

# DER DIGITALE RÖNTGENASSISTENT

Manuel Laufer, Dominik Mairhöfer, Dr. Malte Sieren, Dr. Hauke Gerdes, Dr. Fabio Leal dos Reis, Dr. Arpad Bischof, Dr. Thomas Käster, Prof. Erhardt Barth, Prof. Jörg Barkhausen, Prof. Thomas Martinetz

## EINLEITUNG

Röntgenbilder des Skelettsystems gehören zu den am häufigsten durchgeführten radiologischen Untersuchungen in der klinischen Routine und sind unverzichtbar bei der Diagnostik unterschiedlichster Erkrankungen. Aber, Röntgenbilder sind mit einer Strahlenexposition verbunden und deshalb werden hohe, nicht immer einfach zu erfüllende Qualitätsanforderung an die Röntgendiagnostik gestellt. Ungenügende Röntgenbildqualität führt zur Wiederholung von Aufnahmen mit erneuter Strahlenexposition, Verzögerung der Diagnosestellung oder Fehldiagnosen.

Das Ziel des Projektes „Digitaler Röntgenassistent“ ist die Entwicklung eines KI-gestützten Assistenzsystems für die Anfertigung von Röntgenbildern. Dieses setzt sich aus der Echtzeit-Erfassung der untersuchten Anatomie durch 3D Time-of-Flight (ToF) Kameras und der automatisierten, KI-gestützten Bewertung von ToF- und Röntgenbildern zusammen. Das System lernt, aus den Bildern der ToF Kamera die Qualität der Aufnahme vorherzusagen, so dass der / die MTR die Patientenposition vor der Aufnahme optimieren kann. Dieses Assistenzsystem soll MTR unterstützen, die Qualität von Röntgenaufnahmen und die medizinische Versorgung zu verbessern.

## METHODEN

### Training eines KI Algorithmus zur Bewertung von Röntgenbildern

Die Kernherausforderung in der Röntgendiagnostik ist die korrekte Positionierung des Patienten vor der Röntgenröhre. Nur so können standardisierte Projektionen, und damit eine gute diagnostische Qualität erzielt werden.

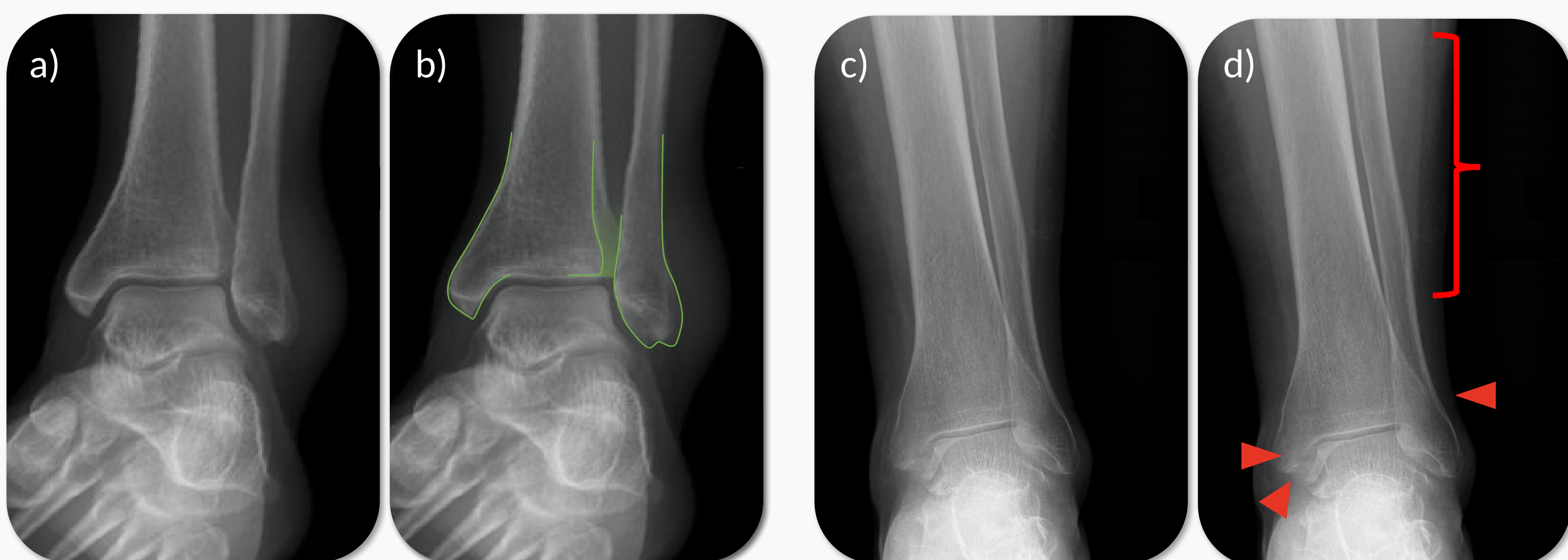


Abb. 1: a) Qualitativ hochwertige Röntgenaufnahme, b) Die Knochenkonturen des oberen Sprunggelenks sind nicht überlagert und der Gelenkspalt ist frei einsehbar (grün). c) Röntgenaufnahme in Fehlstellung mit eingeschränkter diagnostischer Aussagekraft. d) Die Knochenkonturen sind überlagert (rote Dreiecke).

Um die Qualität der Röntgenaufnahmen automatisch zu bewerten, bedarf es von Experten annotierter Daten. Wir entwickelten hierfür ein Bewertungssystem mit fünf Qualitätsstufen, welches auf anatomischen Merkmalen (Abb. 1) basiert. Damit sind mehr als 600 Röntgenbilder von Handgelenken, 800 des Kniegelenks und 2000 von oberen Sprunggelenken (OSGs) bewertet worden. Zur automatischen Bewertung von Röntgenbildern haben wir ein Framework entwickelt und mit diesen Daten trainiert.

### Training eines KI Algorithmus zur Vorhersage der Röntgenbildqualität auf Time-of-Flight Kameraaufnahmen

Für die Bewertung der Patientenposition mittels der 3D ToF Kameras war es notwendig, Trainingsdatenpaare, bestehend aus dem 3D Kamerabildern und dazugehörigen annotierten Röntgenbildern, zu erstellen.

Wir fertigten mittels zwei anatomischen Präparaten mehr als 170 Kamera-Röntgenbildpaare in verschiedenen Projektionen und Qualitätsstufen an (Abb. 2). Mittels dieser Bilddatenpaare haben wir ein Neuronales Netz zur automatischen Positionsbewertung trainiert.

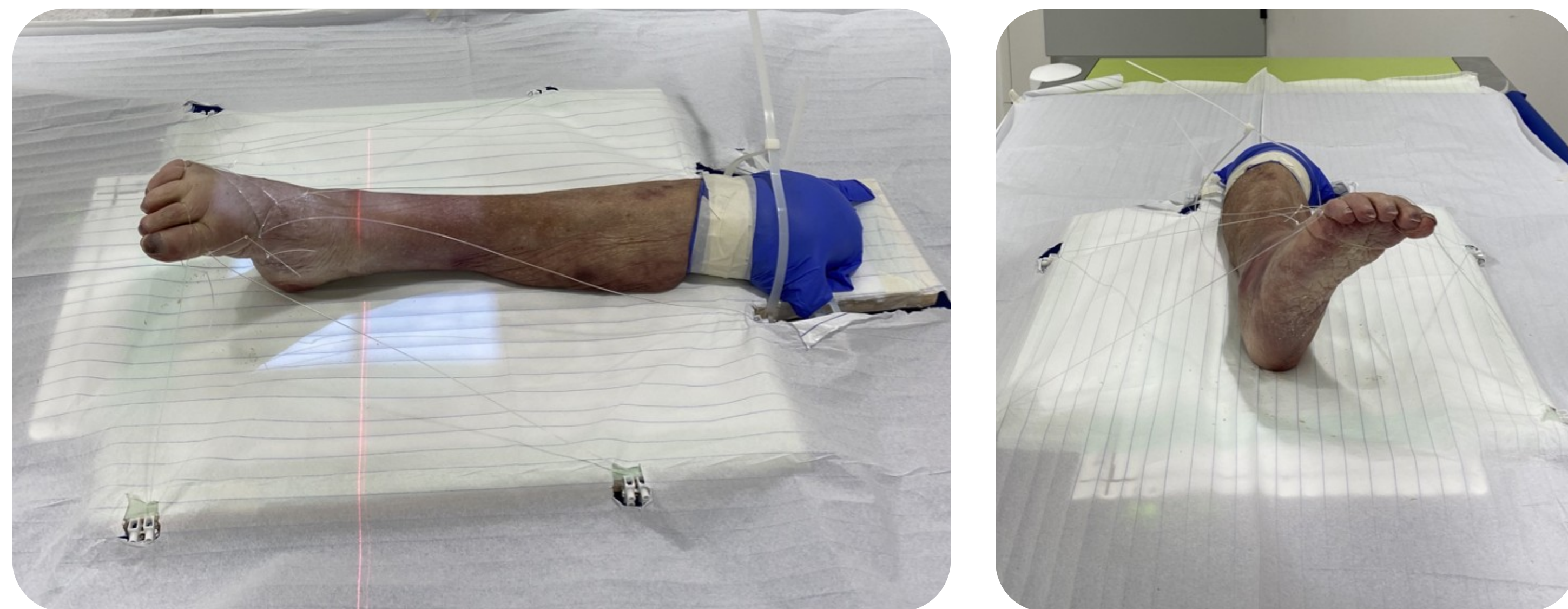


Abb. 2: Anatomisches Präparat in typischer Position auf dem Röntgentisch für eine anterior-posterior Aufnahme des OSGs.

### Erstellung einer ToF-Kamera-Röntgengeräteintegration

Um die ToF-Kameras am Röntgengerät zu befestigen, haben wir eine Kamerahalterung für Röntgengeräte konstruiert und einen 3D-gedruckten Prototypen gefertigt (Abb. 3). Diese Konstruktion wurde so entwickelt, dass der digitale Röntgenassistent im klinischen Alltag verwendbar ist, ohne MTRAs oder Patienten einzuschränken.



Abb. 3: Aufnahme der 3D-gedruckten ToF-Kamera-Röntgengeräteintegration.

## RESULTATE

### Training eines KI Algorithmus zur Bewertung von Röntgenbildern

Zuvor konnten wir bereits zeigen, dass wir von Röntgenbildern des OSGs die Bildqualität mit einer Genauigkeit von ca. 93% vorhersagen können. Vergleichbare Vorhersagequalitäten ließen sich auch für Röntgenbilder des Kniegelenks und der Handgelenke erzielen. Stufenweise Analysen zeigten außerdem, dass bereits 300 Bilder ausreichen, um eine Genauigkeit von mehr als 90% zu erzielen.

### Training eines KI Algorithmus zur Vorhersage der Röntgenbildqualität auf Time-of-Flight Kameraaufnahmen

Auf Grundlage der Kamera-Röntgenbildpaare der anatomischen Präparate konnten wir zeigen, dass eine automatische Bewertung dieses Datensatzes mit einer Genauigkeit von 90% möglich ist. Da der Datensatz nur auf zwei Präparate begrenzt ist, bleibt die Generalisierungsfähigkeit noch Teil weiterer Forschung.

## VERWERTUNG & FAZIT

Derzeit läuft ein Prototyp des Röntgenassistenten im klinischen Betrieb. Dieser bewertet automatisch die diagnostische Qualität von Röntgenbildern. Nach erfolgreichen Tests ist eine Inverkehrbringung, sowie Vermarktung als Medizinprodukt geplant.

Durch die funktionale Kameraintegration soll das bestehende System zur Vorhersage der Posenqualität in den Prototyp integriert werden.

Weiterhin haben wir für ein Verfahren zur Generierung von synthetischen Daten eine Erfindungsmeldung getätigt.

Mit diesen Ergebnissen sind wir unserem Ziel mit dem Röntgenassistenten die Qualität von Röntgenaufnahmen und die medizinische Versorgung zu verbessern, ein großes Stück näher gekommen.