

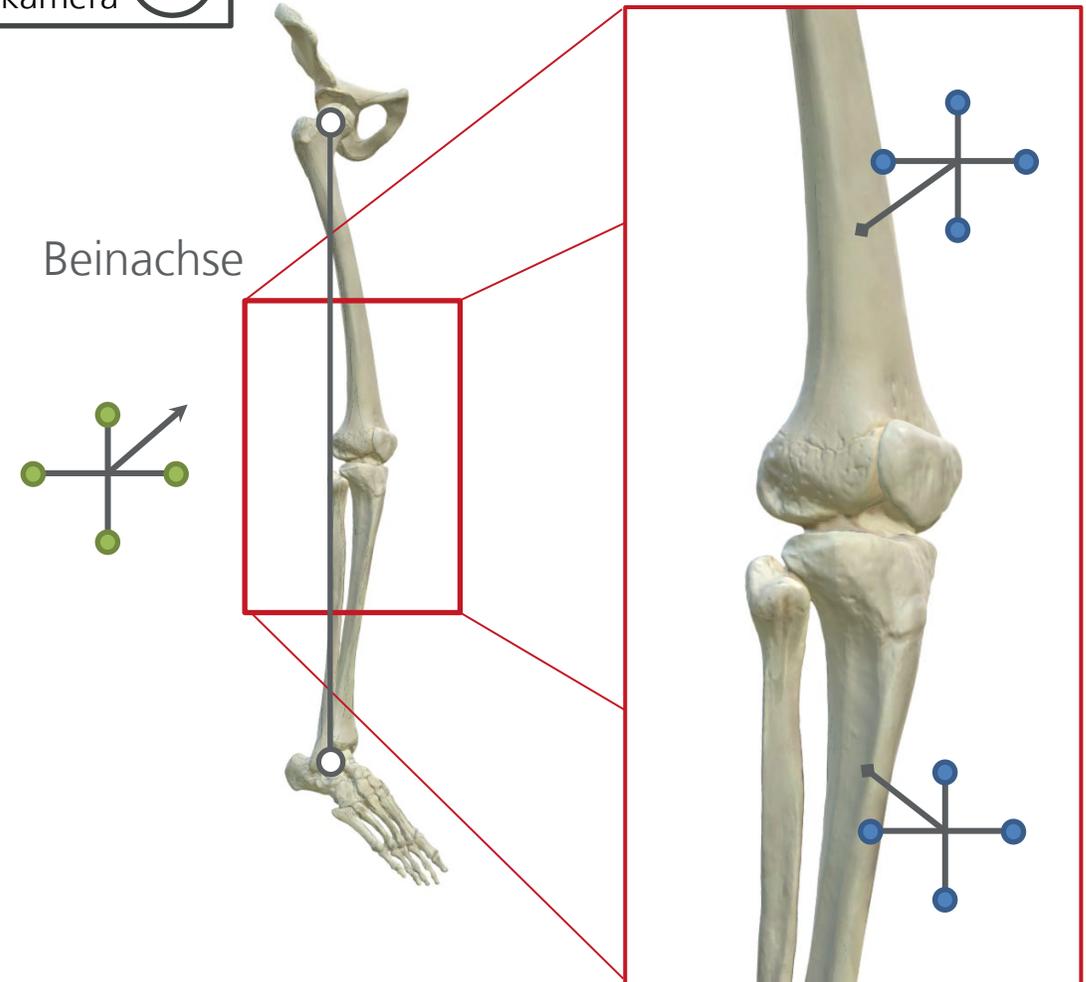
Oldenburger 3D-Tage 2024

Untersuchungen zu einem KI-basierten SLAM-Verfahren
für ein trinokulares Kamerasystem zur 3D-Erfassung der
Knieoberfläche

Arne Schierbaum, Tobias Neiß-Theuerkauff, Frank Wallhoff, Till Sieberth, Thomas Luhmann

Oldenburg, 31.01.2024

- Erhöhte Präzision bei Computergestützte Implantation künstlicher Kniegelenke (Moret und Hirschmann 2021)
- Intraoperative Positionsbestimmung des Kniegelenks zur Beinachse (Stübig et al. 2020)
- Verschraubte optische Marker an Femur und Tibia
- Weitere chirurgische Eingriffe belasten das Patientenwohl



(3B Scientific 2024)

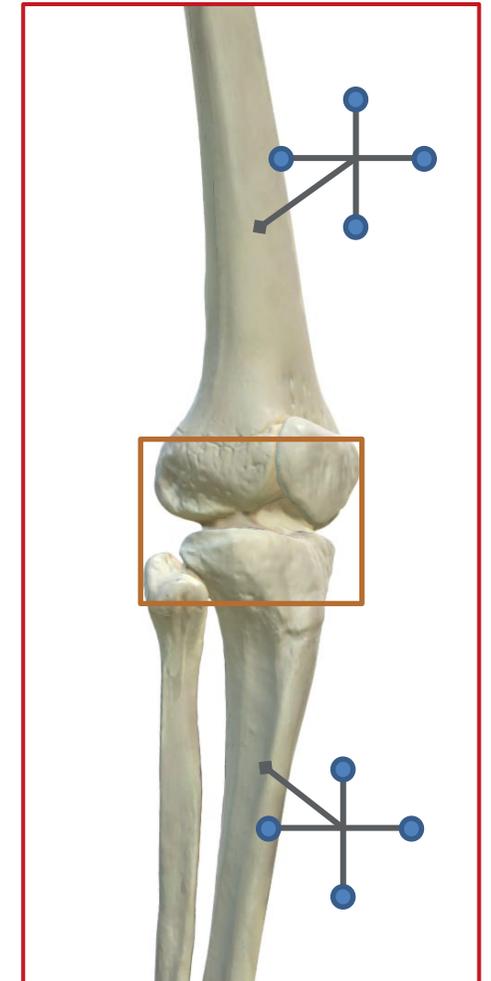
Zusätzliche chirurgische Eingriffe
minimieren



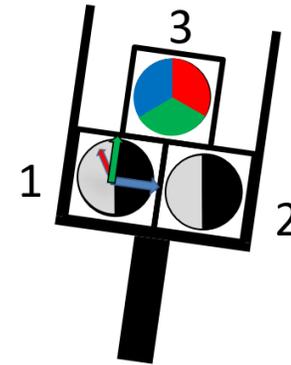
Markierungsfreie 3D-Erfassung der Knieoberfläche

- Oberflächengenauigkeit: 0,5 mm
- Handgeführtes Kamerasystem
- Intraoperative Echtzeit-Erfassung

Beinachse

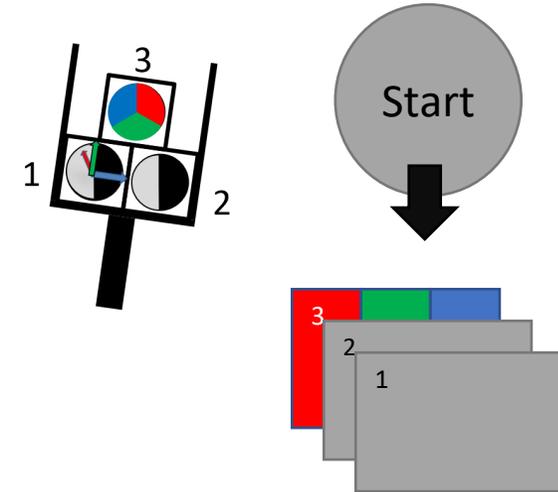


- Kameras als gleichseitiges Dreieck angeordnet
- Vorab kalibriertes System
- Überlappungsbereich ~ 93%
(Kahmen et al. 2020)
- Robuste Merkmalszuordnung trotz geringer Textur (Conen et al. 2016)

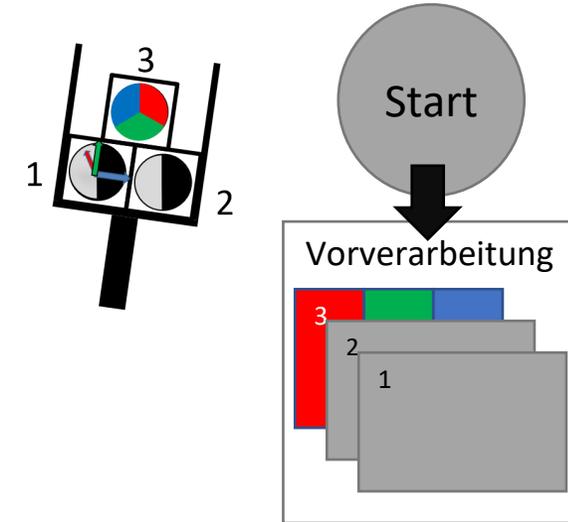
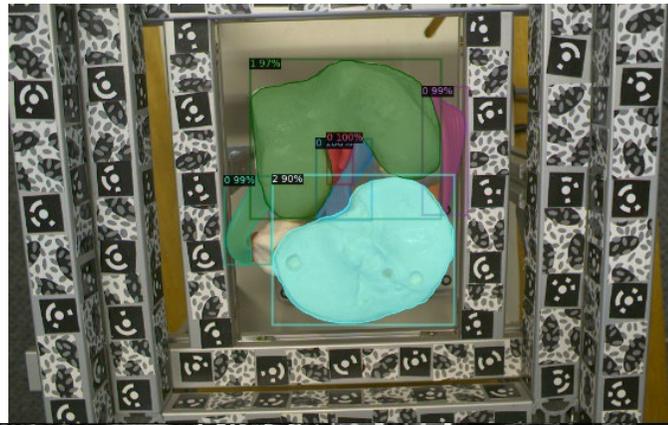


(Kahmen et al. 2020)

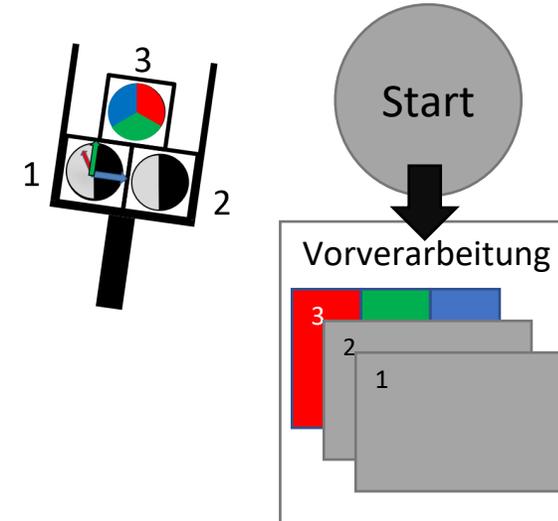
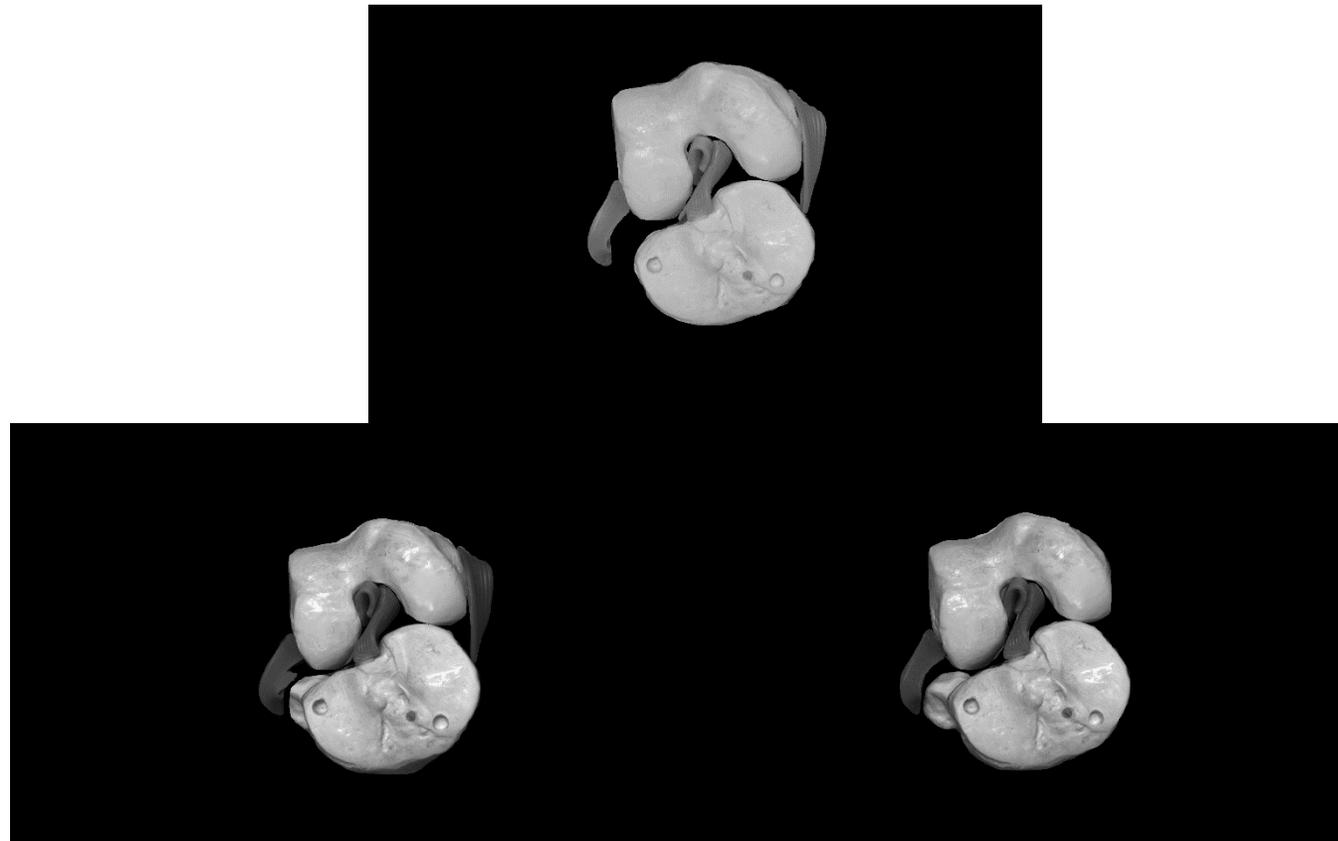


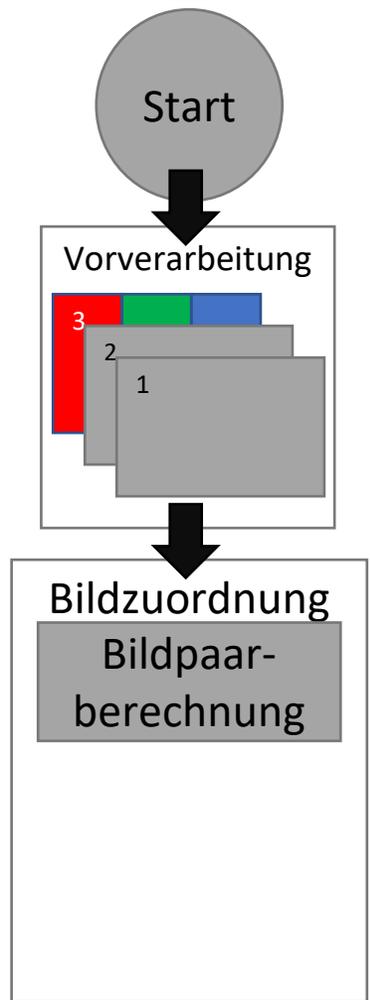
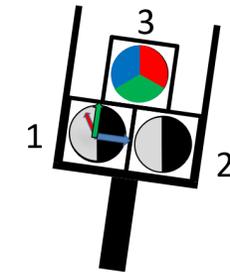
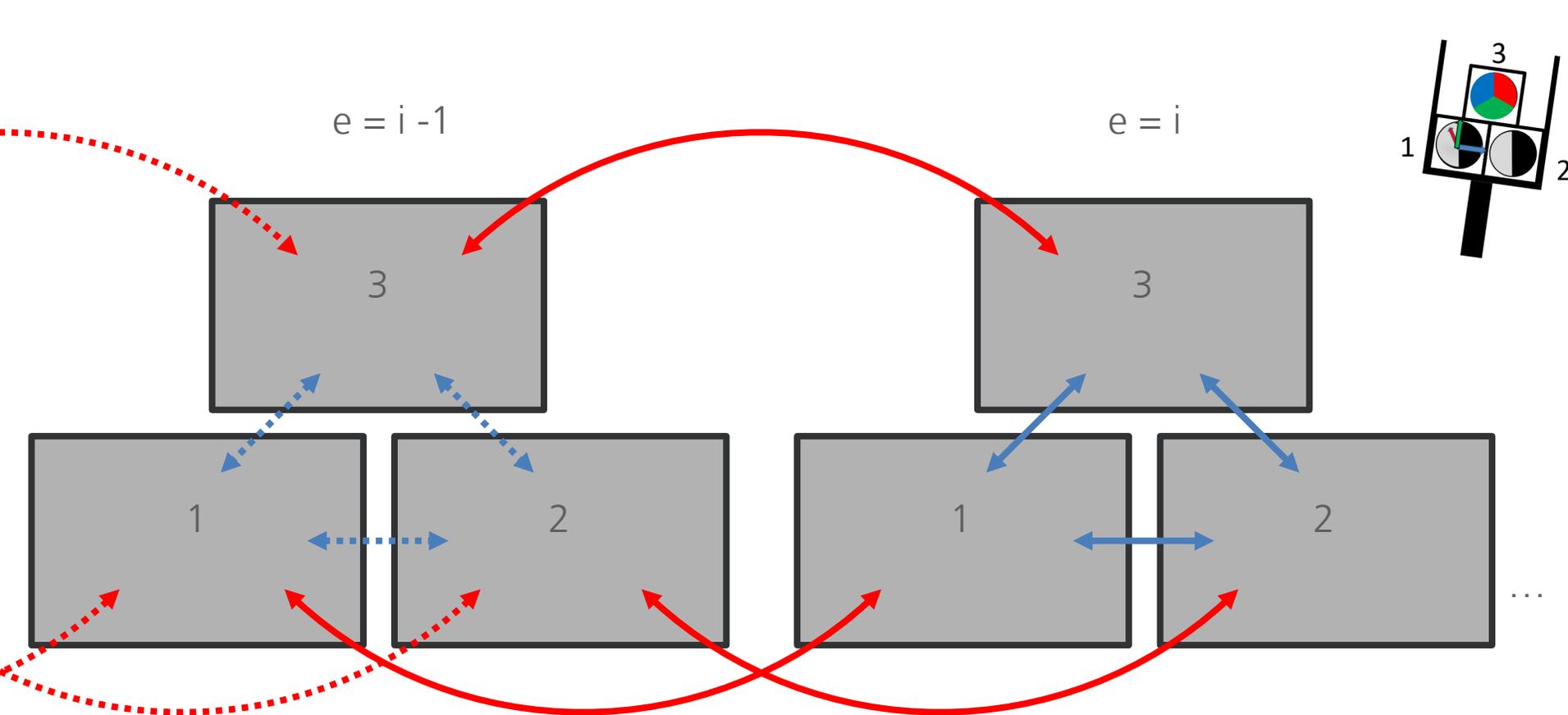


- Detectron2 (Wu et al. 2019)

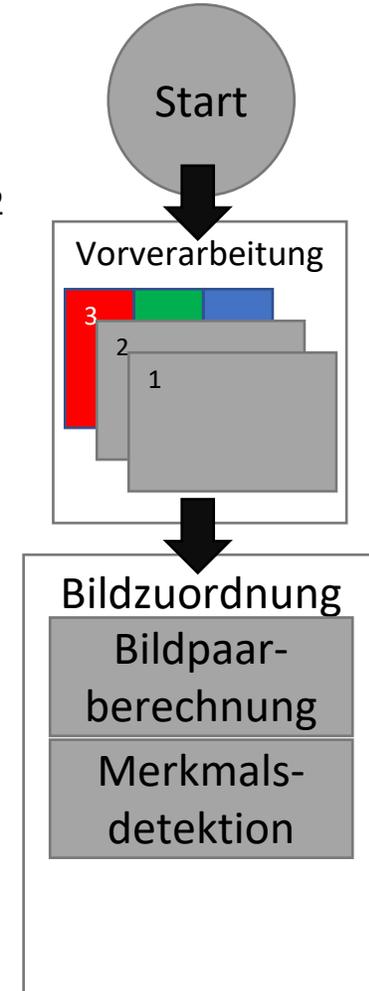
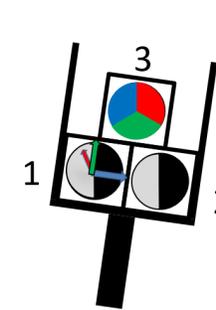
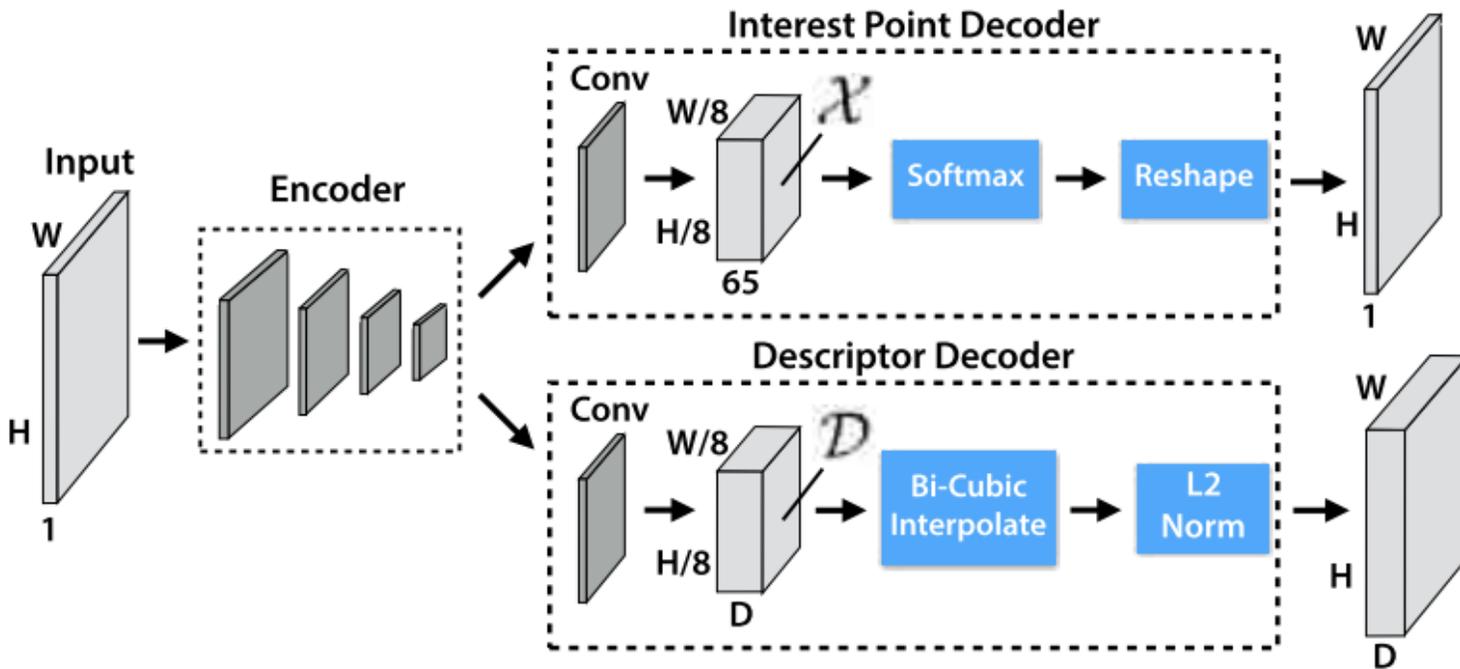


- Erkennung nach:
 - Femur
 - Tibia
 - Bänder



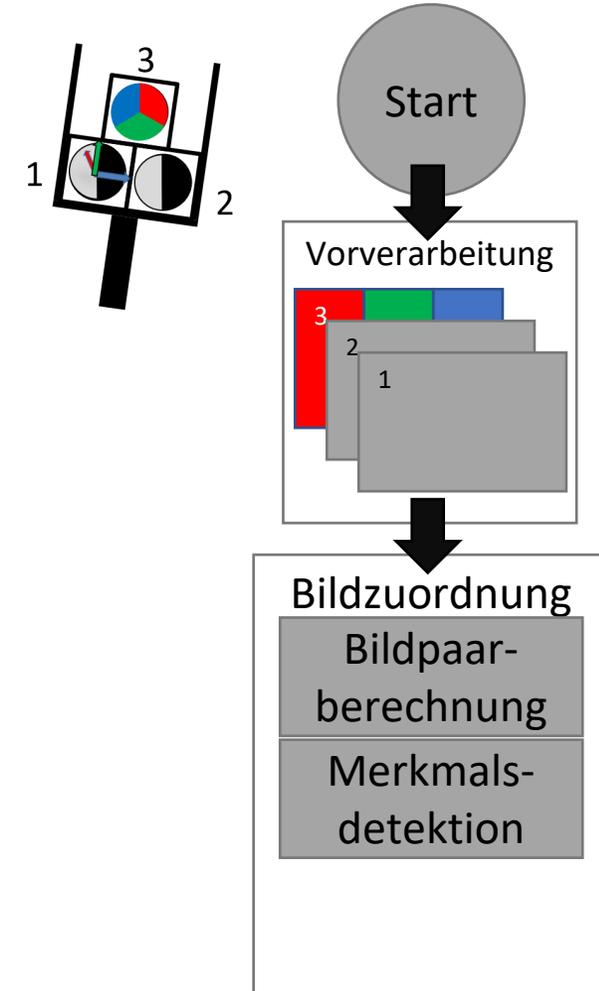
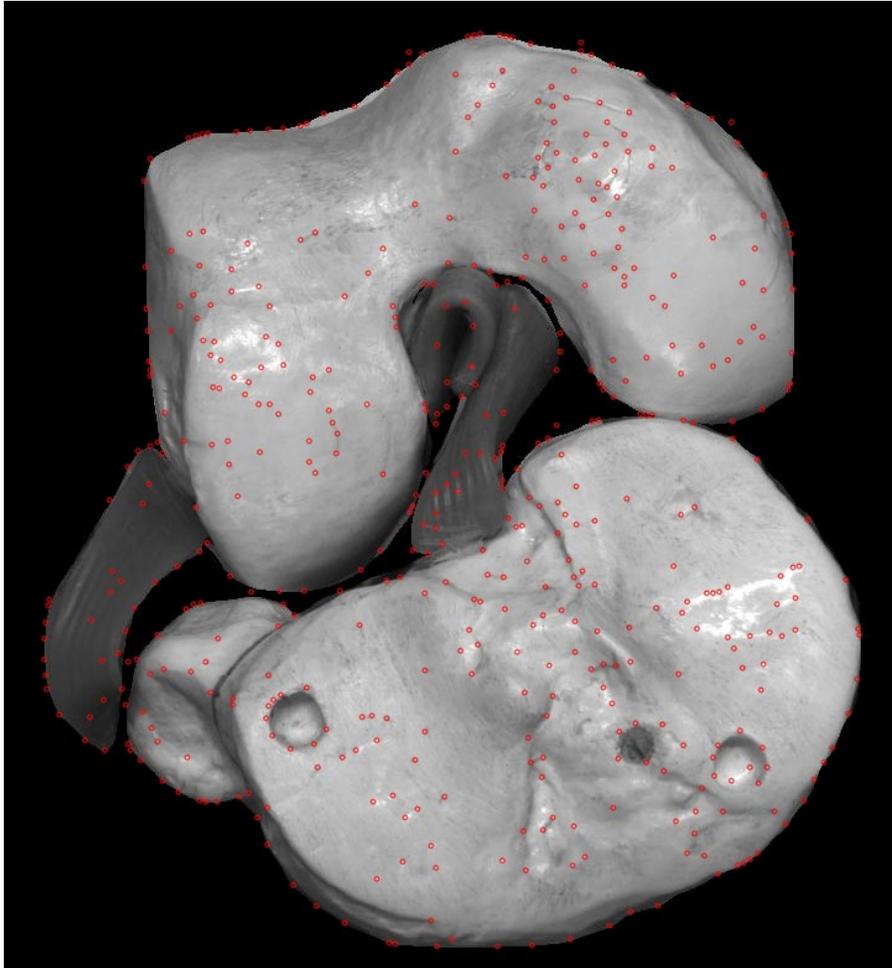


- SuperPoint (DeTone et al. 2018)

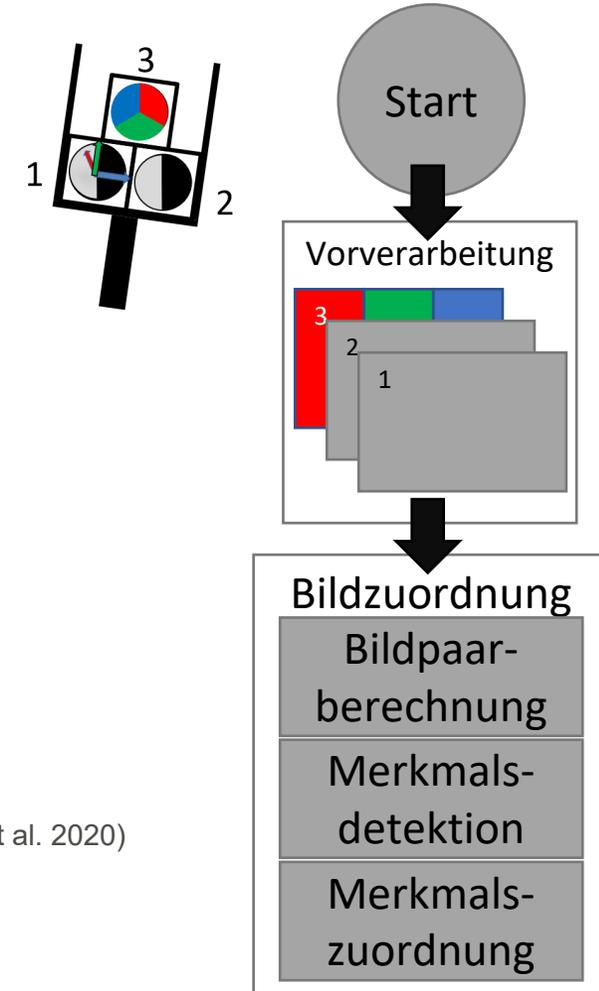
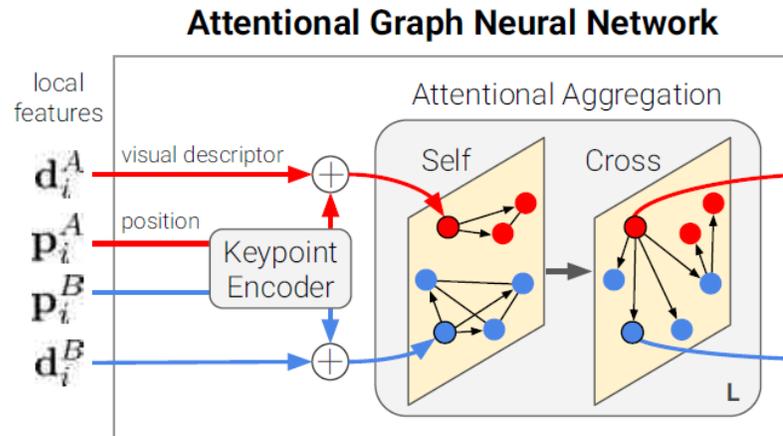


(DeTone et al. 2018)

- SuperPoint (DeTone et al. 2018)

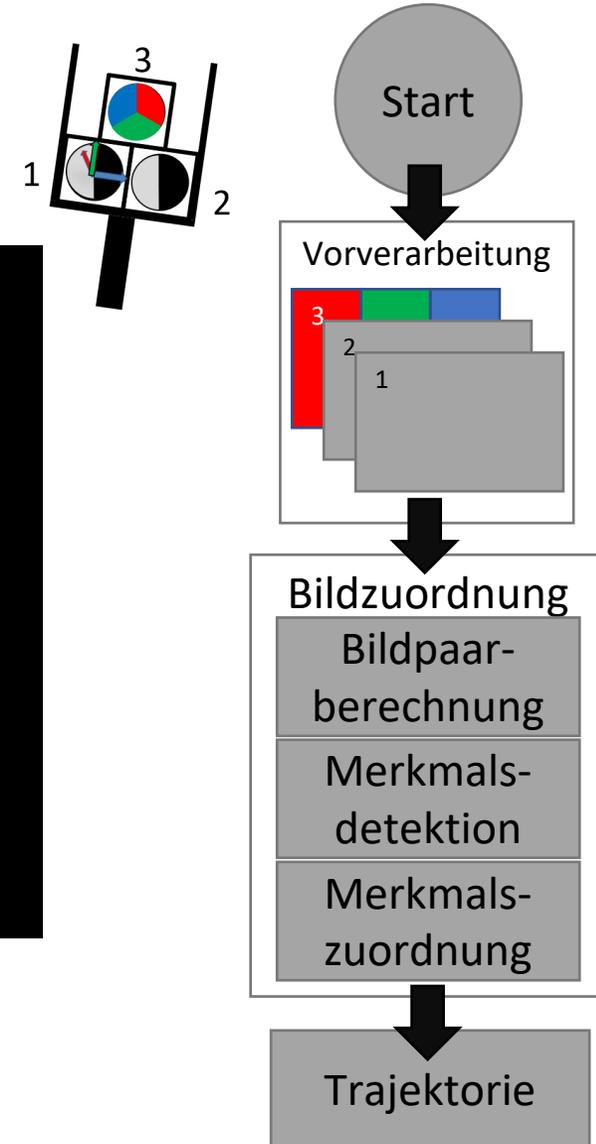
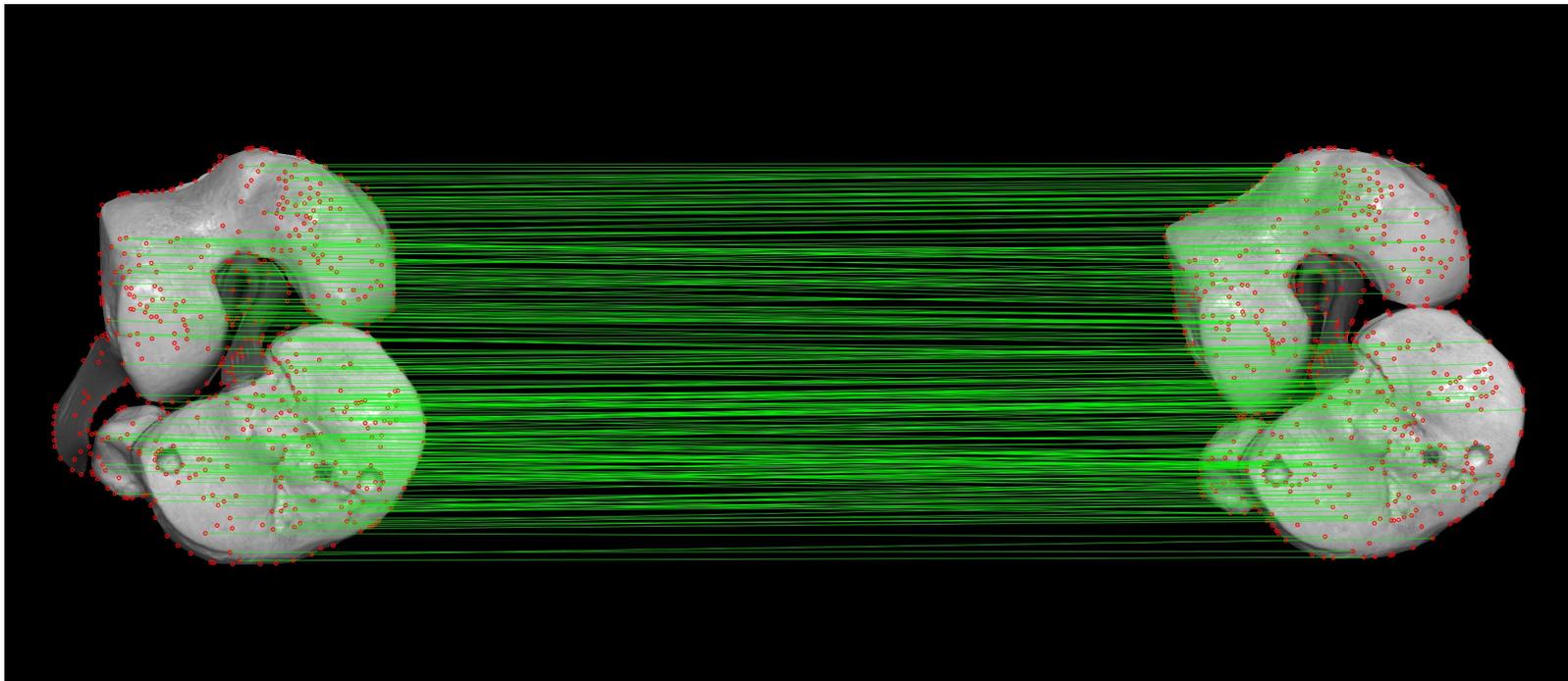


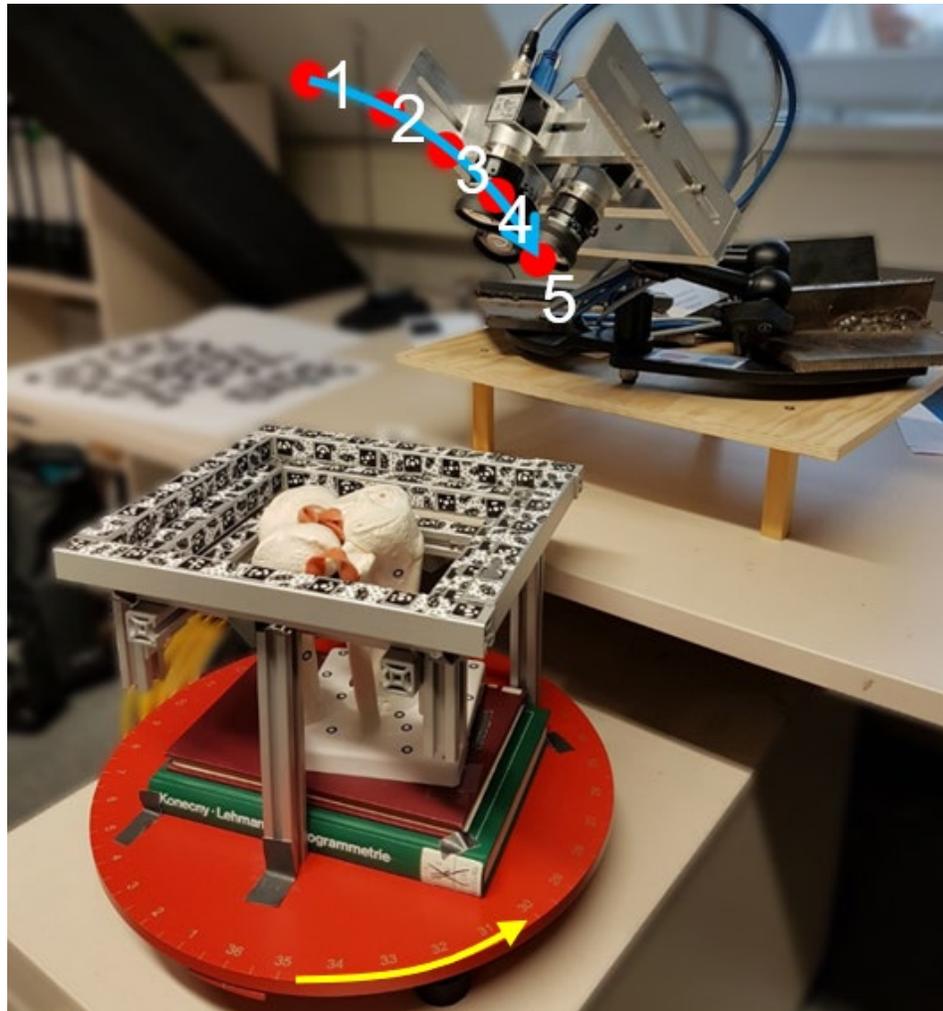
- SuperGlue (Sarlin et al. 2020)



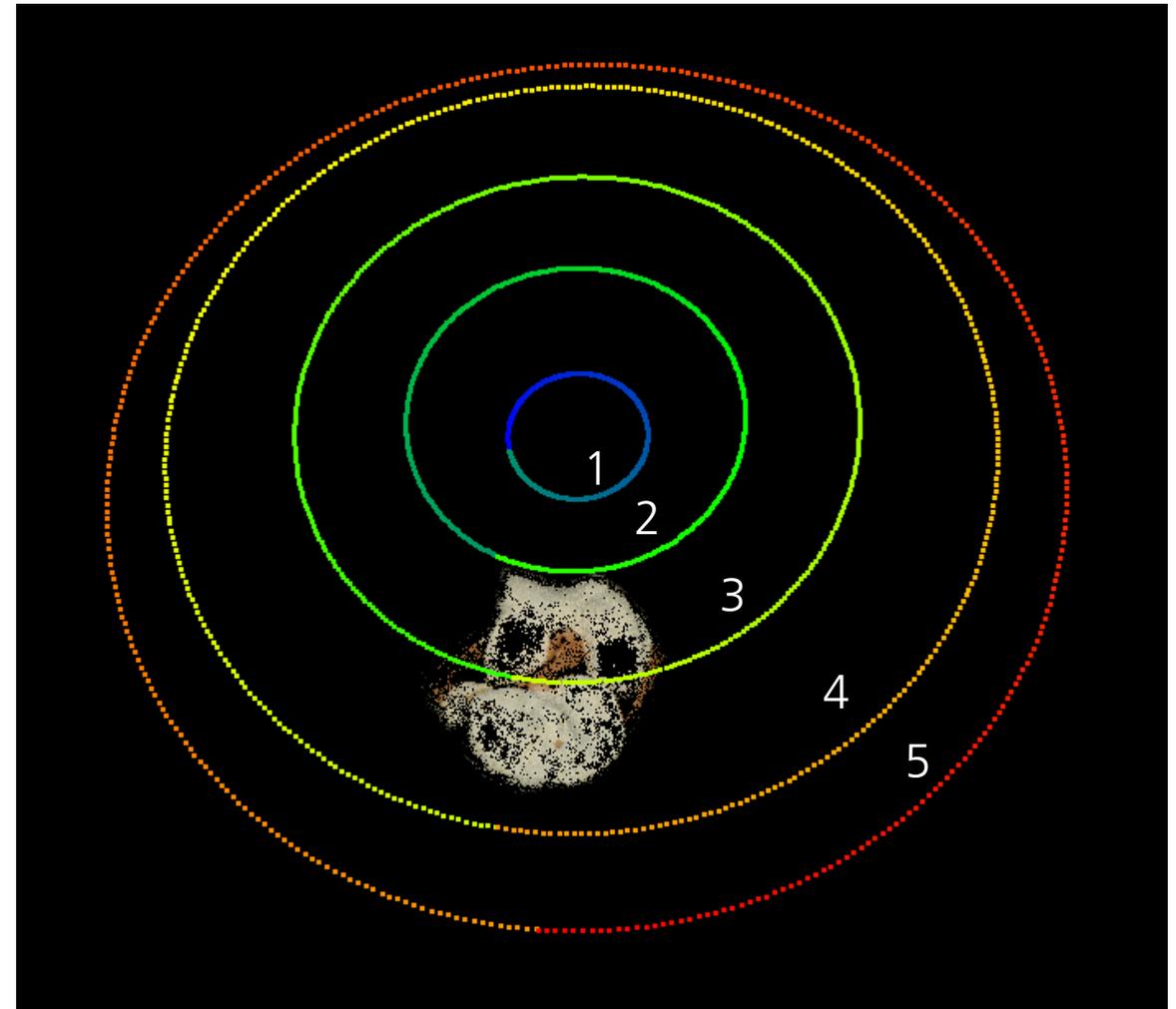
(Sarlin et al. 2020)

- SuperGlue (Sarlin et al. 2020)



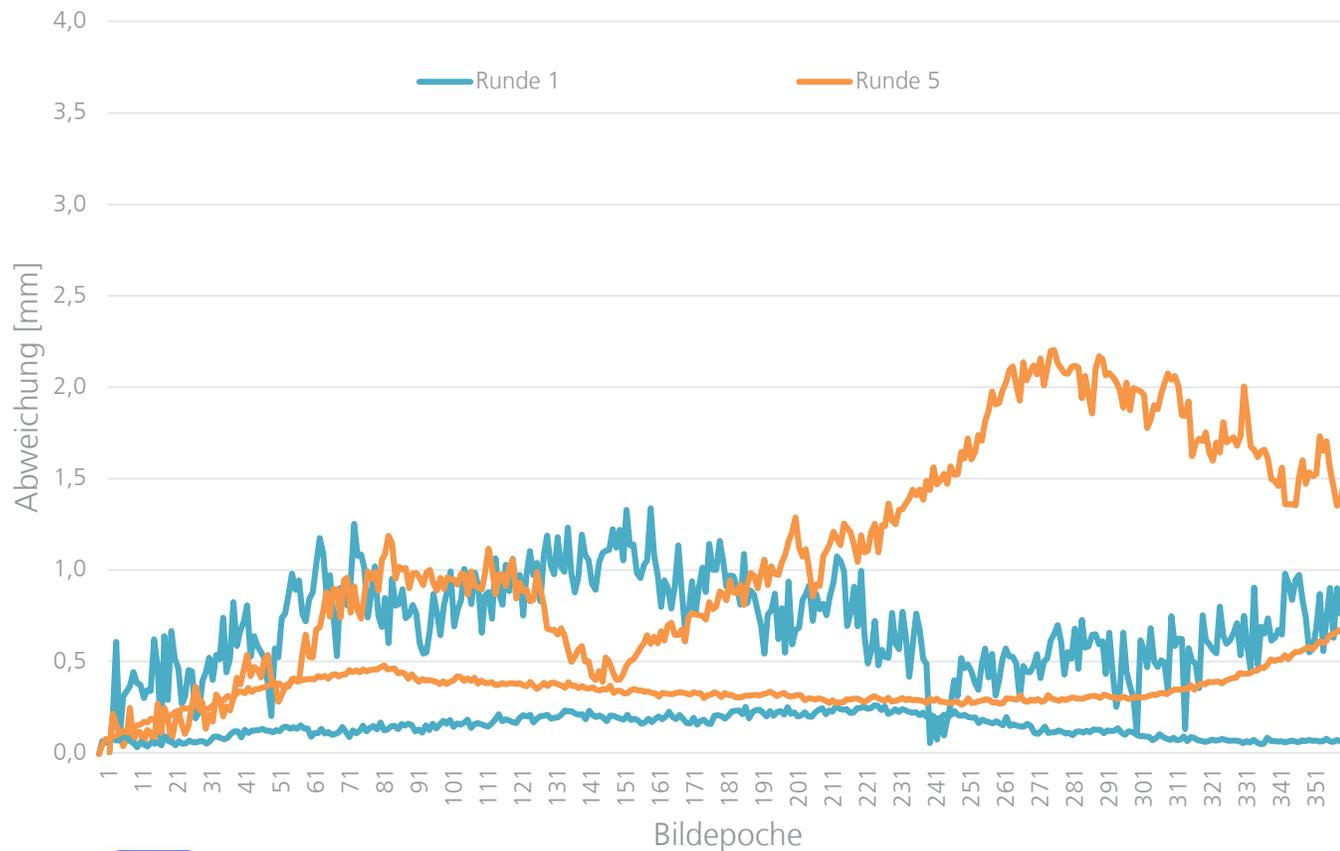


(Kahmen et al. 2020)

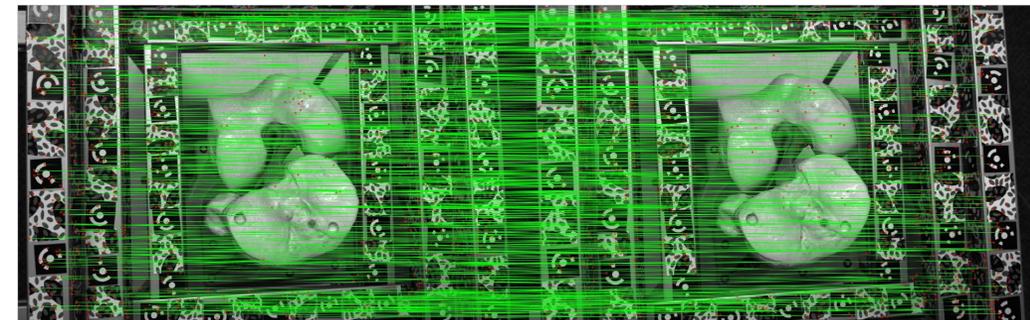


(Kahmen et al. 2020)

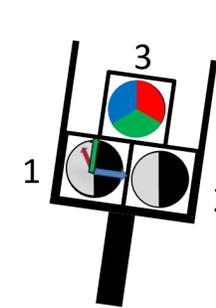
- Abweichungen zur Referenztrajektorie



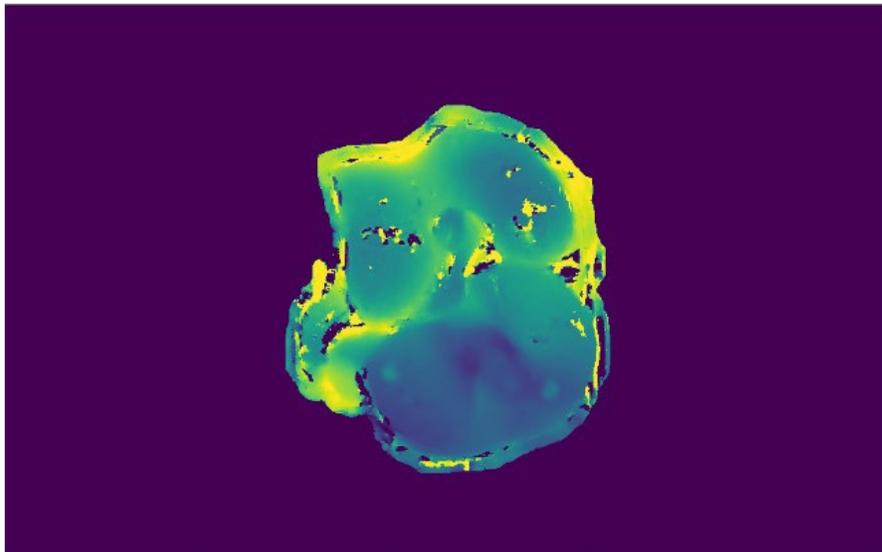
Runde	Untersuchung	RMS 3D [mm]	Max 3D [mm]
1	Unsere	0,70	1,33
1	Kahmen et al. (2020)	0,77	1,59
1	Unsere, unmaskiert	0,15	0,27
5	Unsere	1,10	2,20
5	Kahmen et al. (2020)	2,72	4,26
5	Unsere, unmaskiert	0,35	0,70



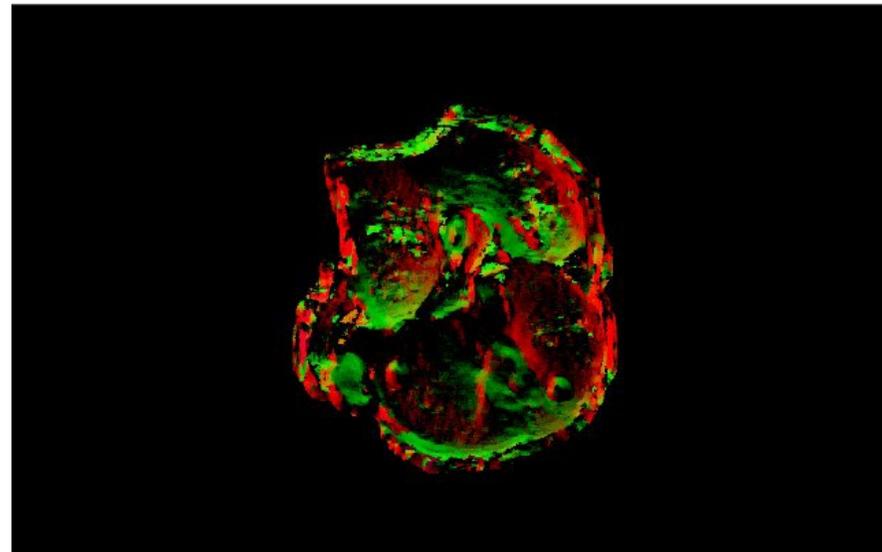
- Dichte Bildzuordnung (Barnes et al. 2009; Bleyer et al. 2011; Schönberger et al. 2016)



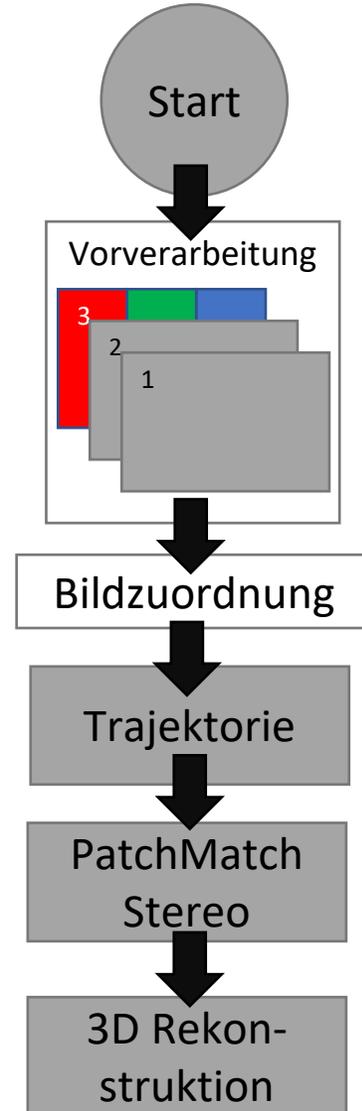
Normiertes Tiefenbild



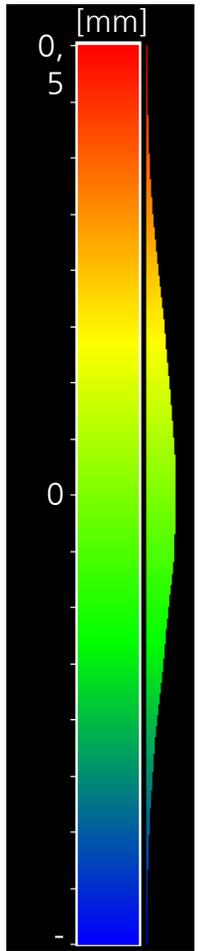
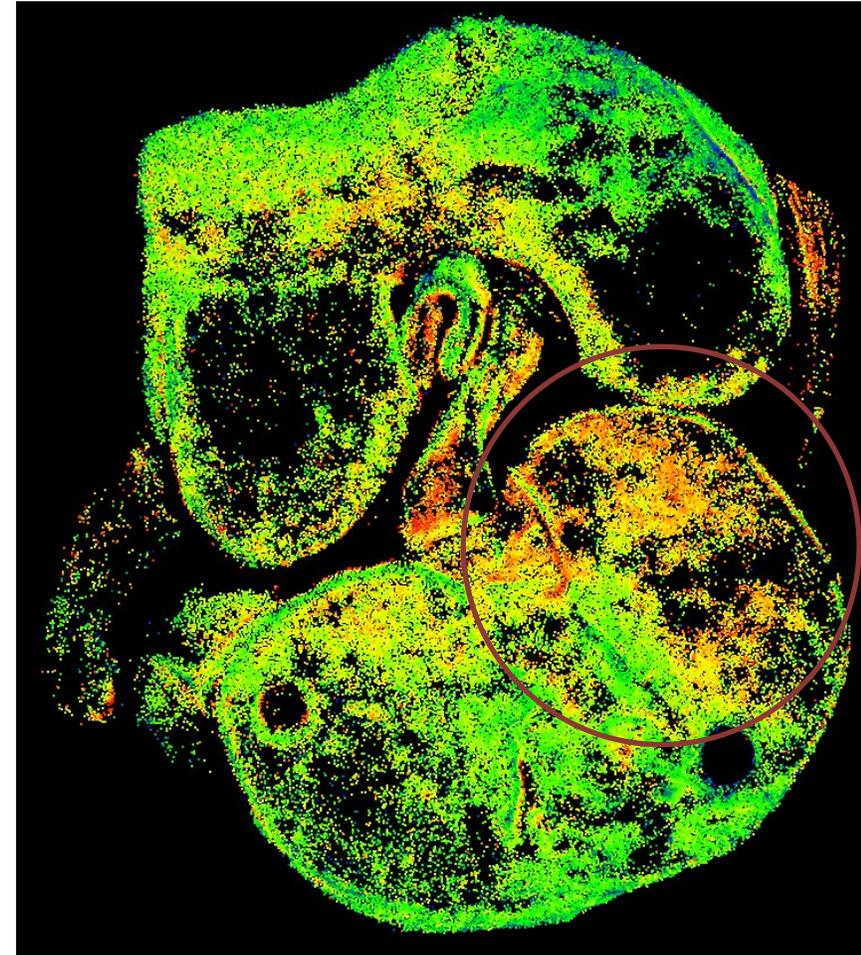
Normalenbild



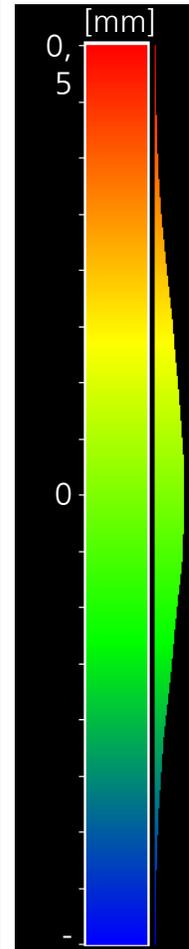
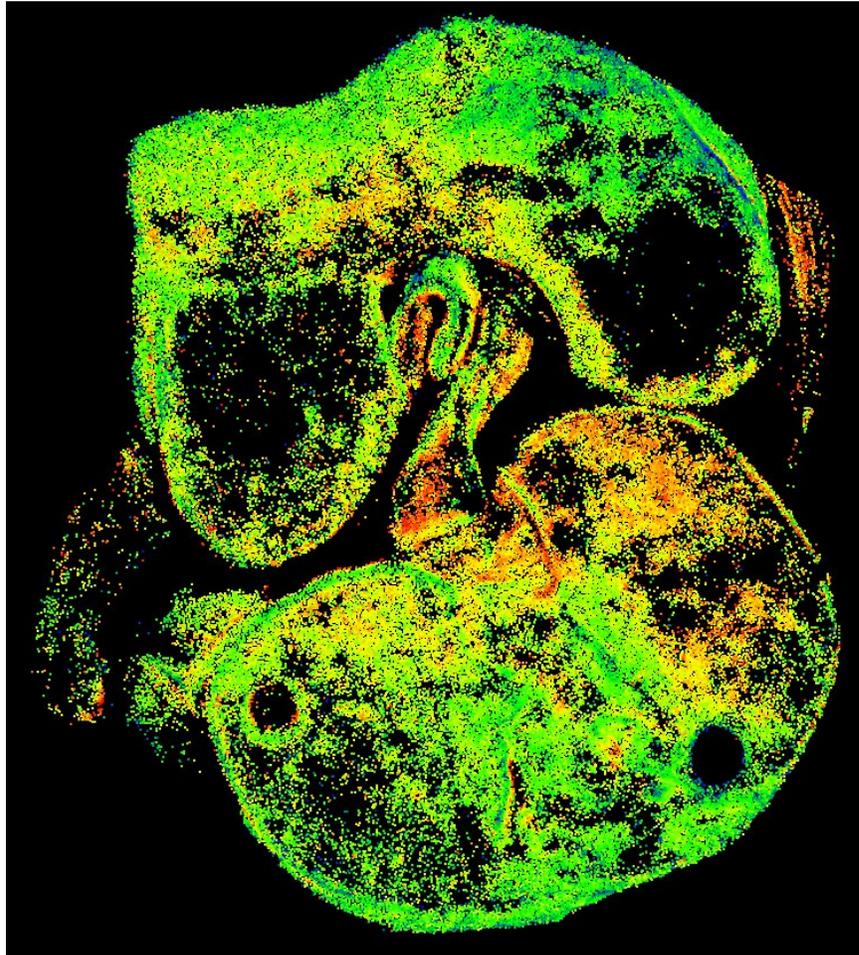
- Nord/Süd Ausrichtung
- West/Ost Ausrichtung



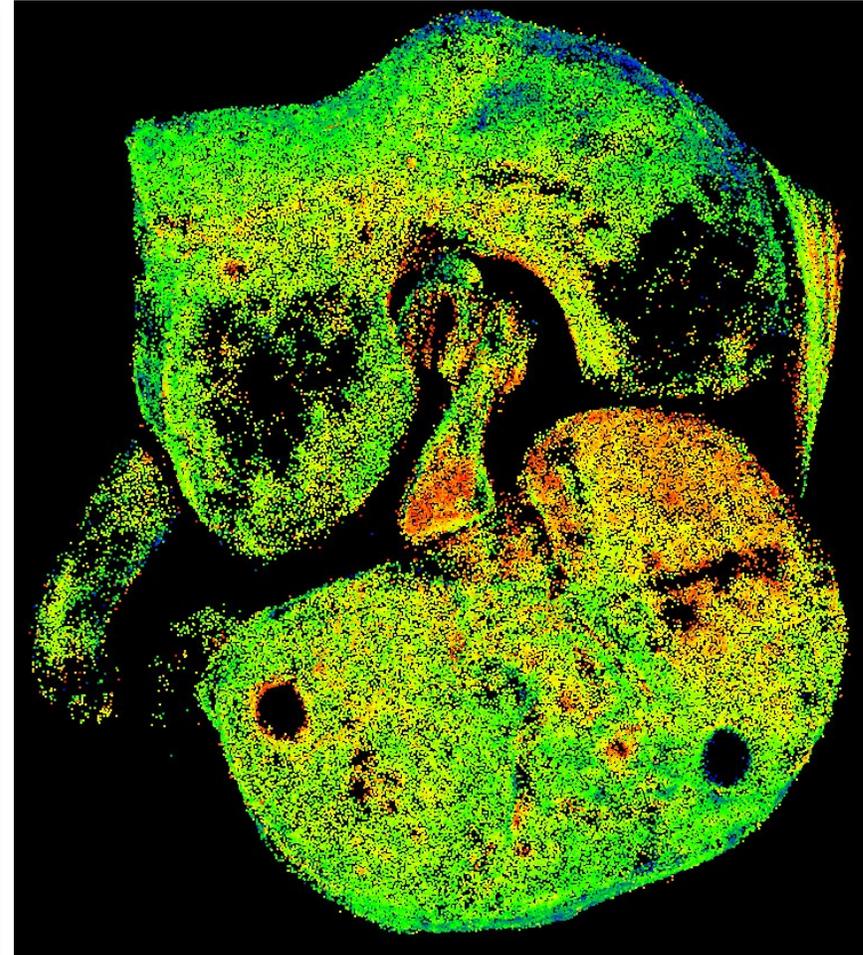
Runde 1



Runde 1



Runde 5





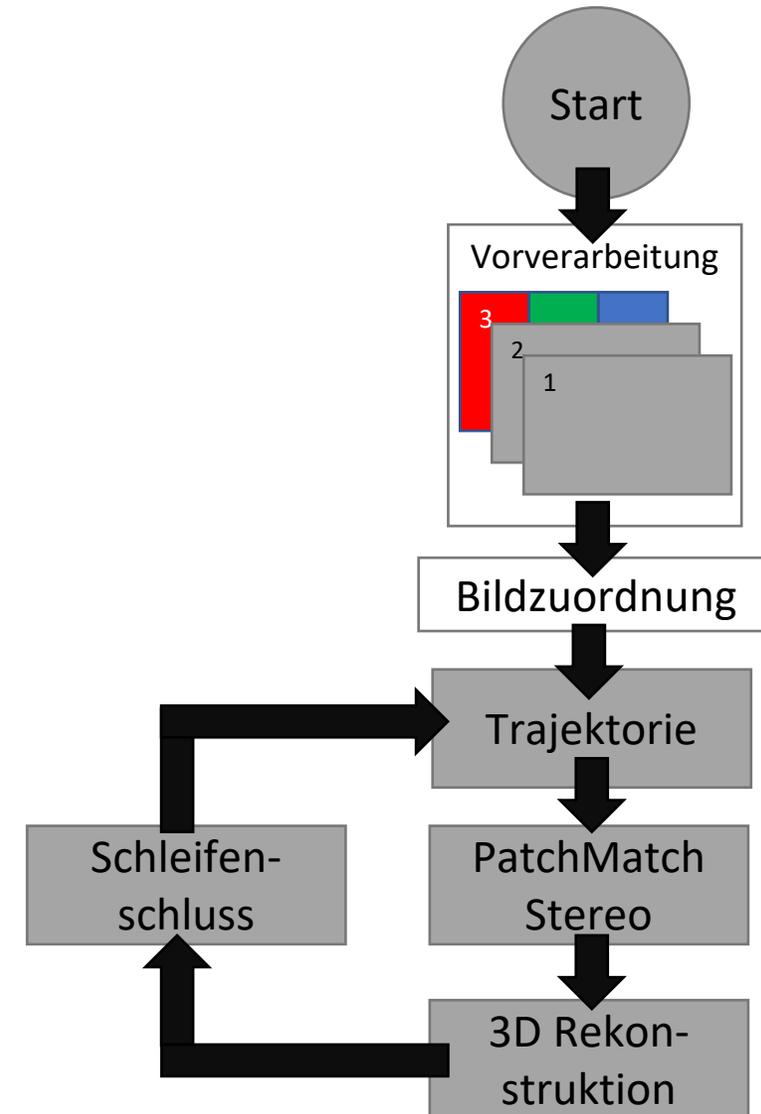
Markierungsfreie 3D-Erfassung der Knieoberfläche

- Mit Knieoberfläche auf Hüft- und Sprunggelenkszentrum schließen
 - Präoperativen (CT)-Daten
 - Statistical Shape Modelling (Ebert et al. 2022)

Beinachse



- Schleifenschluss zur Verbesserung des SLAM
- Heterogene Kamerabewegung
- Knie als dynamisches Objekt
 - Verschiedene Bewegung von Femur und Tibia
- Stärkere Reflexionen und Verdeckungen durch Flüssigkeiten/Blut
- Weiterverarbeitung der Punktwolke
 - Statistical Shape Modelling (Ebert et al. 2022)
- Übertragung auf weitere Implantationen (Hüfte, Schulter)



- Zur Reduzierung chirurgischer Eingriffe



Markierungsfreie 3D-Erfassung der Knieoberfläche

- Integration von KI-Modellen im SLAM-Workflow
- Verbesserung der Trajektorien-genauigkeit
- Genauigkeitsanforderung in Datensatz erreicht
- Regionen mit starken Reflexionen schlechter rekonstruiert
- Kamera und Knie ist in Bewegung
- Blut und andere Flüssigkeiten erschweren die Erfassung
- Schleifenschluss
- Orientierung des Knies zur Beinachse

Oldenburger 3D-Tage 2024

Untersuchungen zu einem KI-basierten SLAM-Verfahren
für ein trinokulares Kamerasystem zur 3D-Erfassung der
Knieoberfläche

Oldenburg, 31.01.2024

Gefördert im Rahmen des Forschungsprojektes ASKAR3D: