Arbeitspakete Toplevel	Epics / User Stories / Arbeitspakete TopLevel	User Stories / Detail Level / Beschreibung	Optimistisch (Sp)	Wahrscheinlich (Sp)	Pessimistisch (Sp)	Dokumentation von Annahmen, Überlegungen, Risiken, Bedingungen und Diskussionsergebnissen aus dem Schätzmeeting	Erwartet nach PERT 1: 4:1 (Sp)	Kalibrierter erwarteter Aufwand (Ph)	p(range) (5-100)	Divisor (0,25-6)	Standard-Abweichung (Ph)	Varianz	Aufwand (T-Shirt: XS-XXL)	Businesswert (T-Shirt: XS-XXL)	Nettobusinesswert (T-Shirt: XS-XXL)
				141,0	284,0	457,0		289,00	289,00			14,615	213,611			
1	Labels für die dargestellten Komponenten	Recherche zu Label-Inhalten durchführen: Als Entwickler möchte ich die notwendigen Informationen für Labels recherchieren und dokumentieren, damit die Lernenden in der VR-Umgebung fachlich korrekte Informationen der Herzkomponenten erhalten.	Akzeptanzkriterien: Eine Liste mit allen zu labelnden Herzkomponenten (z. B. Gewebetypen, Blutgefäße, Hauptkammern) ist erstellt und abgestimmt. Zusatzinformationen zu den Herzsegmenten sind definiert.	5	10	15		10,00	10,00	99,73	6,00	1,667	2,778	L	L	L
2	Labels für die dargestellten Komponenten	UI für Labels entwerfen: Als Nutzer möchte ich Labels klar und lesbar im VR-Interface angezeigt bekommen, damit ich die Herzkomponenten leicht identifizieren kann.	Akzeptanzkriterien: Labels sind gut sichtbar und heben sich vom Hintergrund ab. Labels sind in VR aus verschiedenen Perspektiven lesbar. Das UI-Design entspricht dem einheitlichen Look & Feel der Anwendung. Labels beeinträchtigen nicht die Sicht auf das Herzmodell.	5	8	12		8,17	8,17	99,73	6,00	1,167	1,361	L	XL	XL
3	Labels für die dargestellten Komponenten	Logik für Labels implementieren: Als Nutzer möchte ich, dass Labels automatisch die richtige Komponente anzeigen, damit ich mich auf die Korrektheit der Bezeichnungen verlassen kann.	Akzeptanzkriterien: Labels sind korrekt mit den jeweiligen Herzkomponenten verknüpft. Änderungen (z. B. Zoom, Rotation) werden berücksichtigt und Labels bleiben korrekt positioniert. Fehlerfälle (fehlende Daten) werden sinnvoll behandelt (z. B. kein Label statt falsches Label).	19	29	40		29,17	29,17	99,73	6,00	3,500	12,250	L	XXL	XXL
4	Labels für die dargestellten Komponenten	Labels dynamisch ein-/ausblenden: Als Nutzer möchte ich Labels je nach Bedarf ein- oder ausblenden können, damit ich zwischen einer klaren Modellansicht und einer beschrifteten Ansicht wechseln kann.	Akzeptanzkriterien: Labels können per UI-Element oder Geste ein-/ausgeblendet werden. Labels passen sich dynamisch an die aktuelle Sichtweise (Zoom, Rotation) an. Das Umschalten erfolgt ohne merkliche Verzögerung.	10	23	38		23,33	23,33	99,73	6,00	4,667	21,778	L	L	L
5	Labels für die dargestellten Komponenten	Labels mit erweiterten Informationen ausstatten: Als Nutzer möchte ich bei Bedarf zusätzliche Informationen über eine Herzkomponente abrufen können, damit ich mein Wissen vertiefen kann, ohne das Modell zu überladen.	Akzeptanzkriterien: Erweiterte Informationen sind per Interaktion (z.B. Klick, Hover, Auswahl) abrufbar. Basisinformationen (Name der Komponente) bleiben weiterhin sichtbar. Erweiterte Inhalte sind fachlich korrekt und didaktisch sinnvoll strukturiert.	13	35	49		33,67	33,67	99,73	6,00	6,000	36,000	XL	L	M
6	Quiz	Quiz Ablauf designen (keine Implementierung): Als Entwickler möchte ich den Quizablauf klar definieren (Start, Fragen, Feedback, Ergebnis), damit die Implementierung konsistent und erweiterbar ist.		3	7	12		7,17	7,17	99,73	6,00	1,500	2,250	M	L	L
7	Quiz	Multiple Choice Quiz implementieren: Als Lernender möchte ich Multiple-Choice-Fragen zu Herzsegmenten beantworten können, damit ich mein Wissen testen kann.		15	28	40		27,83	27,83	99,73	6,00	4,167	17,361	L	XXL	XXL
8	Quiz	Lern/Trainingsmodus implementieren: Als Lernender möchte ich einen Trainingsmodus nutzen können, bei dem falsche Antworten erklärt werden, damit ich den Stoff besser verstehe. Als Lernender möchte ich Fragen unbegrenzt wiederholen können, damit ich ohne Druck üben kann.		8	16	36		18,00	18,00	99,73	6,00	4,667	21,778	L	M	S
9	Quiz	Difficulty Level für die Quizes: Als Lernender möchte ich zwischen verschiedenen Schwierigkeitsgraden wählen können, damit ich den Umfang an meine Kenntnisse anpasse.		4	10	18		10,33	10,33	99,73	6,00	2,333	5,444	L	S	XS
10	Quiz	Testing + Bugfixing Quiz: Als Entwickler möchte ich die Quizfunktionen testen, damit ich Fehler früh erkenne.		5	15	39	Hängt von der Anzahl an Bugs ab	17,33	17,33	99,73	6,00	5,667	32,111	L	M	S
11	Quiz	Punktesystem einführen: Als Lernender möchte ich Punkte für richtige Antworten erhalten, damit ich meine Fortschritte messen kann. Als Dozent möchte ich das Punktesystem konfigurieren können, damit es zu verschiedenen Trainingsmodi passt.		6	11	17		11,17	11,17	99,73	6,00	1,833	3,361	L	L	L
12	Quiz	Hotspot Quiz(Struktur antippen) implementieren: Als Lernender möchte ich bestimmte Herzsegmente direkt antippen, um Fragen zu beantworten, damit ich mein Wissen an der Anatomie praktisch überprüfe.		21	34	53		35,00	35,00	99,73	6,00	5,333	28,444	XL	XXL	XXL
13	Bugfixes	Als Entwickler möchte ich bekannte Bugs beheben, damit ich sicherstelle, dass neue Features keine Fehler einführen.		6	18	28		17,67	17,67	99,73	6,00	3,667	13,444	L	M	S
14	White/Black Box Testing	Als Entwickler möchte ich White-Box-Tests durchführen, um interne Logik und Codequalität abzusichern. Als Entwickler möchte ich Black-Box-Tests durchführen, um die Funktionalität aus Nutzersicht zu prüfen.		8	12	16		12,00	12,00	99,73	6,00	1,333	1,778	L	XL	XL
15	Start Menü erstellen	Als Benutzer möchte ich ein Startmenü sehen, damit ich auswählen kann, ob ich lernen, trainieren oder ein Quiz starten will. Als Benutzer möchte ich im Startmenü einfache Navigation haben, damit ich schnell zur gewünschten Funktion gelange.		7	15	24		15,17	15,17	99,73	6,00	2,833	8,028	L	L	L
16	Umgebung erstellen	Als Benutzer möchte ich eine realistische Lernumgebung betreten können, damit ich mich im VR-Lerntool orientieren und konzentrieren kann. Als Benutzer möchte ich eine klare Platzierung der Herzmodelle und Bedienelemente haben, damit ich die Inhalte intuitiv erkunden kann.		6	13	20		13,00	13,00	99,73	6,00	2,333	5,444	L	XXL	XXL

Aufwandschätzung mit Zusagesicherheit (Konfidenzintervall)				
Zusagesicherheit (% Konfidenz)	Aufwand (Personenstunden)	Aufwand (Personentage brutto)	Aufwand (Personenmonate brutto)	Aufwand (Personenjahre brutto)
2%	259,77	32,47	1,62	0,14
10%	270,29	33,79	1,69	0,14
16%	274,38	34,30	1,71	0,14
20%	276,72	34,59	1,73	0,14
25%	279,21	34,90	1,75	0,15
30%	281,40	35,17	1,76	0,15
40%	285,35	35,67	1,78	0,15
50%	289,00	36,13	1,81	0,15
60%	292,65	36,58	1,83	0,15
70%	296,60	37,08	1,85	0,15
75%	298,79	37,35	1,87	0,16
80%	301,28	37,66	1,88	0,16
84%	303,62	37,95	1,90	0,16
90%	307,71	38,46	1,92	0,16
98%	318,23	39,78	1,99	0,17



Angebotskalkulation

Parameter zur Angebotskalkulation

Stundensatz / Tagsatz	
Stundensatz (EUR) 2)	139,00
Stunden pro Tag 1)	7,70
Tagsatzsatz (EUR) 2)	1070,30

1) Umrechnungsfaktor "Stunden pro Tag" gilt für die Kostenberechnung, nicht für die Ressourcenberechnung!

2) Der Tagsatz bzw. Stundensatz ist bei dieser einfach Kalkulation ein Mischsatz für das Unternehmen bzw. das Projekt (inkl. Gemeinkosten, etc.)!

Vereinfachte Angebotskalkulation

	25% Konfidenz	50% Konfidenz	75% Konfidenz	98% Konfidenz
Gesamtaufwand (h)	279,21	289,00	298,79	318,23
Gesamtaufwand (Tage)	36,26	37,53	38,80	41,33
Zusatzkosten 1 (EUR)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Zusatzkosten 2 (EUR)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Gesamtkosten (EUR)	€ 38.809,86	€ 40.171,00	€ 41.532,14	€ 44.234,09
Bemerkung zur Zusagesicherheit (% Konfidenz)	Nicht für Angebot geeignet - nur für den internen Gebrauch!	Bestenfalls bei strategischem Projekt als Angebot verwendbar.	Bei gut bekannten Projekttypen für Angebot einsetzbar.	Gut als Basis für Angebot einsetzbar.

Nettobusinesswert

Businesswert / Aufwand	XS	S	M	L	XL	XXL
XS	XS	S	M	L	XL	XXL
S	XS	S	M	L	XL	XXL
M	XS	XS	M	L	XL	XXL
L	XS	XS	S	L	XL	XXL
XL	XS	XS	S	M	XL	XXL
XXL	XS	XS	S	M	L	XXL

Nettobusinesswert	Umsetzung	Empfehlung bei Fixpreis
XS	nicht relevant	nicht relevant
S	kaum relevant	nicht relevant
M	möglich	nicht relevant
L	wichtig	COS / abnahmerelevant
XL	sehr wichtig	COS / abnahmerelevant
XXL	unbedingt	COS / abnahmerelevant

Kalibrierung Storypoints auf Personenstunden

Story Points	Kalibrierter Aufwand in Personen-stunden (h)	Aufwand in T-Shirt Sizes	Entspricht Personen-tagen	Entspricht Personen-monaten	Granularität	Anzuwenden in der Phase
512	512	XXL	64,0	3,2	Epics	Vorprojekt
256	256	XXL	32,0	1,6	Epics	Vorprojekt
128	128	XXL	16,0	0,8	Epics	Vorprojekt
64	64	XL	8,0	0,4	Epics	Vorprojekt
32	32	L	4,0	0,2	Epics / User Story	Vorprojekt/Sprint
16	16	L	2,0	0,1	User Story	Sprint/Vorprojekt
8	8	M	1,0	0,1	User Story	Sprint
4	4	M	0,5	0,0	User Story	Sprint
2	2	S	0,3	0,0	User Story	Sprint
1	1	S	0,1	0,0	User Story	Sprint
0,5	1	XS	0,1	0,0	User Story	Sprint
0	0	XS	0,0	0,0	User Story	Sprint

Ermittlung des Divisors für die Berechnung der Standardabweichung (Schätzformal nach McConnell)

Prozentsatz in den die tatsächlichen, einzelnen Ergebnisse innerhalb der geschätzten Bereiche fallen	Divisor für diese einzelne Schätzung
100	6
95	6,00
85	3,30
75	2,60
65	2,10
55	1,70
45	1,40
35	1,00
25	0,77
15	0,51
5	0,25
0	0,25

Ideale Umrechnungswerte Personen-Stunden / -Tage / -Monate / -Jahre

Umrechnung	Ideale Personenstunden
Stunden pro Person	8
Stunden pro Monat	160
Stunden pro Jahr	1920

Wird für die Umrechnung des Gesamtaufwandes verwendet!