

# Dampf-sterilisierbare Polylactid/Polyhydroxyalkanoat-basierte chirurgische Bohrschablonen – Nachhaltiges und ökonomisches Material für statische Navigationen?

## EINFÜHRUNG

Dreidimensionale Druckverfahren sind eine schnell wachsende, disruptive Technologie, die auch in medizinischen Bereichen zunehmend Anwendung finden. Mit zunehmender Nutzung unterschiedlicher Druckmaterialien steigt jedoch auch die Notwendigkeit der Entsorgung anfallender Abfälle, weshalb die Verwendung genau zu druckender, aber auch biodegradierbarer Materialien wichtiger wird. Diese Studie vergleicht Bohrschablonen aus Polylactid/Polyhydroxyalkanoat (PLA/PHA) gedruckt mittels Fused Filament Fabrication (FFF) mit durch Material Jetting hergestellten Schablonen auf Polymethylmethacrylat-Basis (MED610) vor und nach Dampfsterilisation bezüglich deren Genauigkeit für fully-guided Implantationen.

## ERGEBNISSE

Nicht sterilisierte Schablonen aus PLA/PHA zeigten eine Achsabweichung von  $0.38 \pm 0.53^\circ$  im Vergleich zu  $2.88 \pm 0.75^\circ$  bei sterilisierten PLA/PHA Schablonen ( $p < 0.001$ ). Die Translation an der Implantatschulter lag unsterilisiert bei  $0.49 \pm 0.21$  mm und sterilisiert bei  $0.94 \pm 0.23$  mm ( $p < 0.05$ ). An der Implantat Spitze wurden Abweichungen von  $0.50 \pm 0.23$  mm vor und  $1.04 \pm 0.19$  mm nach Dampfsterilisation gemessen ( $p < 0.025$ ). Mit MED610 gedruckte Schablonen zeigten vor und nach Sterilisation keine Abweichungen.

## MATERIAL UND METHODEN

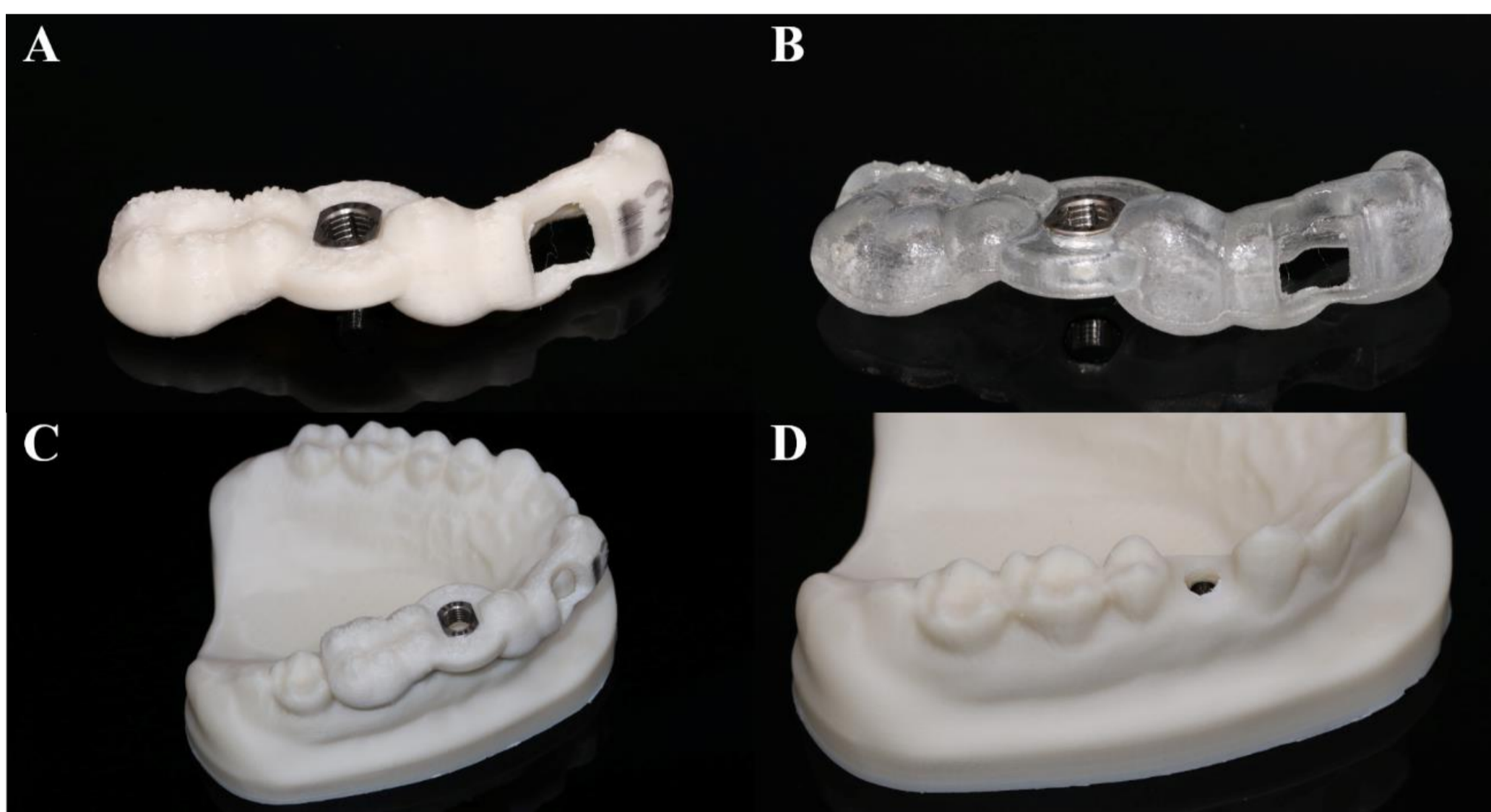


Abbildung 1: A – Schablone aus PLA/PHA mit eingefügter Metallhülse. B – Transparente Bohrschablone aus MED610. C – Gedrucktes Oberkiefermodell mit Schablone vor Implantation. D – Im Oberkiefermodell geführt gesetztes Implantat regio 24.

Es wurden jeweils 10 Schablonen aus PLA/PHA und MED610 gedruckt von denen jeweils 5 dampf-sterilisiert und 5 nicht dampf-sterilisiert wurden. Nach in-vitro Implantation in ein gedrucktes Oberkiefermodell wurde die Abweichung von geplanter zu erreichter Position mittels coDiagnostiX® ausgewertet. Hierzu wurde die Achsabweichung in Grad sowie die Abweichung in den drei Raumrichtungen in Millimetern an Implantatbasis- und spitze ausgewertet.

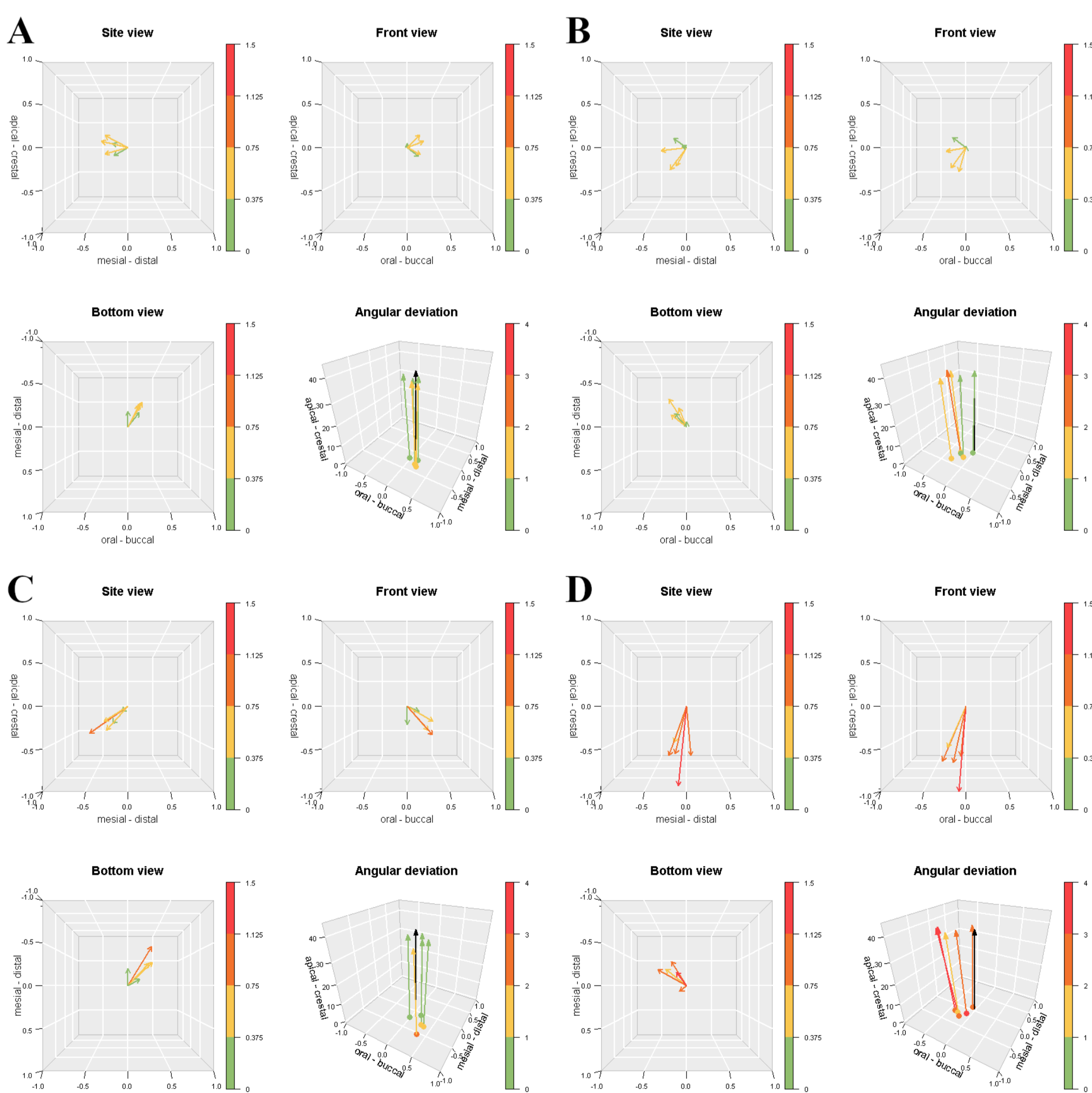


Abbildung 2: Dargestellt sind die vier Gruppen (MED610 & PLA/PHA jeweils steril und unsteril) mit jeweils 4 Diagrammen. Je Gruppe zeigen die Diagramme folgendes: Dreidimensionale Abweichungen (in Millimetern) der Implantatschulter sagittal (oben, links), coronar (oben, rechts) und axial (unten, links); Die Pfeile sind farbkodiert, je nach Höhe der Abweichung von grün, über orange zu rot. Das Diagramm jeweils unten, rechts zeigte die farbkodierte Achsabweichung (in Grad) sowie die Positionierung im Raum. Die Punkte zeigen die Abweichung an der Implantatschulter. Der schwarze Pfeil gibt jeweils die geplante Position wieder. Gruppen: A: MED610, unsteril; B: MED610, steril; C: PLA/PHA, unsteril; D: PLA/PHA, steril.

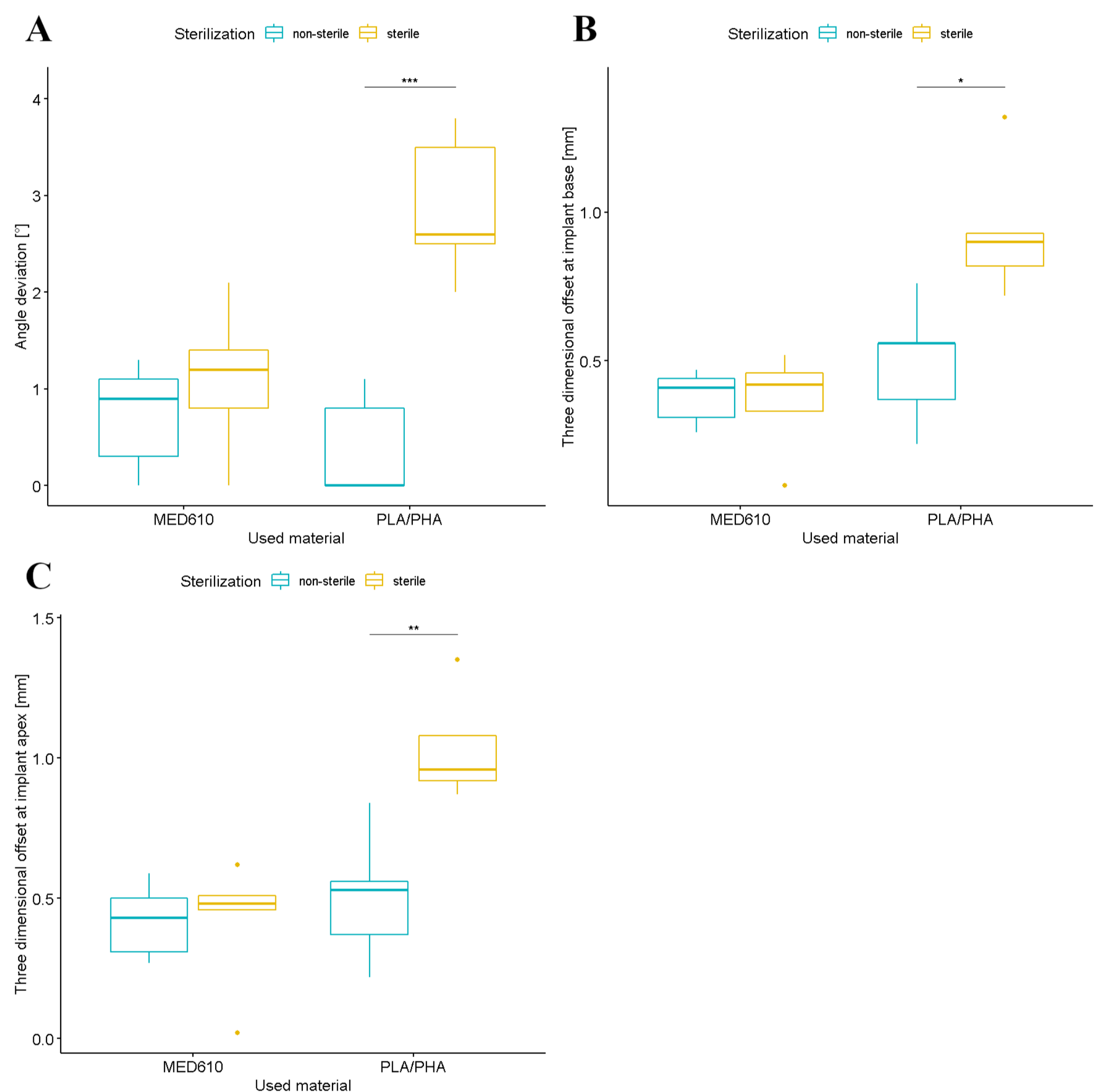


Abbildung 3: Boxplots der axialen Abweichung (A), dreidimensionalen Abweichung an der Implantatschulter (B) sowie an der Implantat Spitze (C). Adjustierte  $p$  Werte bei multiplen T-Tests sind  $< 0.001$ ,  $0.01$  und  $0.025$ , dargestellt als \*\*\*, \*\* und \*.

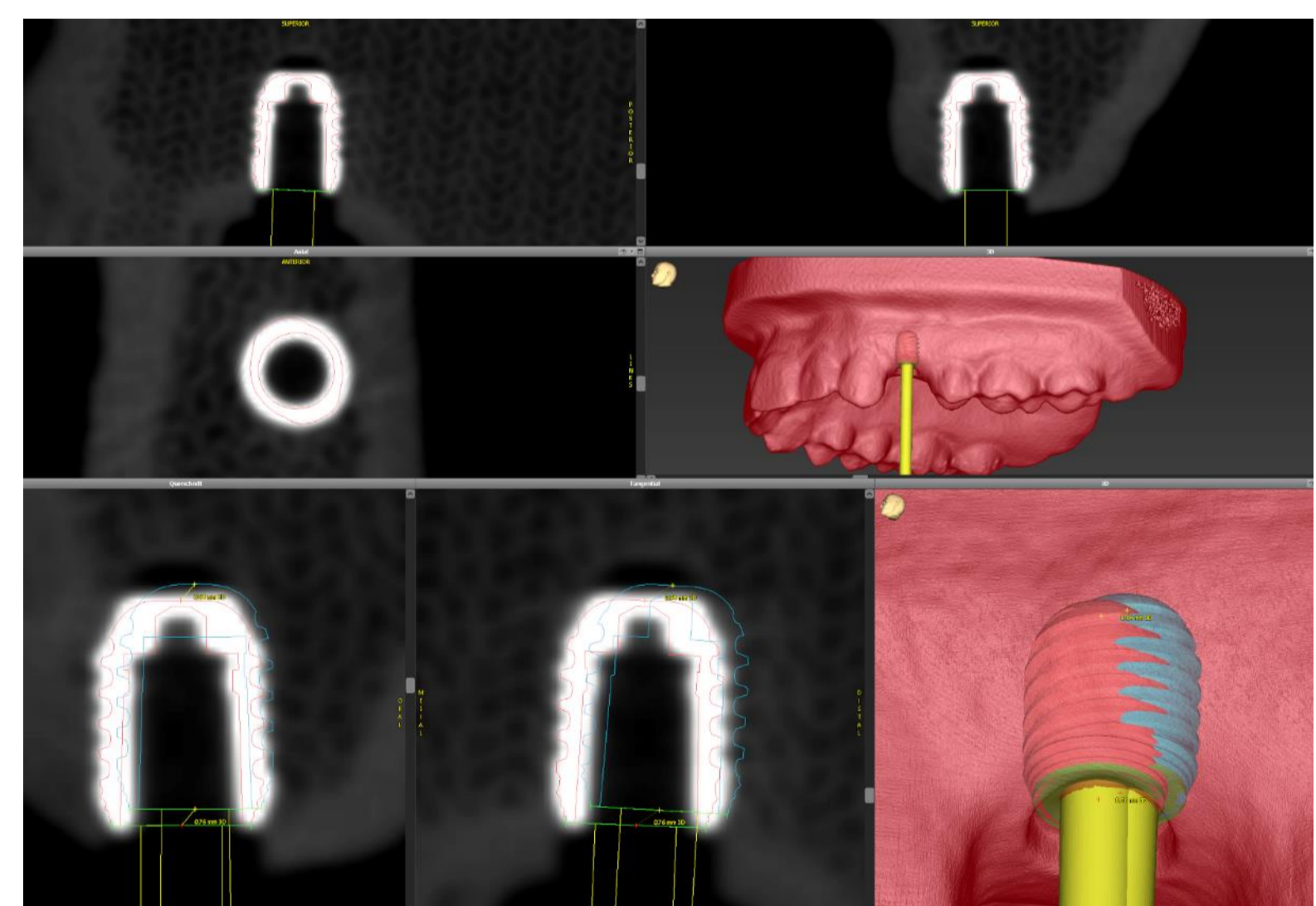


Abbildung 4: Da eine vollautomatische Erkennung der Implantatposition nicht möglich war, erfolgte die Überlagerung der Implantatposition manuell in der Software statt. Ausgehend von dieser Überlagerung fand die Auswertung der geplanten (blau) und erreichten (rot) Implantatposition statt.

## ZUSAMMENFASSUNG

Implantate die mit sterilisierten Schablonen aus PLA/PHA eingebracht wurden, zeigten eine signifikante dreidimensionale und axiale Abweichung von der geplanten Position. Allerdings belief sich diese Abweichung auf Werte die laut Literatur und in der klinischen Routine üblich sind. PLA/PHA basierte Bohrschablonen könnten somit eine günstige und nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Materialien darstellen.

