

# Akkurate Beurteilung der Position von Knie- und Hüftgelenksprothesen in dreidimensional rekonstruierten CT-Bildern - eine neue selbstentwickelte Software macht den Unterschied!

**PD Dr. med. Michael T. Hirschmann, Adrian Bernard, Helmut Rasch, Dr. Johann Henckel**

Klinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie des Bewegungsapparates und Institut für Radiologie und Nuklearmedizin, Kantonsspital Baselland, CH-4101 Bruderholz; [Michael.Hirschmann@unibas.ch](mailto:Michael.Hirschmann@unibas.ch)

## Die orthopädische Problemstellung



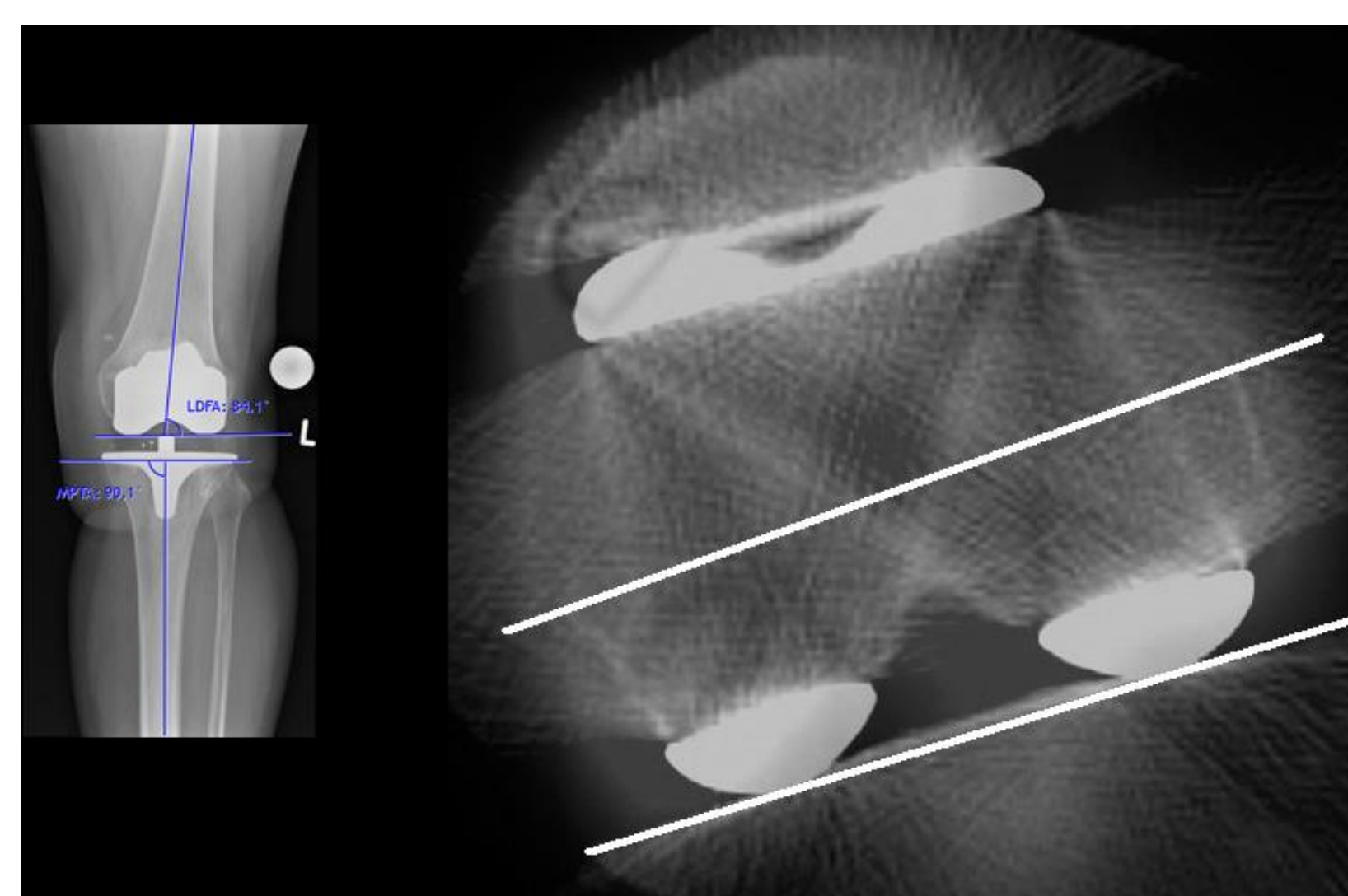
Für die meisten Patienten bedeutet ein partieller oder totaler Ersatz des Kniegelenkes (Knie-TP) das Ende allen Leidens. Für andere allerdings nimmt das Leiden kein Ende, sondern wird noch verstärkt.

Rund ¼ aller Patienten klagt nach Knie-TP über bestehende oder neu aufgetretene Probleme, Komplikationen und Schmerzen. Eine Fehlpositionierung und falsche Ausrichtung der einzelnen Knieprothesen-Bestandteile gilt als eine der entscheidenden Ursachen

Für den behandelnden Orthopäden ist es von unschätzbarem Wert, die Positionierung der Knieprothese präzise, sicher und verlässlich beurteilen zu können. Gleiches gilt auch für Patienten nach totalem Hüftgelenksersatz.

## Bisherige Messmethoden

Bisher erfolgt die Beurteilung der Positionierung der femoralen und tibialen Knieprothesen-Bestandteile in der klinischen Routine auf konventionellen Röntgenbildern (Abb. 1 links) oder auf axialen Schichtbildern in der CT (2D-CT, Abb. 1 rechts).



**Abb.1:** Ausmessung der Knie-TP-Position im Röntgen (links) und axialen CT-Schnitten- 2D-CT (rechts)

Nach einer eigenen, 2011 im Journal of Bone & Joint Surgery publizierten Arbeit ist sowohl die Messung der Prothesenposition im Röntgen als auch im 2D-CT sehr ungenau und wenig verlässlich. Dies ergibt sich zum einen aus der nicht standardisierbaren Bildakquisition und zum anderen aus der Ungenauigkeit der Messmethoden. Ein grosses Problem hier ist vor allem auch das reproduzierbare Erkennen der anatomischen und prothetischen Landmarken.

In der oben erwähnten Studie konnten wir maximale Abweichungen innerhalb der gleichen Methode und zwischen zwei Untersuchern von bis zu 20° für das Röntgen und 10° für das 2D-CT nachweisen.

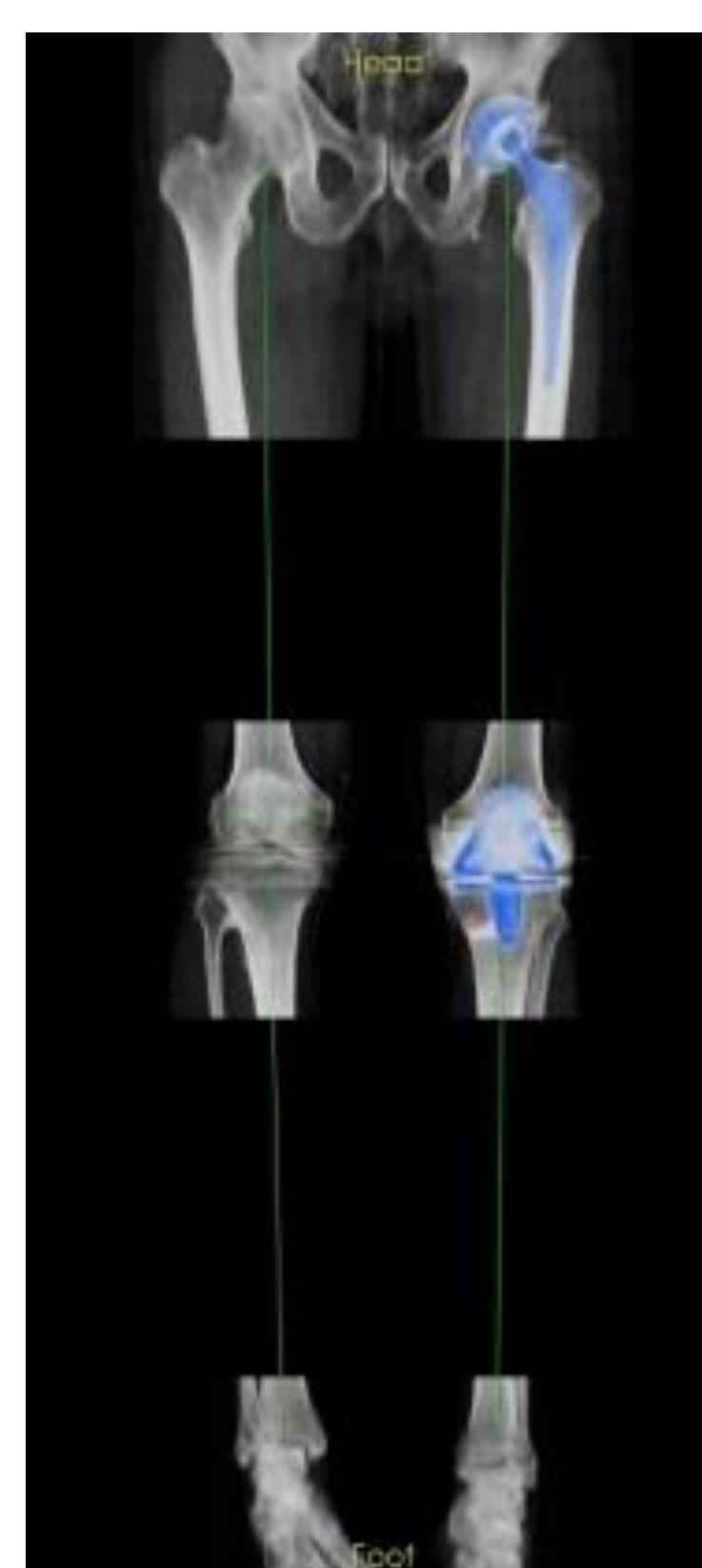
Der Orthopäde versucht während der Operation die Prothese in einem Zielbereich von  $\pm 3^\circ$  zu positionieren. Dieser Wert zeigt, dass obwohl breit eingesetzt, die Ausmessung der Knieprothesen-Position im Röntgen und 2D-CT klinisch nicht zu gebrauchen ist.

## Beschreibung, Methodik

Wie unsere Vorstudien gezeigt haben, kommt für eine verlässliche Beurteilung der Prothesenposition nur die CT mit 3D-rekonstruierten Bildern (3D-CT) in Frage. Nur dadurch lassen sich die inter- und intra-individuellen Messfehler der Untersucher so minimieren, dass die gemessenen Werte klinisch wertvolle Aussagen zulassen.

Zudem haben wir ein spezielles Bildgebungsprotokoll entwickelt, mit dem alle Datensätze unabhängig von der Position des Patienten auf dem Untersuchungstisch standardisiert ausgerichtet werden können. Mit dieser Methode ist es möglich, den Datensatz standardisiert entlang der mechanischen Beinachse auszurichten und so den Messfehler auf  $\pm 1^\circ$  zu reduzieren (siehe folgende Abb.).

Für die Bildanalyse haben wir eine spezifische Software entwickelt.



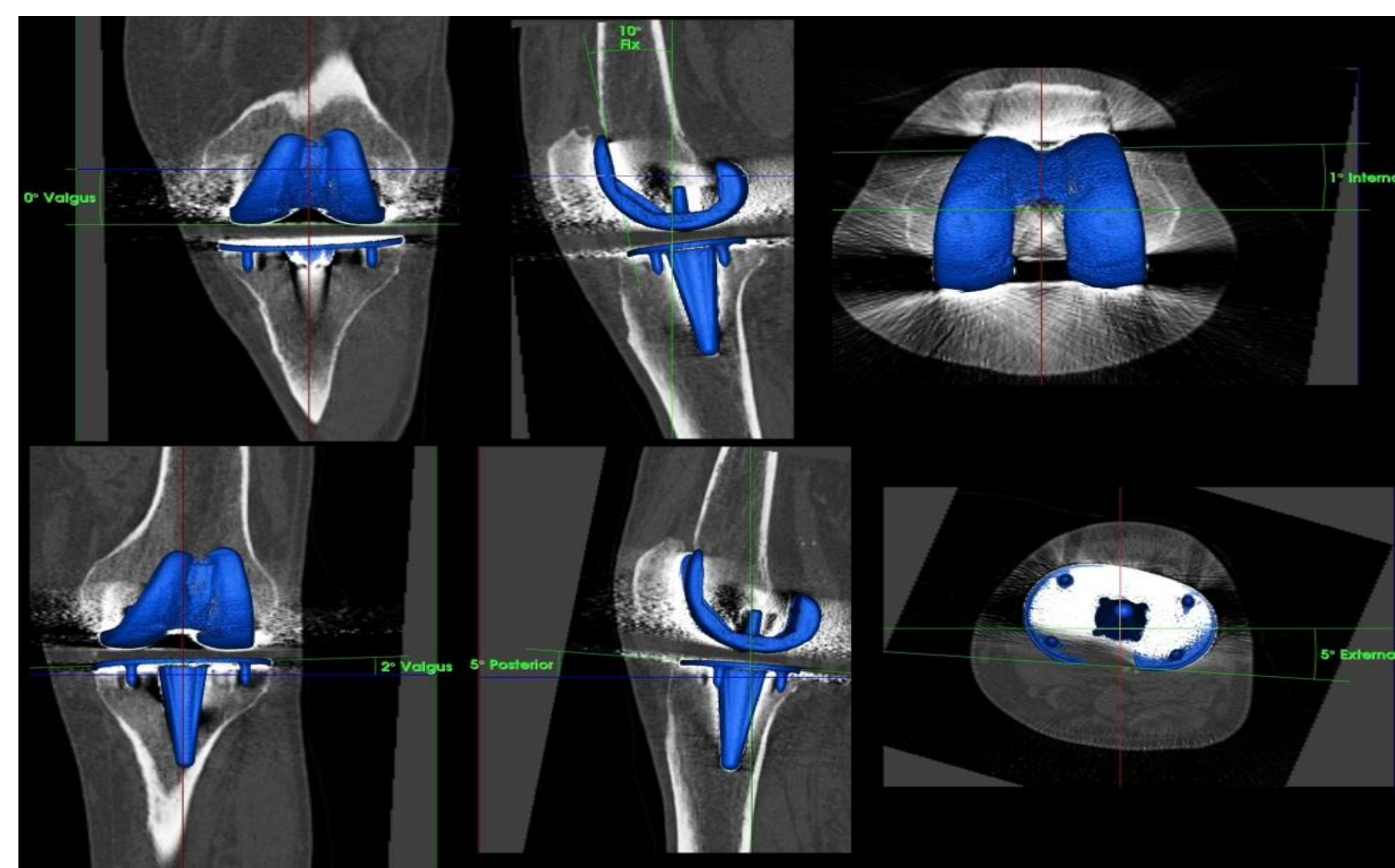
Diese basiert auf Python (<http://python.org/>) mit spezifischen C++ Komponenten. Es wurden zudem das Visualization Toolkit (<http://vtk.org/>) für Oberflächen- und Volumenrendering verwendet.

Die entwickelte Software führt den Untersucher in 8 Minuten Schritt für Schritt durch den Messvorgang.

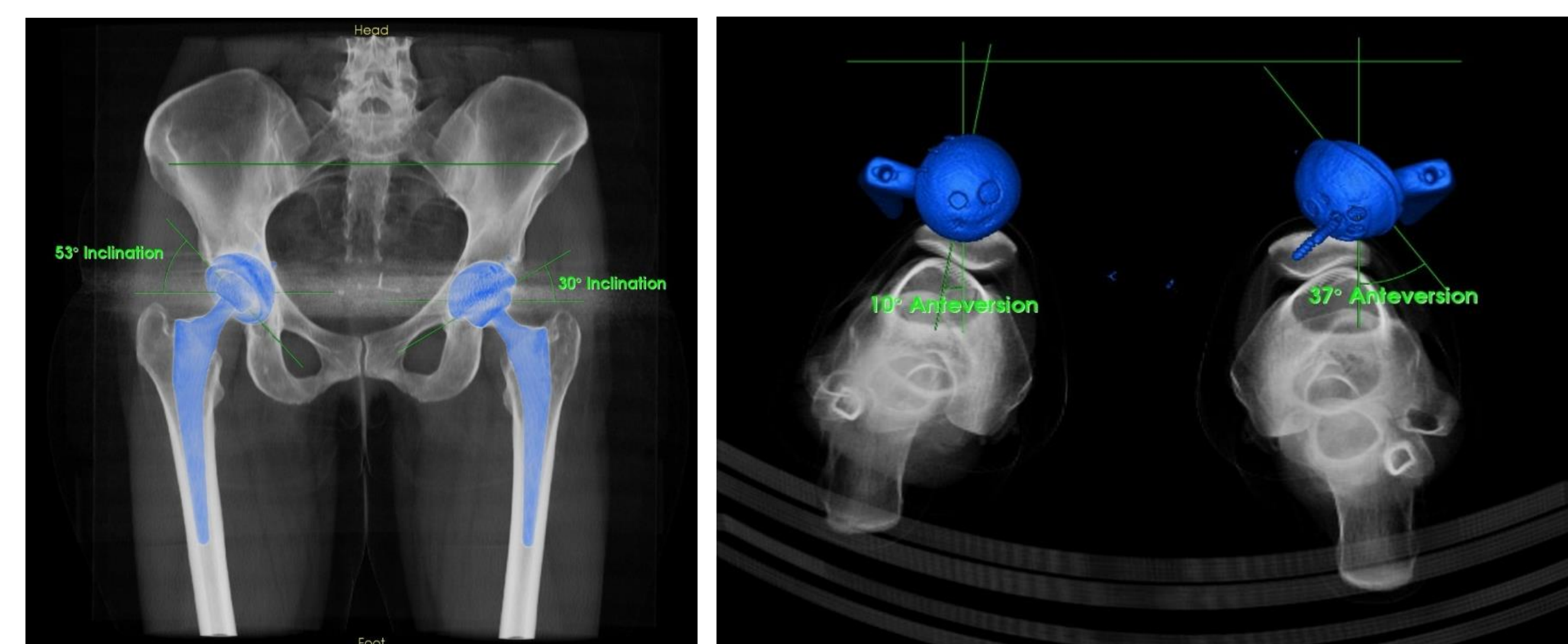
Sowohl durch die einfache Bedienbarkeit als auch die für den Orthopäden und Radiologen einfache und verständliche Datenausgabe, ist eine klinische Anwendbarkeit in der Routine hervorragend möglich (Abb.2).

Das Ergebnis der Messung wird dem Anwender in verständlicher Art und Weise in 3D visualisiert und im PACS gespeichert. Es kann somit an die

Zuweiserver sandt werden. Nach ausgiebiger Evaluation und Validierung der Software, die eine nahezu perfekte Inter- und Intra-Untersucher-Verlässlichkeit gezeigt hat (Abweichung  $\pm 1^\circ$ ), haben wir die Software in unsere klinische Praxis eingeführt.



**Abb.2:** Ausmessung der Position der Knie-TP auf 3D-rekonstruierten CT-Bildern (3D-CT) und Visualisierung der Ergebnisse in einfacher und verständlicher Art und Weise.



**Abb.3:** Ausmessung der Position der Hüft-TP auf 3D-rekonstruierten CT-Bildern (3D-CT) und Visualisierung der Ergebnisse in einfacher und verständlicher Art und Weise.

## Ausblick

Mit Hilfe der von uns entwickelten Software zur Bestimmung der Position von Knie- und Hüfttotalprothesen haben wir zu einer signifikanten Verbesserung der klinisch-radiologischen Diagnostik beigetragen. Es ist erstmals möglich, klinische Schlussfolgerungen aus den gemessenen Werten zu ziehen. In Zukunft werden wir die Software auch für andere Gelenke und andere Patientengruppen weiterentwickeln. Auch ist es denkbar, diese Software anderen Krankenhäusern zur Verfügung zu stellen.