



Foto: Gebhart

Abb. 2: 3D-Reformatierung mit eingblendeter Multiplanar-Rekonstruktion auf der Schnittebene in Höhe der kristalen Grenze im Unterkiefer. Die Weichgewebsgrenzen sind hervorgehoben.

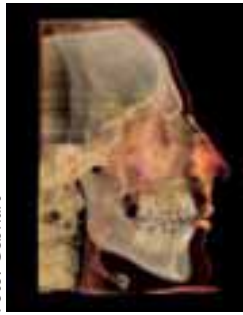


Foto: Gebhart

Abb. 3: 3D-Reformatierung mit hart- und weichgewebigen Strukturen, ähnlich einem Fernröntgenseitenbild



Foto: Kaaden

Abb. 4: Röntgenbild eines extrahierten Prämolaren



Foto: Kunzelmann

Abb. 5: 3D-Darstellung des gleichen Zahnes nach Mikro-Computertomographie

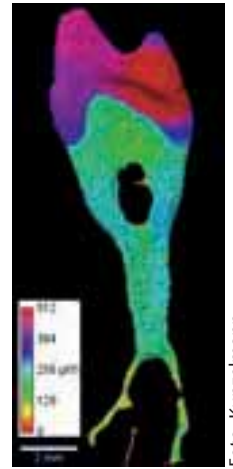


Foto: Kunzelmann

Abb. 6: Abbildung zur dreidimensionalen Auswertung des Wurzelkanalsystems

thode gegenüber anderen Untersuchungstechniken auf. Neben der überlagerungsfreien Darstellung hintereinander liegender Areale können Strukturen hinsichtlich Lage, Form, Größe und Verteilung dem Prüfobjekt zugeordnet werden. Ferner entfällt die aufwendige Probenpräparation, die gegebenenfalls mit Zerstörung des Prüfkörpers oder Artefaktbildung einhergeht.

Derzeitige Einsätze an der LMU

Gegenwärtig werden an der Zahnklinik München unter anderem folgende Fragestellungen mit der Mikro-Computertomographie untersucht:

- Kariologie: Dreidimensionale Quantifizierung der Demineralisation von Schmelz und Dentin
- Werkstoffkunde: Qualitätssicherung dentaler Werkstoffe (z. B. durch Quantifizierung von Porositäten und Fehlstellen)
- Endodontologie: Analyse der Wurzelkanal-Morphologie und -Geometrie vor und nach Aufbereitung
- Parodontologie: Knochendichtemessung nach regenerativen Therapieansätzen von Knochendefekten.

Technologie und Funktionsprinzip μ CT

Der zunächst offensichtlichste Unterschied zwischen klinischen CT- und μ CT-Scannern besteht in der Auflösung der entsprechenden Bilder. Während mit modernen Ganzkörper-CT- Geräten eine isotrope Ortsauflösung <1 mm erreicht werden kann, liegt diese in der μ CT-Technik zwischen 5 und 50 μ m. Anhand der Röntgenabsorption lassen sich Schmelz, Dentin und Pulpa differenzieren (Segmentieren, Schmelz (Cyan), Dentin (Gelb) und Wurzelkanalsystem (Rot)). Diese Teildatensätze bilden den Ausgangspunkt für die Oberflächenrekonstruktion der Abbil-

dung 5 (Software ParaView 2.4; Fa. Kitware). Für wissenschaftliche Auswertungen kann man diese Volumeninformationen in allen Dimensionen vermessen. Speziell für die dreidimensionale Auswertung des Wurzelkanalsystems wurde an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der LMU-München eine Software entwickelt, die es erlaubt, die dreidimensionale Dicke auf die gerenderte Oberfläche der Volumendaten zu projizieren. Neben dieser anschaulichen Darstellung können die Daten der lokalen 3D-Dicke auch statistisch ausgewertet werden (Abb. 6).

Während der Messung wird das Objekt im Röntgenkonus um 360° rotiert und dabei werden in mehreren hundert Positionen zweidimensionale Projektionen aufgenommen. Aus diesen wird dann mittels mathematischer Algorithmen die dreidimensionale Rekonstruktion berechnet. Das Mikro-CT-Verfahren erlaubt die Vermessung von Probenkörpern mit einem maximalen Durchmesser von 14 mm und benötigt im Vergleich zur klinischen CT wesentlich längere Messzeiten, die je nach Auflösung im Stundenbereich liegen können.

C. Kaaden¹, F. Gebhart², Y. Malyk¹, K.-H. Kunzelmann¹

¹ Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktor: Prof. Dr. Reinhard HICKEL)

² Poliklinik für Kieferorthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktorin: Prof. Dr. Ingrid RUDZKI-JANSON)

Korrespondenzadresse:
OA Dr. Christoph Kaaden
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
ZMK-Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität
Goethestraße 70
80336 München
E-Mail: Kaaden@dent.med.uni-muenchen.de