

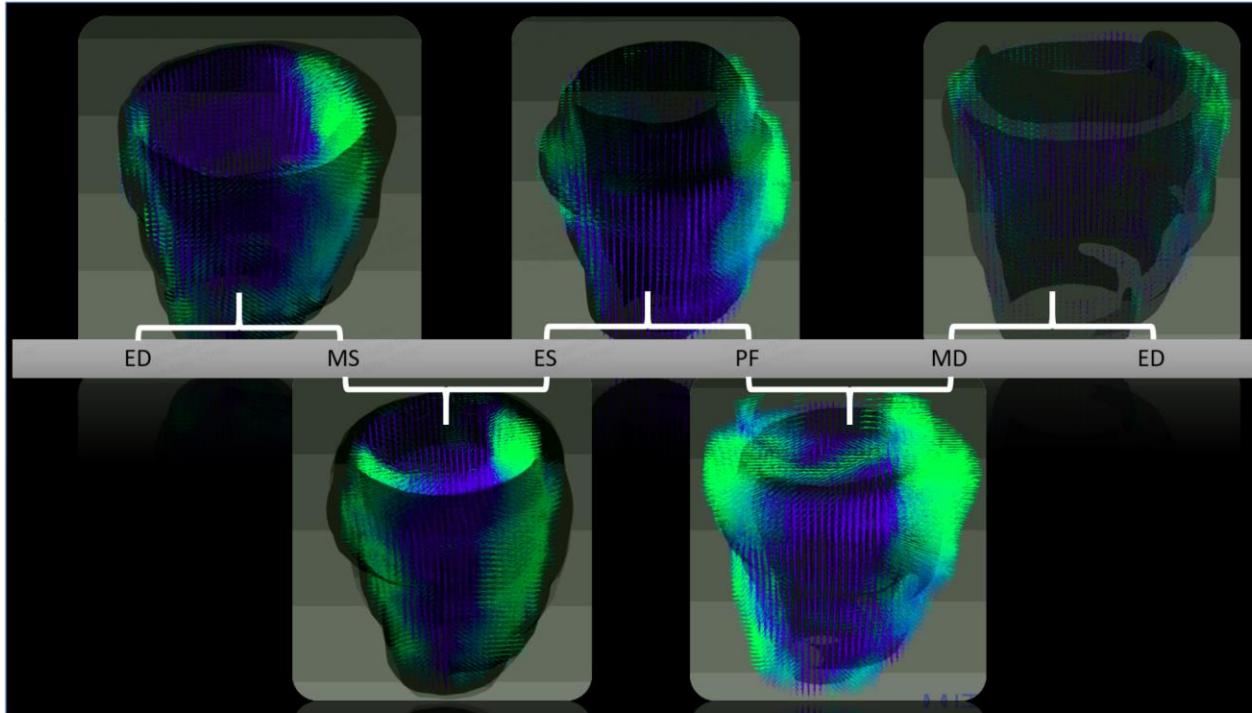


MEDIZINISCHE
FAKULTÄT
HEIDELBERG

WFT Digitale Medizin / Data Science Praktikum TeaMRT

Sommersemester 2021

Ziele - Deformationsfeldbestimmung



ED= End Diastole

MD= Mid Systole

ES= End Systole

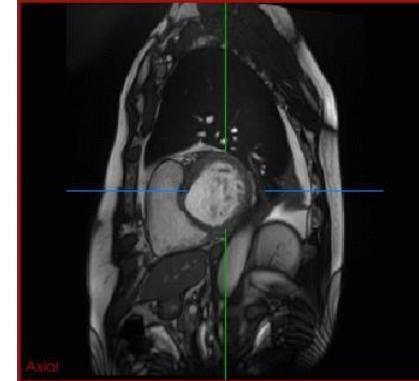
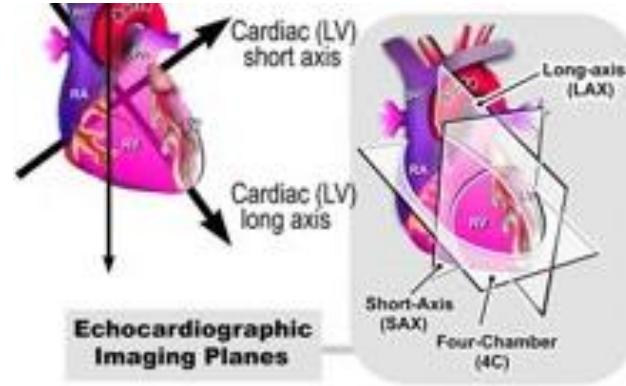
PF= Peak Flow

MD= Mid Diastole

ED= End Diastole

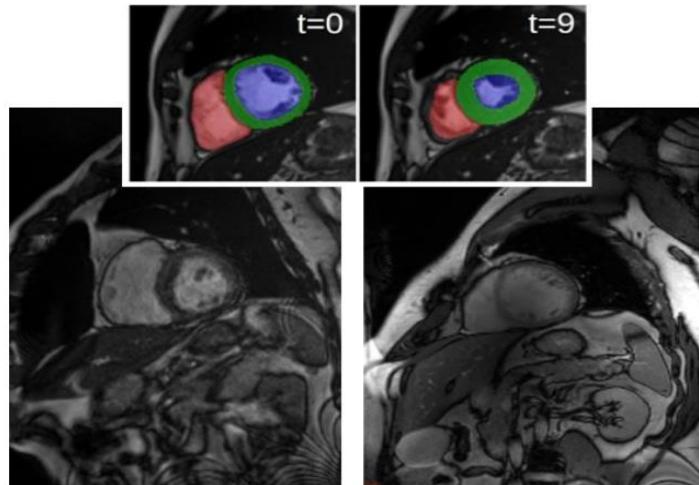
Ziele – SAX Ausrichtung

- Ausrichtung der short axis von MRT-Aufnahmen des Herzens angleichen

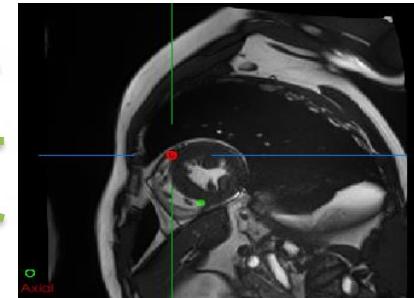


Ziele – RVIP Bestimmung

Automated Cardiac Diagnosis Challenge (MICCAI 2017)



Labelling:
Right ventricular
insertion points
(RVIP)



Klassifikation
(5 Gruppen)

Abnormaler rechter Ventrikel

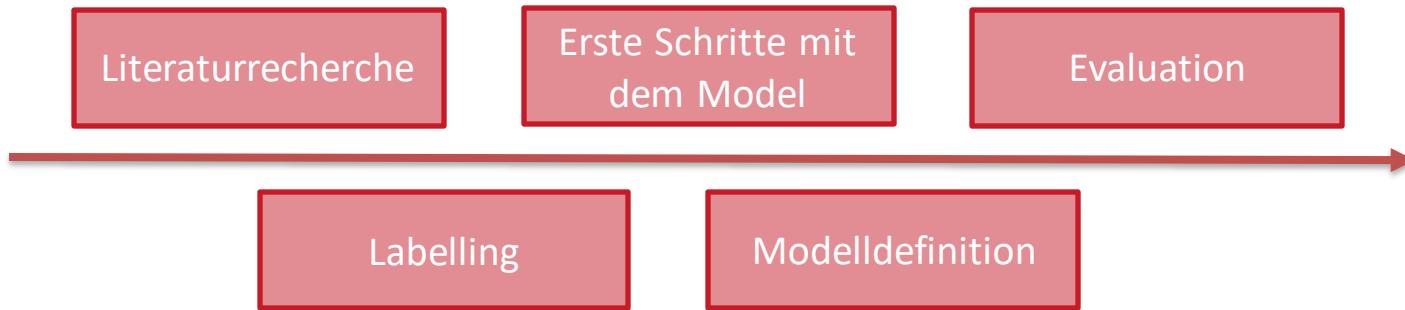
Hypertrophe Kardiomyopathie

Dilatierte Kardiomyopathie

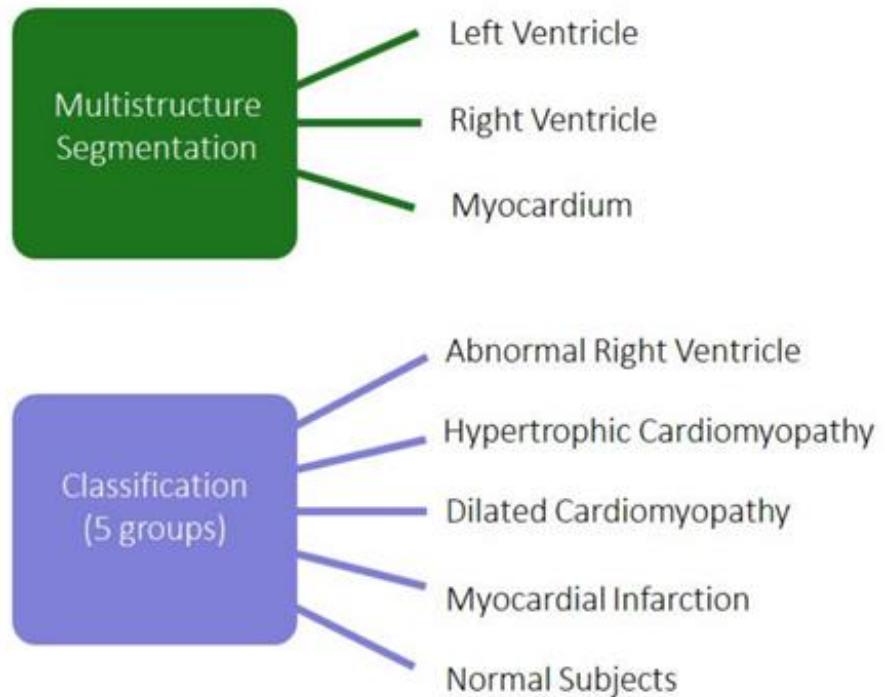
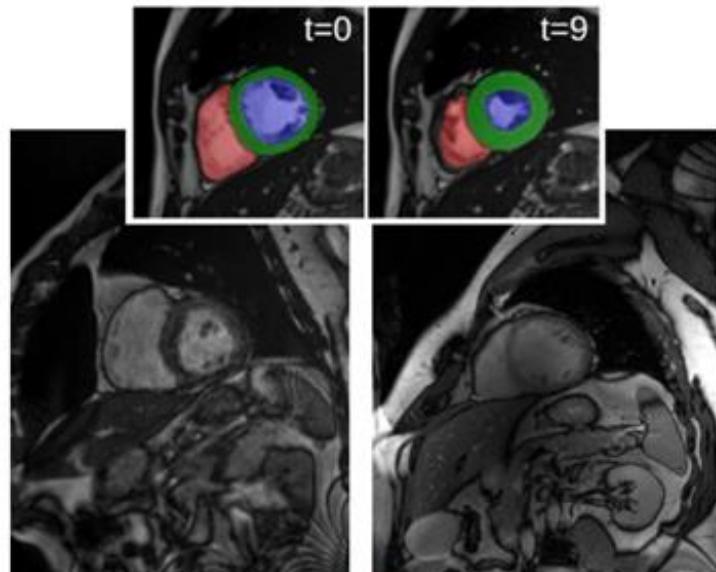
Myokardinfarkt

Normalbefunde

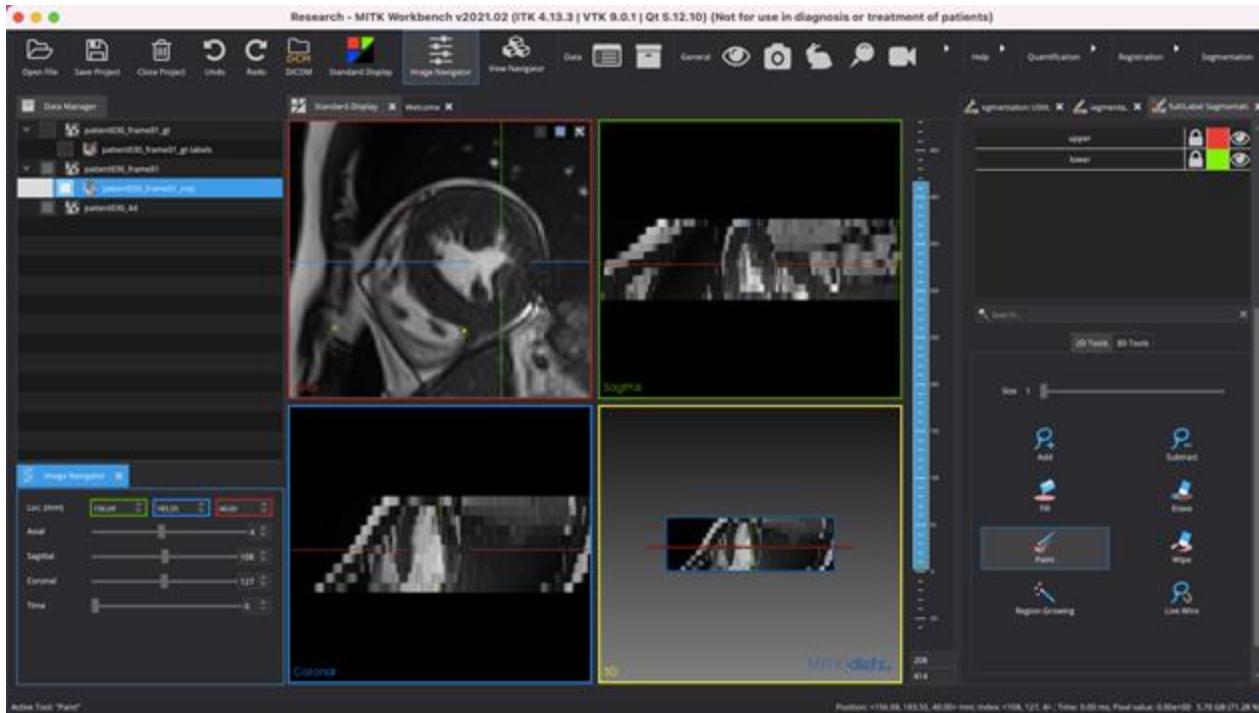
Meilensteinplanung



Automated Cardiac Diagnosis Challenge (MICCAI 2017)



Lösungsweg: Labelling im MITK



Lösungsweg: Segmentierung der RVIP's

Vorgehensweise bei der Segmentierung von RVIP

1. 4D Modell und beide files eines Frames (ES oder ED) in MITK öffnen.
2. Rechtsclick auf patientXXX_frameXX_gt "convert to segmentation".
3. Rechtsclick auf patientXXX_frameXX „create segmentation“.
4. Name eingeben „**patientXXX_frameXX_rvip**“ + OK klicken.
5. Name für den Label eingeben („upper“) + Farbe auswählen (rot für upper / grün für lower).

- a. Falls der Fenster rechts nicht automatisch geöffnet wird oben rechts auf „Segmentation“ + MULTI mit Pencil Abbildung auswählen



- b. Bei der **Data Selection** Fenster sollte stehen:
Patient Image: patientXXX_frameXX
Segmentation: patientXXX_frame_XX_rvip
- c. Falls nicht der Fall anpassen



6. Im Fenster rechts unten **Paint Tool** auswählen.
7. **Size 5** auswählen.
8. **Upper insertion point** nur in Schnitten segmentieren, die folgende Voraussetzungen erfüllen:
 - Eine durchgängig helle Struktur ist erkennbar.
 - Diese helle Struktur besitzt eine Halbkreisform.
9. Für die Segmentation des **upper** und **lower** RVIP gilt:
 - Sie sind definiert, als die Eck-/Ansatzpunkte, an denen der rechte Ventrikel in das Myokard übergeht.
 - Sie werden in der äußersten Ecke des rechten Ventrikels so segmentiert, dass die Hälfte der Pixel im hellen (Ventrikel) und die andere Hälfte im dunklen (Myokard) Bereich liegt.



- Schritt-für-Schritt-Anleitung in MITK
 - Festlegen der Benennung von Patientendaten
 - Definition der RVIP
- > Interobservervariabilität
- Testen

Lösungsweg: Aufgabenteilung

| | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | 81-90 | 91-100 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Arman | X | | | X | X | | | X | X | |
| Nike | X | X | | | X | X | | | X | |
| Niko | | X | X | | | X | X | | | X |
| Liza | | | X | X | | | X | X | | X |

- jeder Patientendatensatz wird von mehr als einer Person gelabelt
- Kontrolle der Interobservervariabilität

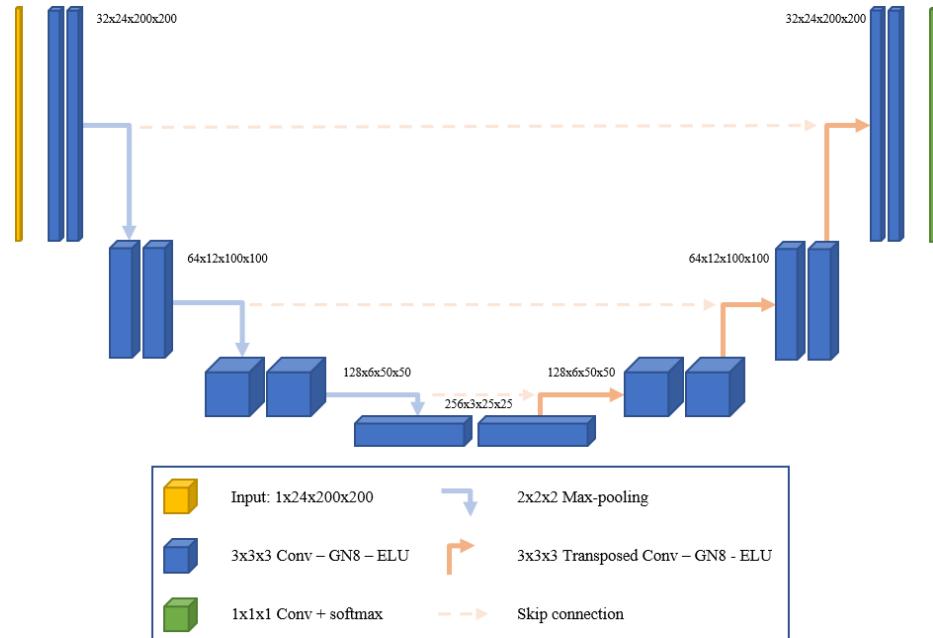
Lösungsweg

Verschiedene Lösungsmöglichkeiten:

- Region-Of-Interest Detection
- Semantische Segmentation

Multiclass-Semantic Segmentation

- U-Net
- Klassen:
 - RVIP_upper
 - RVIP_lower
 - Background



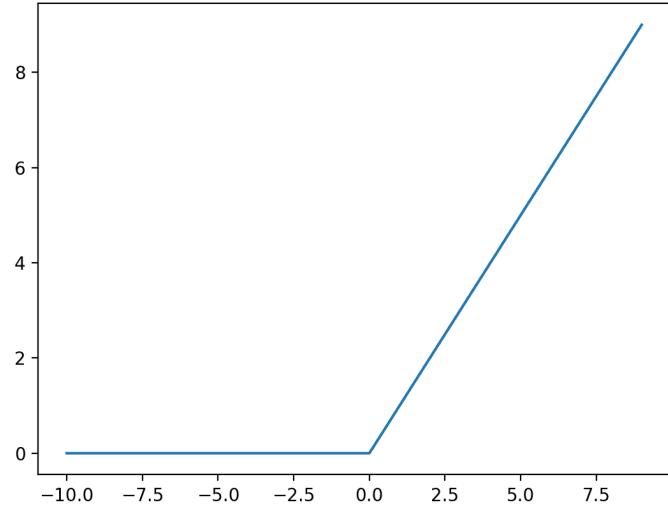
2D oder 3D

- 3D Volumen zu 2D Slices
- Jeweils Training inplane
- Predictions:
Slices zusammenfügen via Skript



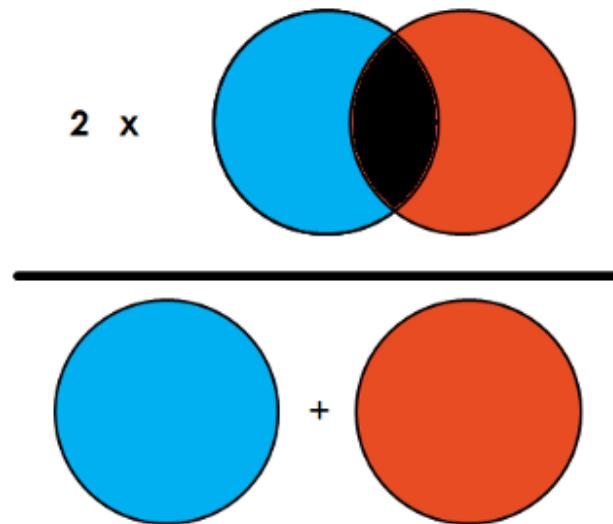
Parameter

- Optimizer: Adam
 - Activation Function: ReLu
 - Learning Rate Decay
-
- Augmentation
 - Batch Size: 8
 - Batch Normalisation



Parameter

- Output-Layer: Sigmoid Funktion
- Loss-Funktion: BCE-Dice



Kreuz-Validierung

- 100 Patienten
- 4 folds a 25 Pat.
- 5 pro Pathologie



Trainings-Ergebnisse

Training:

Mean Train-Dice: 0.58

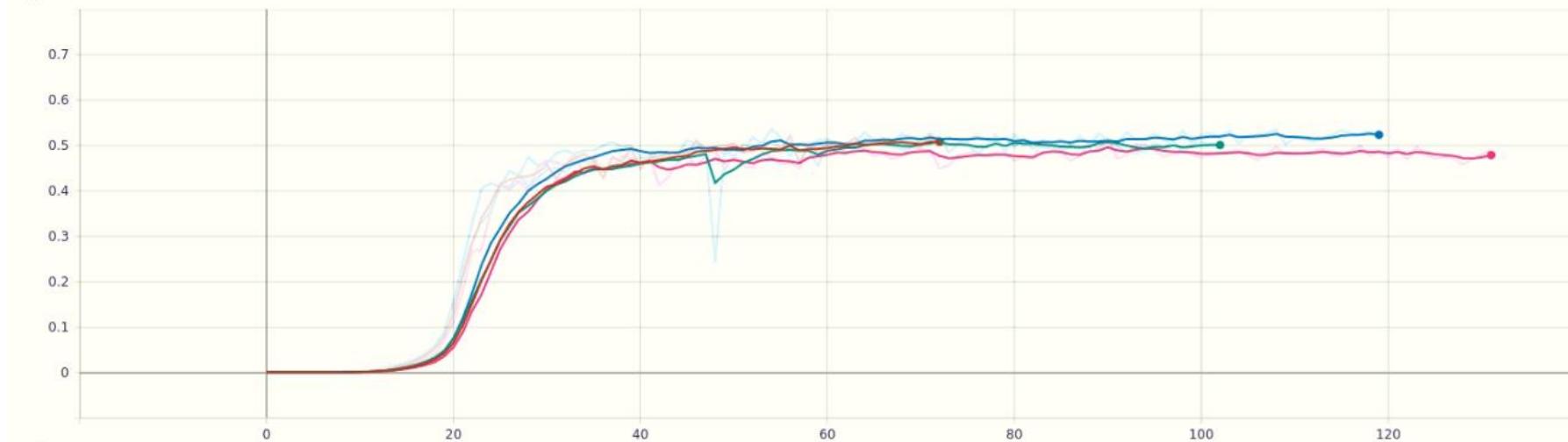


Trainings-Ergebnisse

Validation:

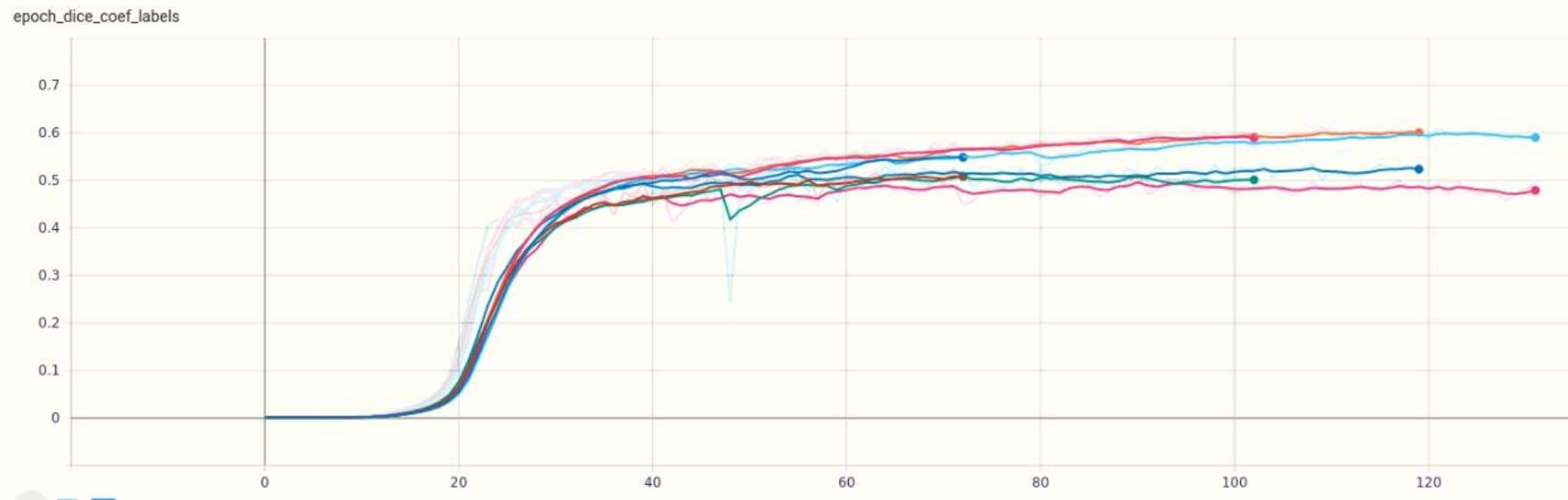
Mean Val-Dice: 0.5

epoch_dice_coef_labels

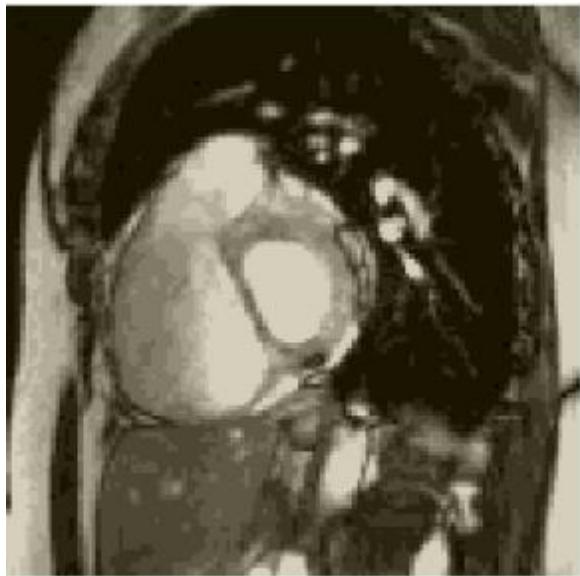


Trainings-Ergebnisse

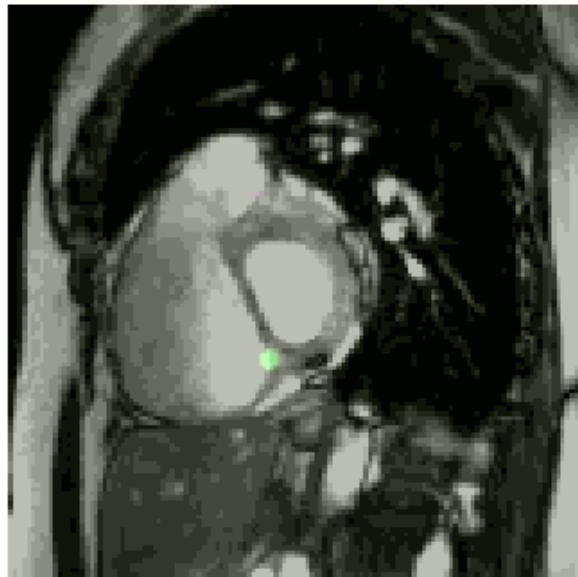
Training und Validation



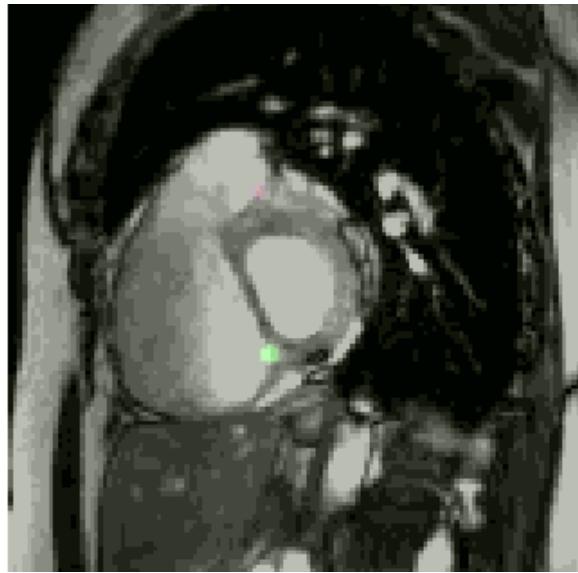
Trainings-Results



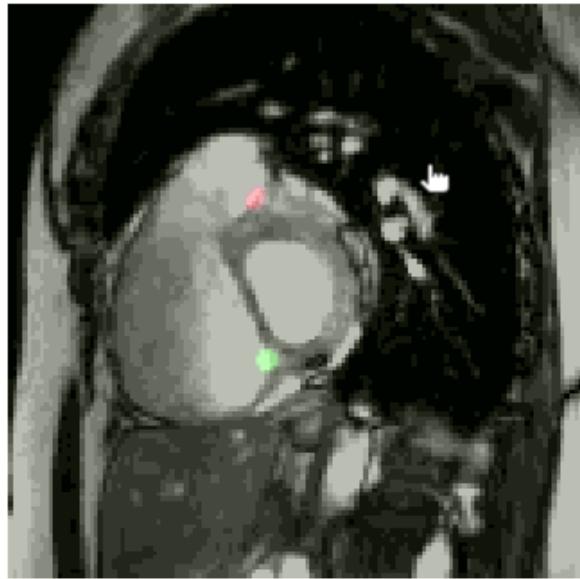
Trainings-Results



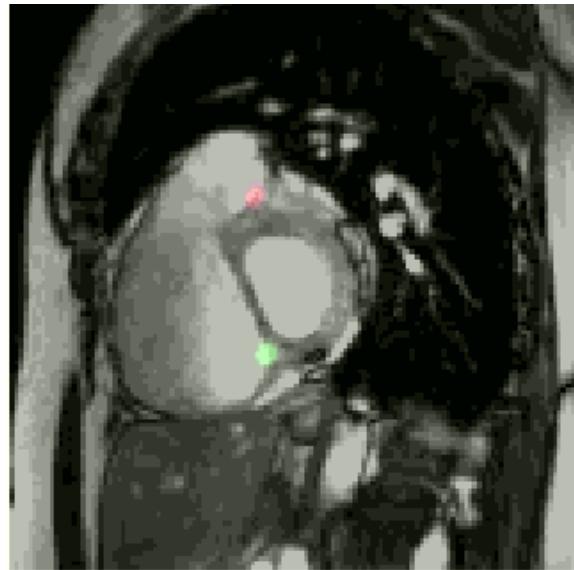
Trainings-Results



Trainings-Results



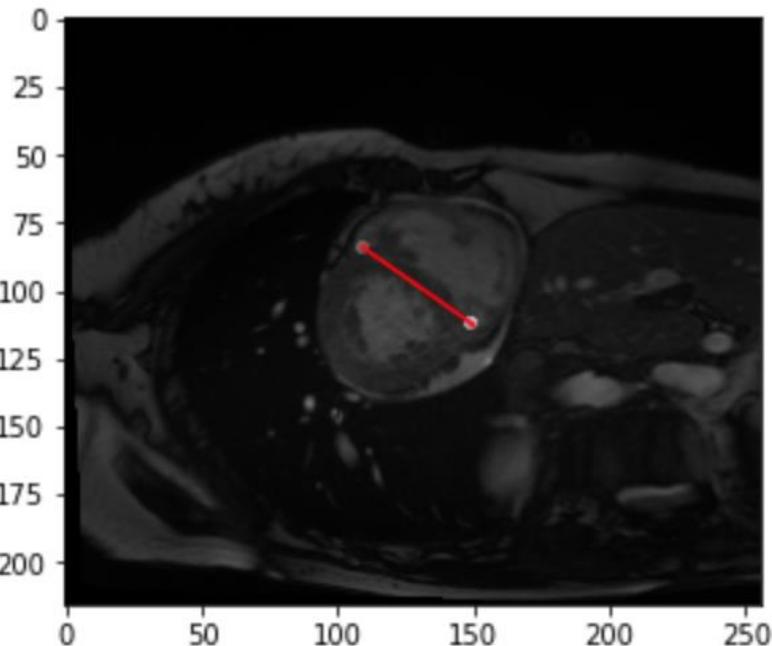
Trainings-Results



Resultate

- Drei Sets mit Daten von 100 Patienten:
 - manuell Labels gesetzt (1st observer)
 - manuell Labels gesetzt (2nd observer)
 - Modell Predictions
- Auswertung in Python von:
 - Interobserver Variabilität
 - Predictions vs ground truth

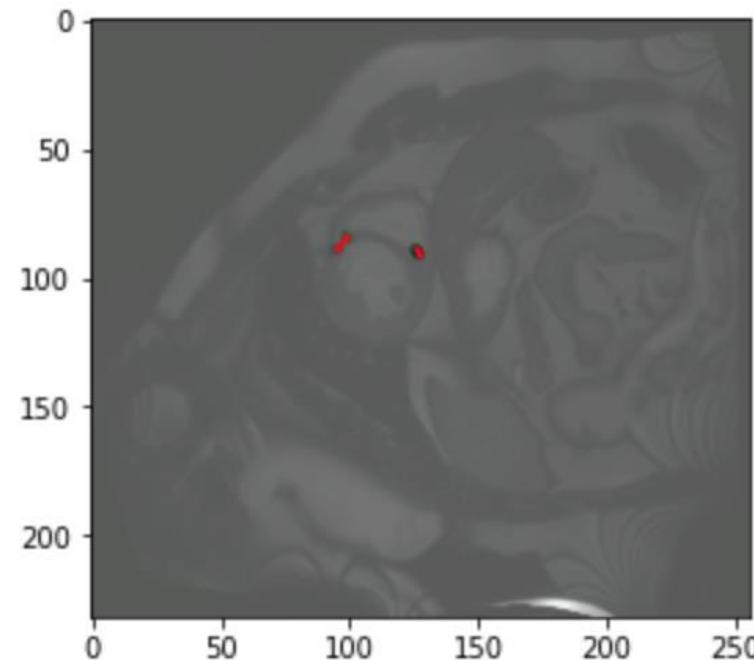
Resultate: Interobserver Variabilität



- 200 Masken (3D-Dateien) x2
- In jedem 2D-Slice zwei Labels (je 5 Pixel)
- Ausgangspunkt: Centroide von jedem Label bestimmen
- RVIP-line zwischen Centroiden

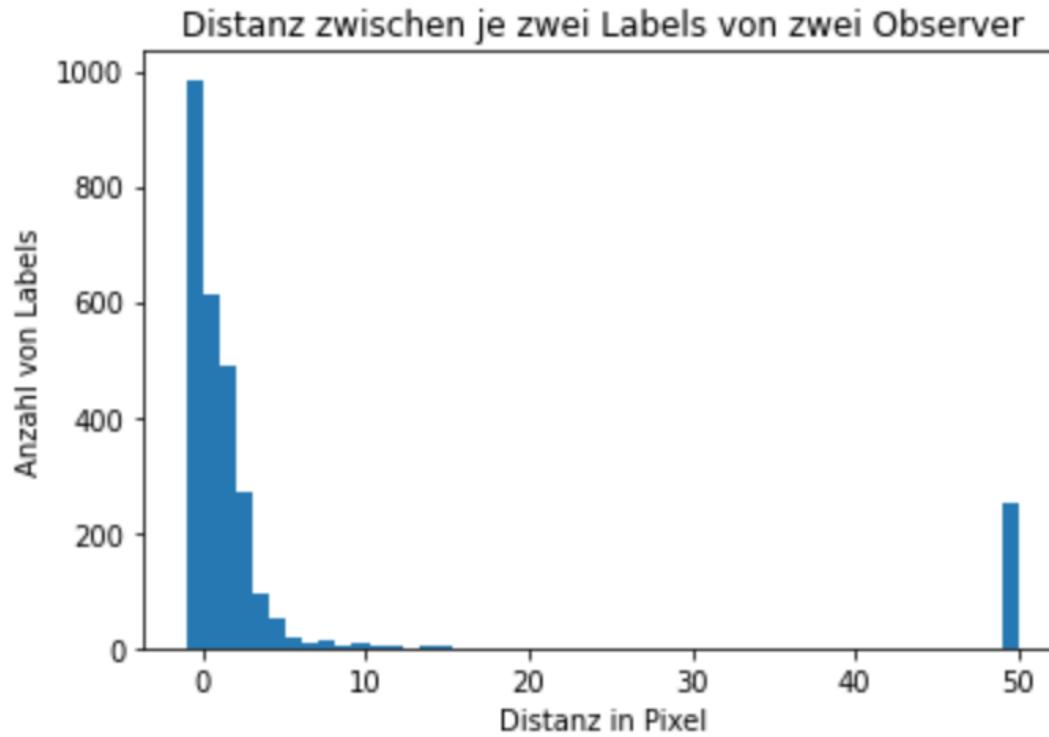
Resultate: Interobserver Variabilität

- Euklidische Distanz zwischen Centroiden von Labels für zwei Observer
- In Pixel gemessen
- Penalties falls Labels von nur einem Observer

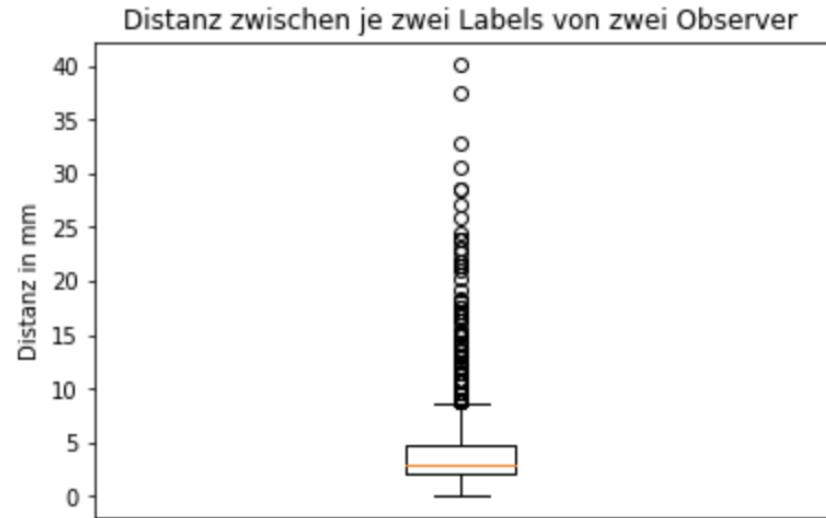
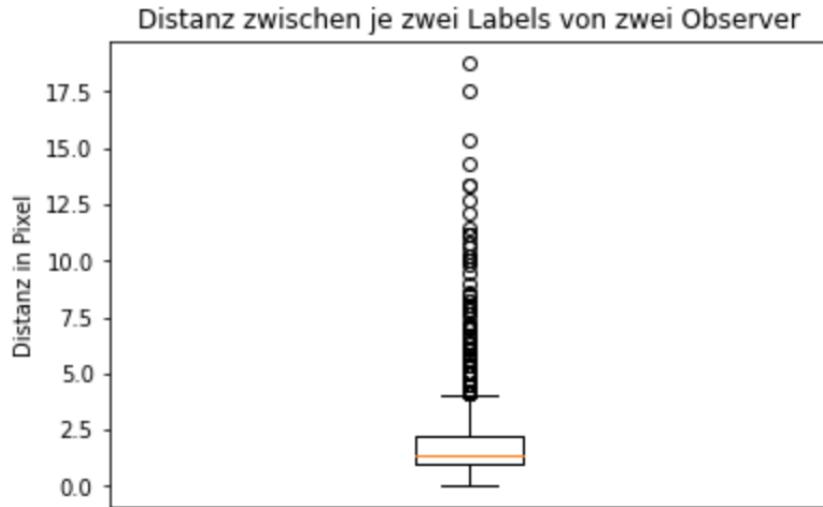


Resultate: Interobserver Variabilität

- keine Labels → -1
- nur ein Observer → 50



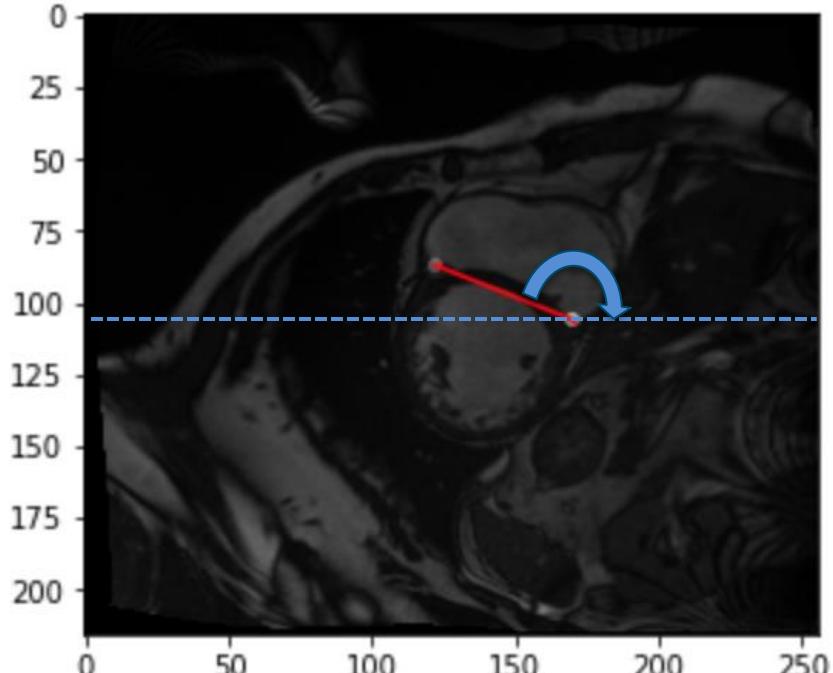
Resultate: Interobserver Variabilität



(Nur “wahre” Distanzen)

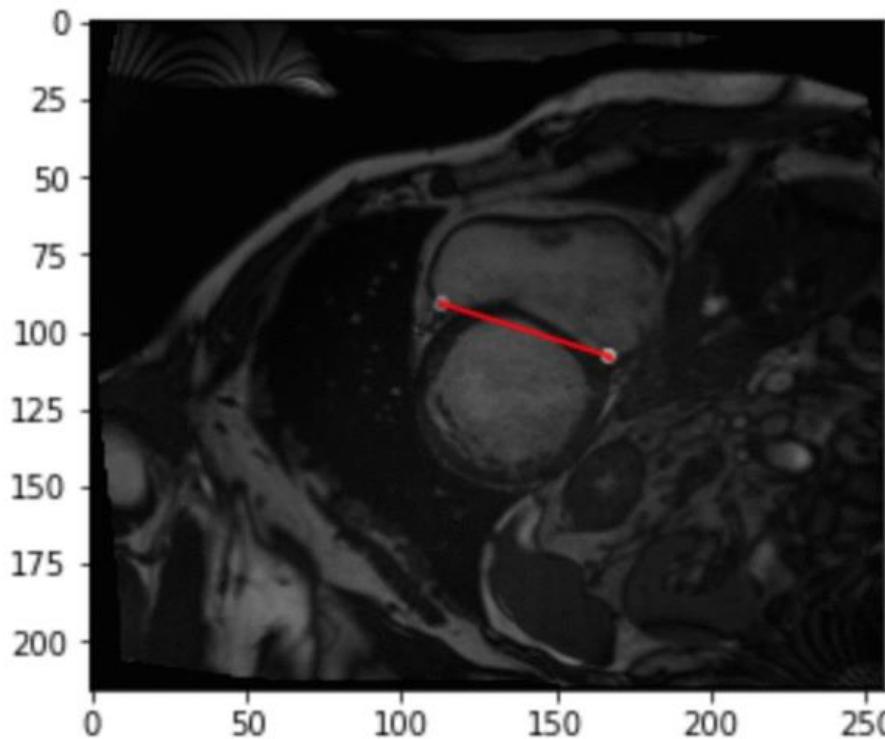
Resultate: Interobserver Variabilität

- Winkel zwischen RVIP-line und x-Achse
- In Grad gemessen



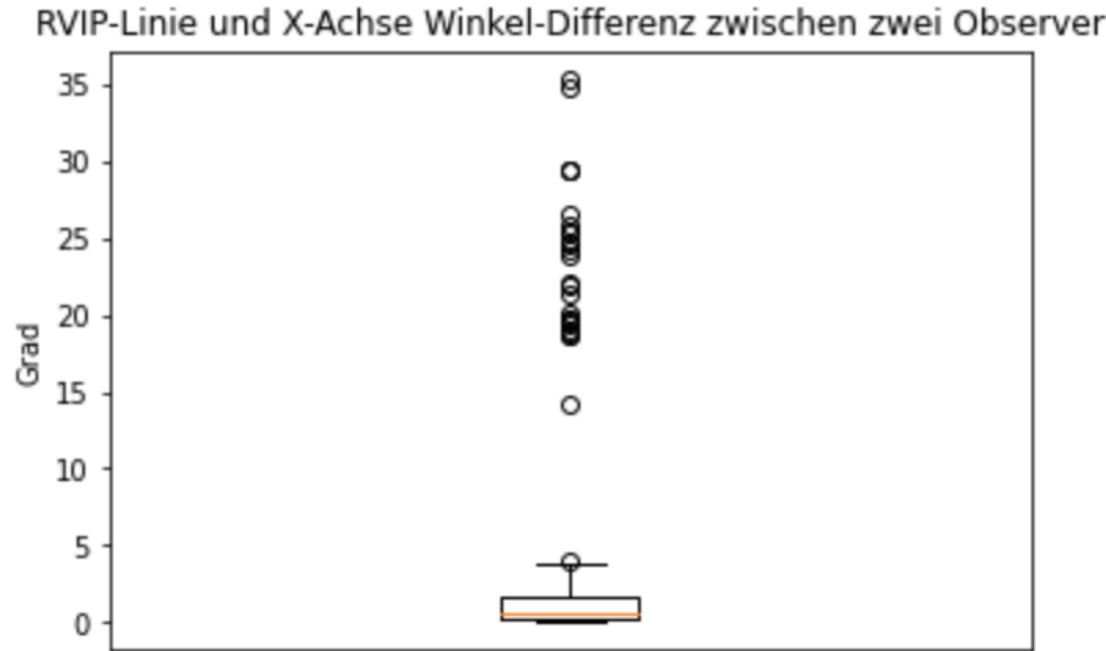
158.4046895510323

Resultate: Interobserver Variabilität



Resultate: Interobserver Variabilität

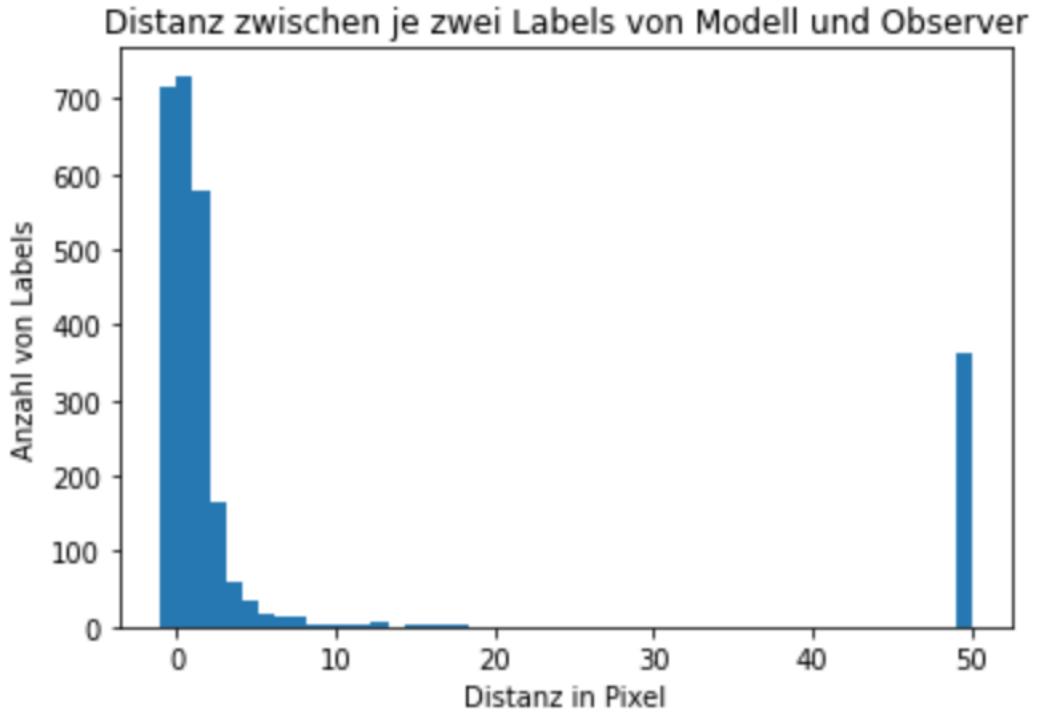
- Für jede 3D-Maske gemittelter Winkel berechnet
- Differenz zwischen Winkeln bei gleichen Files zwischen zwei Observers berechnet



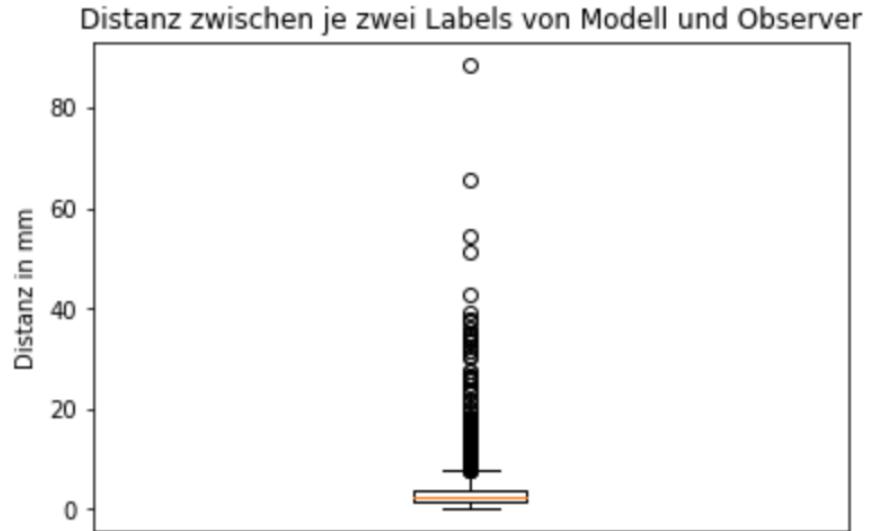
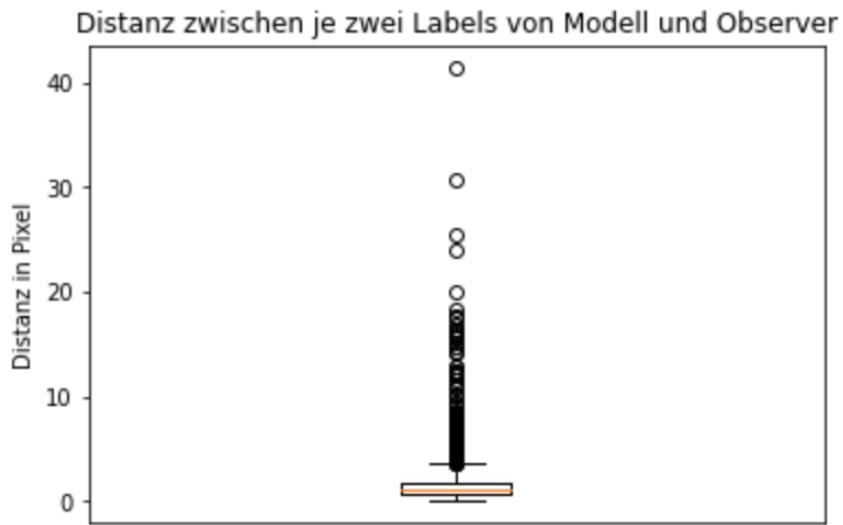
Resultate: Predictions vs ground truth

25 Patienten im Validation Set x4

- keine Labels → -1
- nur ein Set von Labels → 50



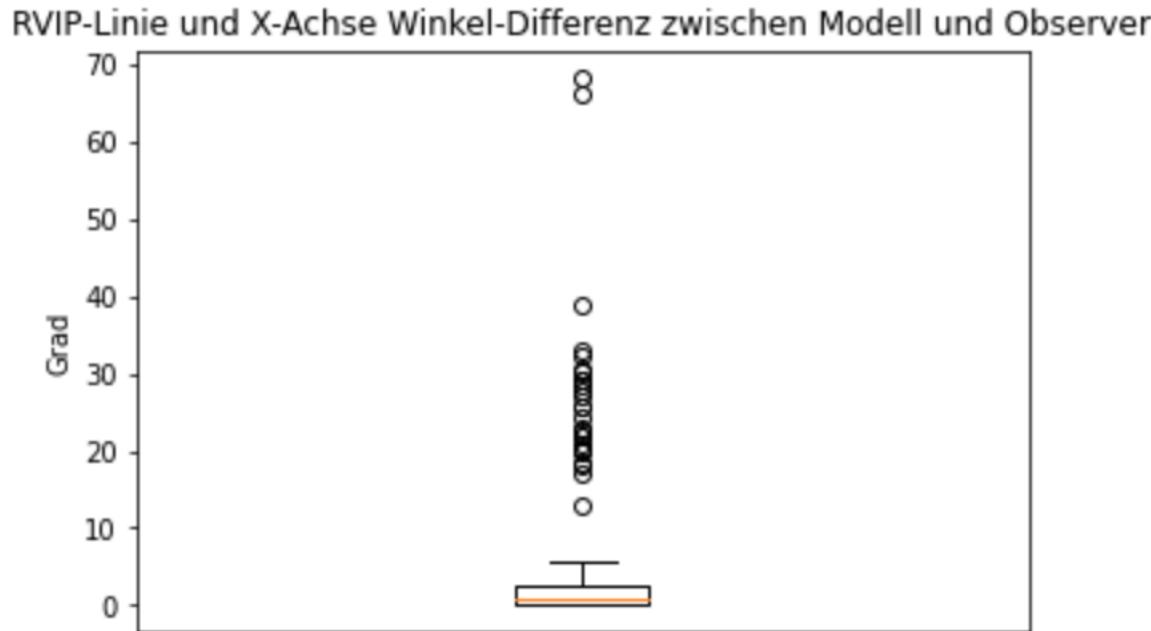
Resultate: Predictions vs ground truth



(Nur “wahre” Distanzen)

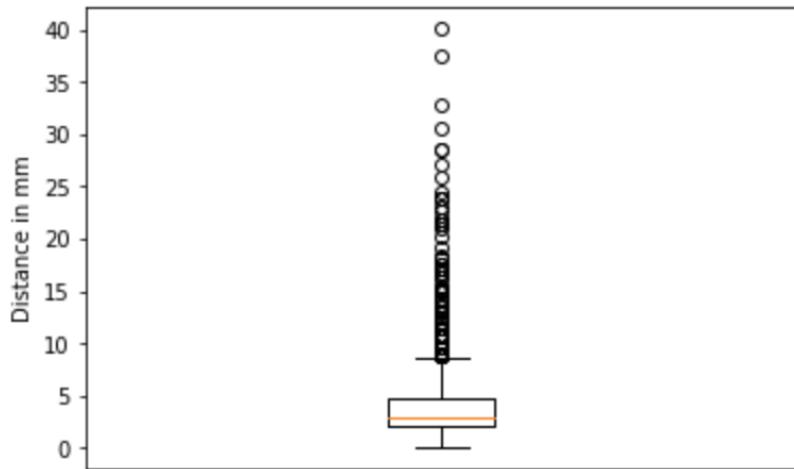
Resultate: Predictions vs ground truth

- Für jede 3D-Maske gemittelter Winkel berechnet
- Differenz zwischen Winkeln bei gleichen Files zwischen Modell Observer und berechnet

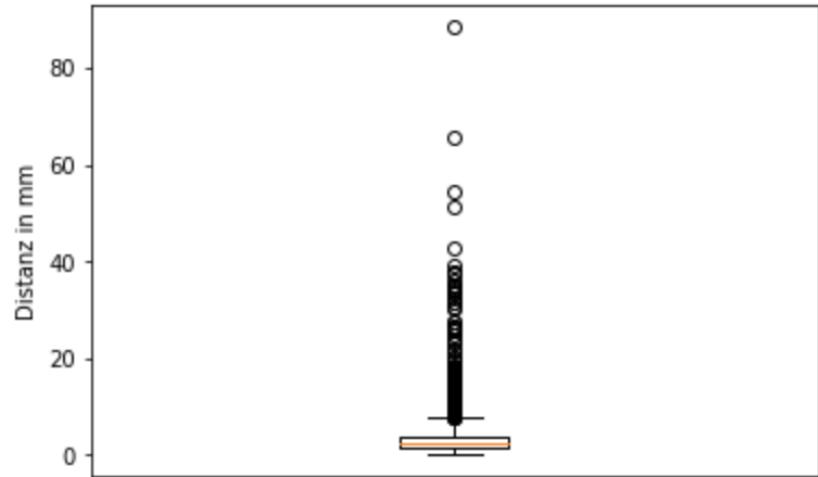


Resultate: Vergleich

Distances between each two labels of two different observers

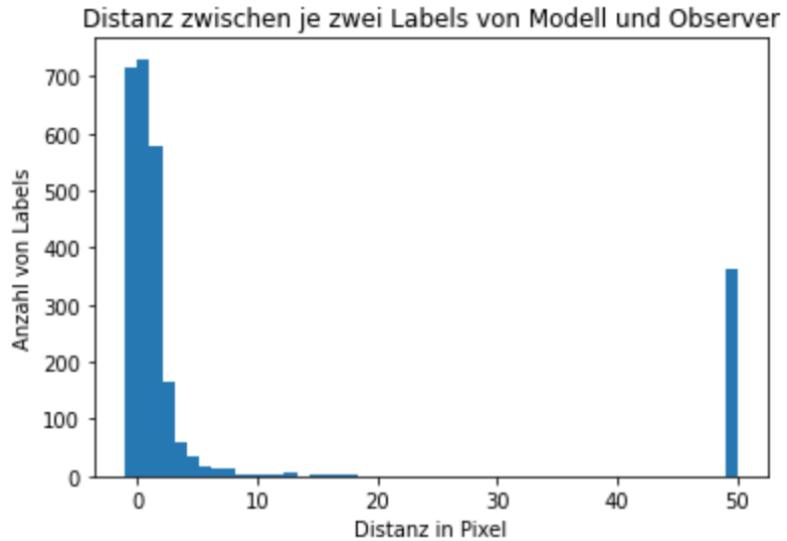
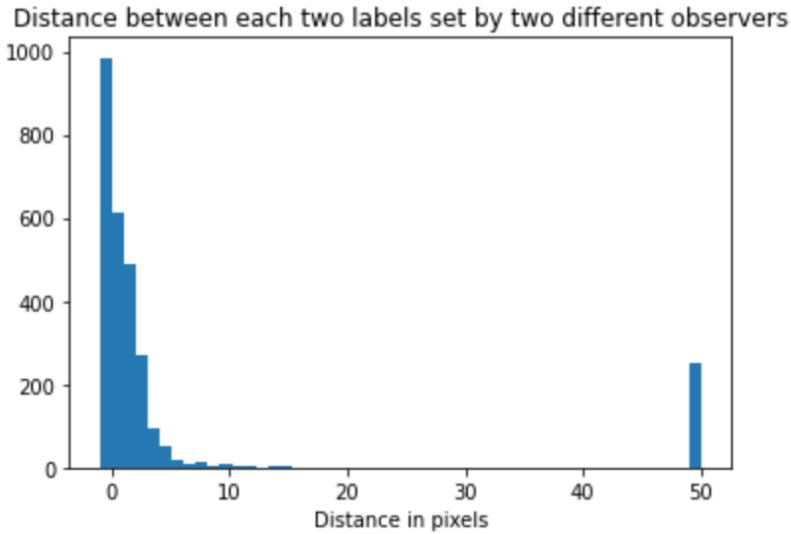


Distanz zwischen je zwei Labels von Modell und Observer



(Nur “wahre” Distanzen)

Resultate: Vergleich



Resultate: Vergleich

Interobserver

- mean = 1.74
- std = 1.78

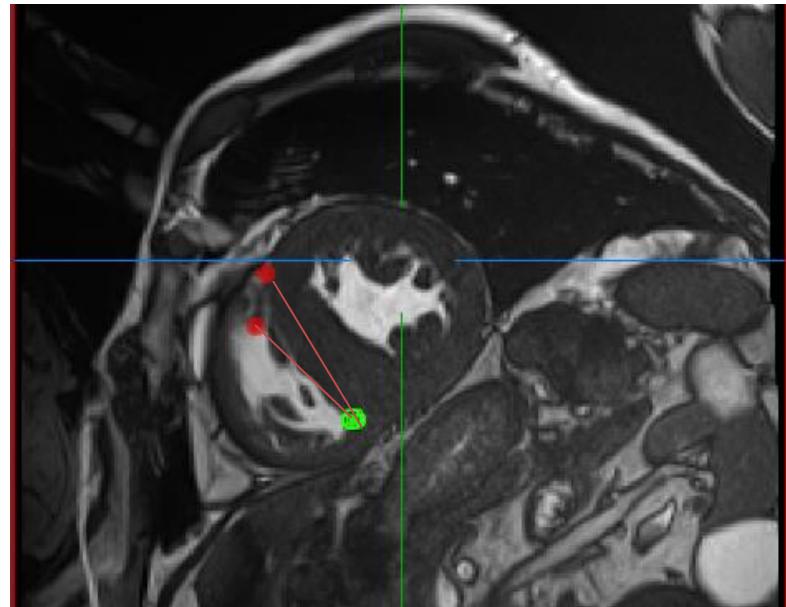
Prediction vs ground truth

- mean = 1.77
- std = 2.59

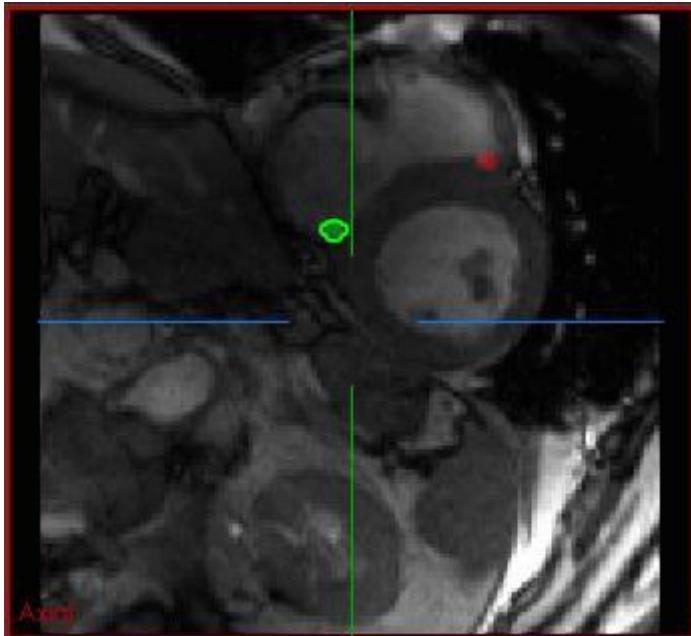
Resultate: Pfade

- Git Repo: https://github.com/Cardio-AI/wft21_septum_landmark_detection.git
- Processing Skript: <https://colab.research.google.com/drive/1-wiDHzgGkPV13ZMaZLkvk5IYZSi6U5qm?usp=sharing>

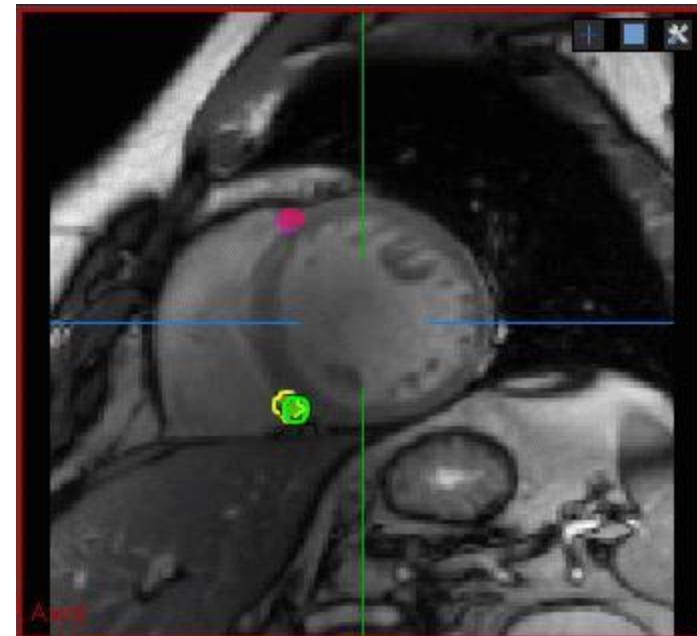
Qualitative Auswertung: Interobservervariabilität



Visuelle Auswertung - Vergleich Folds



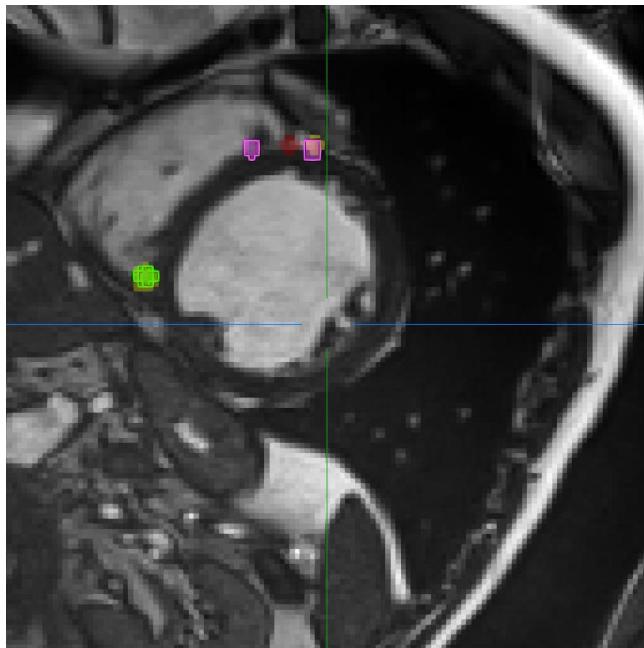
Fold 3



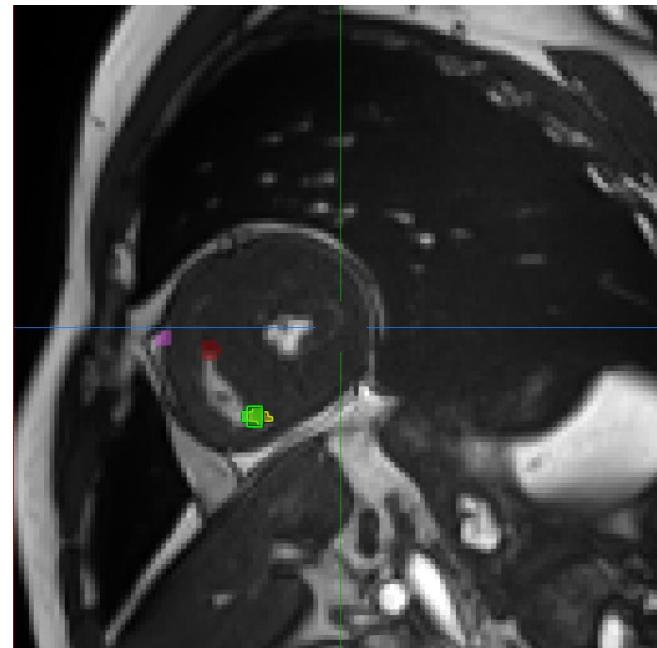
Fold 2

Resultate: prediction vs. ground truth

Dilatative Kardiomyopathie

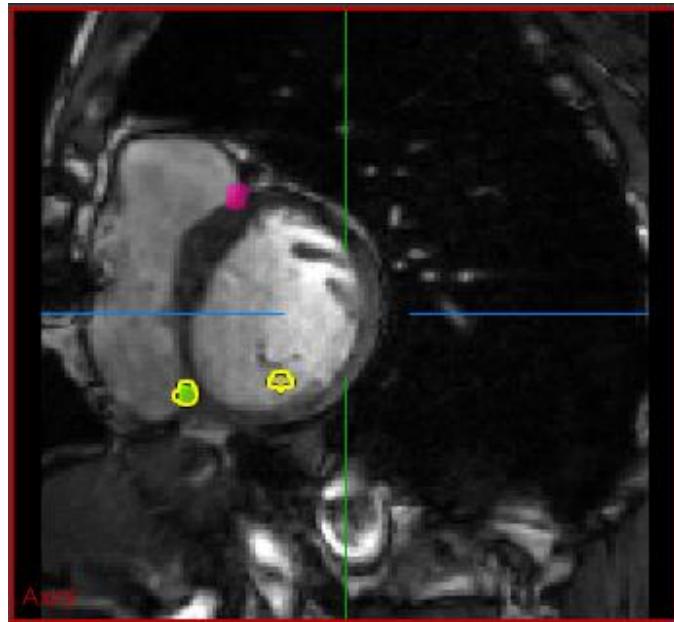


Hypertrophe Kardiomyopathie

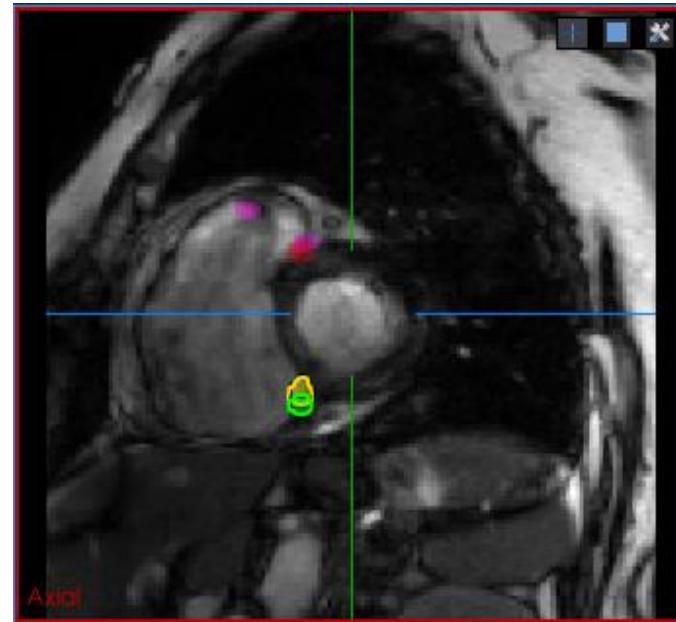


Resultate: prediction vs. ground truth

Myokardinfarkt



Abnormaler rechter Ventrikel



Limitationen

- Welche Limitierungen existieren?
 - Zeitlich
 - Infrastruktur
- Wo gab es die größten Schwierigkeiten?
 - große Codebase
 - Aufgabenverteilung



Verbesserungsmöglichkeiten

- Parametrisieren
- Mehr Daten
- Generator-Schritte umkehren
- Softmax für Multiclass-Segmentation
- Categorical Cross Entropy

