

Endodontische Diagnostik mit der Digitalen Volumentomographie

Das Spektrum der Röntgendiagnostik eines Hochschul-Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde umfasst Dentalaufnahmen (Tubusgeräte und Panorama-Schichtaufnahme-Geräte („OPG“)) und extraorale Schädelaufnahmen (Fernröntgenaufnahmen, verschiedene Regionalaufnahmen). Für spezielle Fragestellungen in allen Fachbereichen (s. *Tabelle 1*) sind „weitergehende Techniken“ erforderlich.

In den 90er Jahren wurde dieser Anspruch durch konventionelle, auf die Belange des Schädels orientierte computerassistierte Tomographiegeräte erfüllt.

Solche Geräte hatten gegenüber dem Computertomographen für unsere speziellen Fragestellungen den wesentlichen Vorteil einer minimalen Strahlenbelastung, die etwa in der Größenordnung des „OPG“ lag. Sie sind aber mittlerweile technisch überholt.

Fachgebiet	Indikation
Endodontologie	Wurzelkanalsysteme: Konfiguration, Varianten, Zahl, Längenbestimmung, apikales Parodont
Parodontologie	marginales Parodont: Knochentaschen, Furkationsbefall
Kieferorthopädie	Lage von Zähnen/Zahnkeimen, Ausbildung der Wurzeln, Resorptionen, Bewegungshindernisse, Ankylosen
Oralchirurgie, MKG-Chirurgie	<ul style="list-style-type: none">• retinierte und verlagerte Zähne• apikale Parodontitis, Zysten, Wurzelkanäle vor Wurzelspitzenresektion• prä- und postoperative Darstellung wichtiger Strukturen: Mandibularkanal, Foramen mentale, Nasenboden, Kieferhöhlenwände• Implantationsplanung und -kontrolle• knöcherne und dentale Situation bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten• Zahnverletzungen, Frakturen der Alveolarfortsätze• Veränderungen am Kiefergelenk: diakapituläre Frakturen, Arthrose, Ankylose• kleine Kiefertumoren

Tabelle 1 – Hauptindikationen der Digitalen Volumentomographie, insbesondere als 3D-Darstellungen (5)

Speziell für die Anwendung am Schädel steht seit einigen Jahren die „(Dentale) Digitale Volumentomographie (DVT)“ zur Verfügung, die anstelle des Fächerstrahles (CT) einen Kegelstrahl (Cone Beam Tomography) zur einmaligen Erfassung und dreidimensionalen Darstellung des gesamten Volumens nutzt (7). Eine wesentliche Verbesserung der Bildqualität der Cone Beam Tomography bei erhöhtem Bedienungskomfort erzielt das in Japan entwickelte Gerät „3DX“ durch den Einsatz von CCD-Sensor und Bildverstärker. Seit dem Jahr 2000 wird das Gerät unter dem Namen „Accuitomo“ durch Morita Co Ltd. produziert. Der Sensor hatte zunächst eine Fläche von knapp 3 x 4 cm, genügte damit weitgehend den zahnärztlichen Anforderungen, war aber für viele MKG-chirurgische Fragestellungen zu klein.

Eine Übersicht von derzeit auf dem Markt verfügbaren DVT-Geräten ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Unsere Erfahrungen mit der Digitalen Volumentomographie beruhen auf der Anwendung des DVT- Röntgengerätes „3D Accuitomo Flat Panel“ (J. Morita Europe GmbH, Dietzenbach, Deutschland). Diese verbesserte Version mit einem Flat panel und einem Aufnahmeformat von wahlweise 4x4 cm und 6x6 cm genügt den Ansprüchen an eine minimale Strahlenbelastung, eine exzellente Auflösung und ein für die weitaus meisten Indikationen ausreichendes Bildformat. Für diese speziellen Aufgabenstellungen ist das CT derzeit wegen seiner wesentlich höheren

Strahlenbelastung und seines deutlich schlechteren Auflösungsvermögens keine Alternative – jedoch bleibt es selbstverständlich für die meisten onkologischen und traumatologischen Fragestellungen (der MKG-Chirurgie) Mittel der Wahl.

Die wesentlichen Eigenschaften des Gerätes (s. Abb. 1) sind:

- Grundfläche etwa 2,5 m²
- sitzender Patient; computergesteuerte Bewegung des Stuhles in drei Raumebenen



Abb. 1 – Das Gerät „3D Accuitomo Flat Panel“ (J. Morita Europe GmbH)

- Aufnahmezeit etwa 18 Sekunden, Rechenzeit etwa 5 Minuten
- gleichzeitige Darstellung des Objektes in 3 Raumebenen (3 Bilder) auf dem Monitor, beliebige Anzahl neuer Schnitte und Winkel aus dem Datensatz, steuerbar am Monitor
- Auflösung: > 2 Linienpaare/mm; Voxel 0,125 mm je Seite (verzerrungsfrei)
- Schichtdicke: 0,125 ... 2 mm
- Schichtabstand: 0,125 ... 2 mm
- Dosis: entspricht etwa 1 „OPG“, Dosisindex: 1/7 des CT (Effektivdosis ~ 1/8 des CT)
- Bildbearbeitung: Messfunktionen, Filterfunktionen, Rekonstruktionen, Netzwerk-Integration, DICOM-Kompatibilität

Das Gerät ist nicht nur betriebsintern nutzbar. Bei gegebener Indikation kann die Röntgenleistung auf der Grundlage einer Überweisung erfolgen. Der Überweiser erhält anschließend den Datensatz auf einem Datenträger (CD-ROM), wobei ein Viewer als Software mitgeliefert wird. Damit kann der Empfänger die erfasste Region dreidimensional beurteilen, indem er gewissermaßen eine Reise durch das dargestellte Volumen ausführt.

Die Bedeutung und die Vorteile der Digitalen Volumentomographie sollen exemplarisch am „3D Accuitomo Flat Panel“ anhand von drei klinischen Fällen demonstriert werden.

Fall 1

Ein 72-jähriger Patient wurde mit dem Ausgangsröntgenbild von 15 (s. Abb. 2) und dem Verdacht eines zweiten Wurzelkanals zur weiteren Diagnostik überwiesen. Nach Kofferdamanlage und Entfernung der provisorischen Füllung konnte unter dem Dentalmikroskop nur ein relativ weit palatinal gelegener Wurzelkanaleingang aufgefunden werden (s. Abb. 3), was den Verdacht auf einen zweiten, bukkal gelegenen Wurzelka-

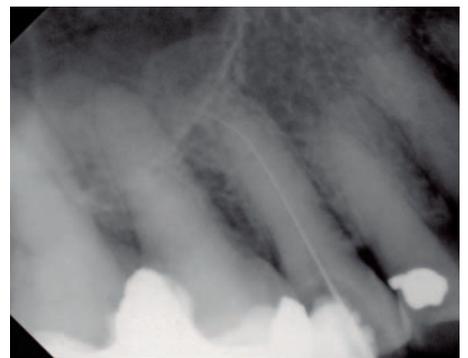


Abb. 2 – Sidexis-Ausgangsröntgenbild (Messaufnahme 15)

Produkt-/Handelsname	Hersteller/Vertrieb
i-CAT	Imaging Sciences International 1910 North Pen Road, Hatfield, PA 19440 (USA)
ILUMA DVT Scanner	Carestream Health Deutschland GmbH Hedelfinger Straße 60, D-70327 Stuttgart
3D Accuitomo FPD	Morita Europe GmbH Justus-von-Liebig-Str. 27a, D-63128 Dietzenbach
Veraviewepocs 3D	Morita Europe GmbH Justus-von-Liebig-Str. 27a, D-63128 Dietzenbach
1'2'3'-on Picasso Trio	Orangedental GmbH & Co KG Im Forstgarten 11, D-88400 Biberach
ProMax 3D	PLANMECA GmbH Obenhauptstraße 5, D-22335 Hamburg
NewTom DVT 3 G	NewTom Deutschland AG Buchenrotsweg 19, D-35043 Marburg
NewTom VG	NewTom Deutschland AG Buchenrotsweg 19, D-35043 Marburg
GALILEOS	Sirona Dental Systems GmbH Fabrikstr. 31, D-64625 Bensheim
3D eXam	KaVo Dental GmbH Bismarckring 39, D-88400 Biberach/Riß

Tabelle 2 – Übersicht von derzeit auf dem Markt befindlichen DVT-Geräten

nal klinisch erhärtete. Dies umso mehr, als auch die dunkle Farbe des Kavitätenbodens und die helleren Kalzifikationen (sogenann-



Abb. 3 – Klinische Situation mit einem deutlich palatinal gelegenen Wurzelkanal-eingang

te Straßenkarte) diesen eigentlich vermuten ließen. Trotz weitergehender gezielter Suche mithilfe von diamantierten Ultraschallspitzen (ProUltra, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Schweiz) und Langscharfenbohrern unter dem Dentalmikroskop, wobei die vorhandenen Kalzifikationen und Tertiärdentinfaltungen schrittweise beseitigt wurden, konnte kein zweites Orifizium diagnostiziert werden. Um weiteren Hartsubstanzverlust zu vermeiden, wurden der eine vorhandene Wurzelkanal wieder mit Calxyl blau (OCO Präparate GmbH, Dirmstein, Deutschland) gefüllt und der Zahn provisorisch verschlossen. In der anschließenden Accuitomo-Aufnahme konnte der klinische Verdacht eines zweiten, weiter bukkal gelegenen Wurzelkanals nicht bestätigt werden (s. Abb. 4).

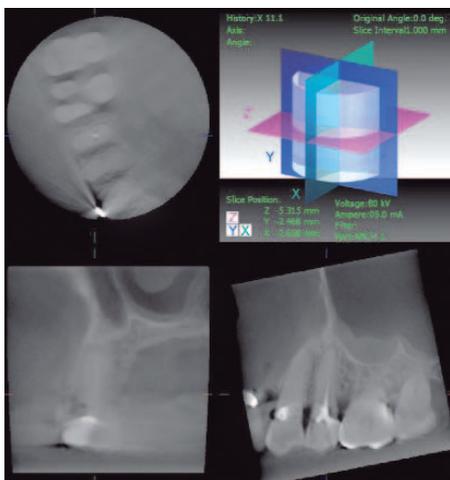


Abb. 4 – 3D-Darstellung der untersuchten Region 15 auf dem Accuitomo-Bildschirm (Aufnahmeformat 4 x 4 cm) mit ausgeblendeten Cursor-Linien

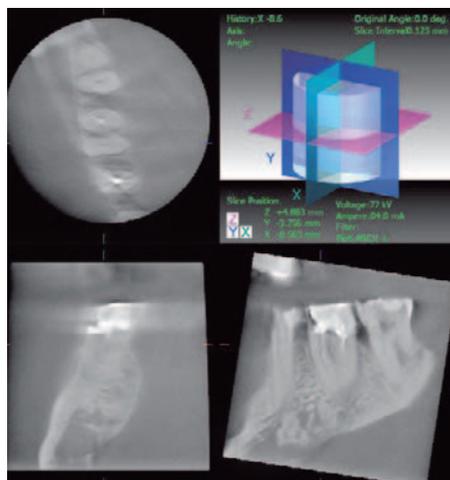


Abb. 6 – 3D-Darstellung der untersuchten Region 46 auf dem Accuitomo-Bildschirm (Aufnahmeformat 4x4 cm) mit ausgeblendeten Cursor-Linien

Außer den durch das Kalziumhydroxid verursachten deutlichen Röntgenopazitäten und Artefakten sind keinerlei Auffälligkeiten oder Anhaltspunkte für einen zweiten Wurzelkanal in den Bildsequenzen vorhanden (s. Abb. 5). Eine weitere Substanzabtragung bei der Suche des bukkalen Wurzelkanals unter dem Dentalmikroskop hätte eine unnötige Schwächung der Stabilität des Zahnes bedeutet und konnte so vermieden werden.

Fall 2

Es handelt sich hierbei um einen Zustand nach Caries penetrans und begonnener Wurzelkanalbehandlung am Zahn 46 bei einem 81-jährigen Patienten. Auch hier war aufgrund der lingualen Lage des mesialen Wurzelkanaleinganges ein zweiter mesialer Wurzelkanal vermutet worden. Da sich unter dem Dentalmikroskop in dem vermuteten Bereich am Kavitätenboden kein Wurzelkanaleingang finden und sondieren ließ (s. Abb. 8), wurde zur weiteren Suche eine Aufnahme (4 x 4 cm) mit dem Accuitomo durchgeführt (s. Abb. 6). Dabei zeigten sich im koronalen Wurzelkanalverlauf ein Isthmus und im mittleren Wurzel Drittel eine deutliche lang gestreckte Verbreiterung des Wurzelkanalverlaufes nach bukkal. Dies ist besonders in der Abfolge der Bilder in der z-Achse sehr gut zu verfolgen (s. Abb. 7).

Durch die spezielle Röntgendiagnostik war es möglich, den mesialen Kanaleingang mit diamantierten Ultraschallansätzen (ProUltra, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Schweiz) gezielt substanzschonend nach bukkal zu erweitern (s. Abb. 9). Im oberen Bereich dieser Wurzelkanalausweitung

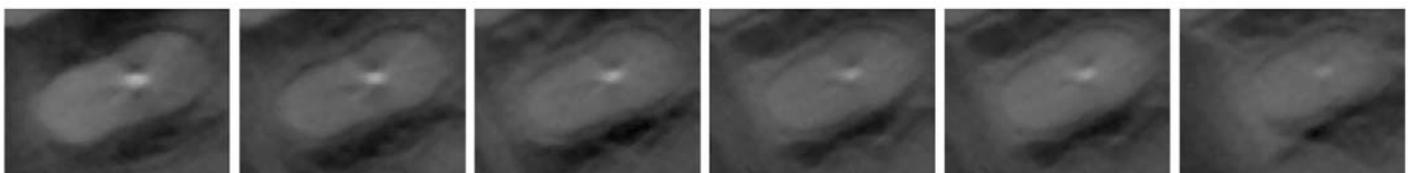


Abb. 5 – Sequenz eines Bildausschnittes des Zahnes 15 von koronal nach apikal in der z-Achse

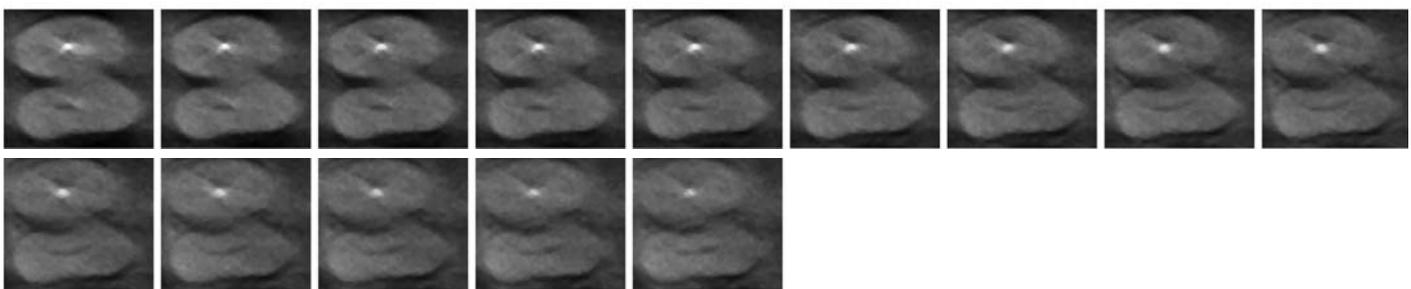


Abb. 7 – Sequenz eines Bildausschnittes des Zahnes 46 von koronal nach apikal in der z-Achse. Man erkennt deutlich den Isthmus des mesialen Wurzelkanals und die sich nach apikal verbreiternde Wurzelkanalgeometrie

wurde noch eine Hartgewebebrücke aufgefunden. Es erfolgte eine Sondierung mit K-Feilen und anschließender Messaufnahme (s. Abb. 12). Diese vermittelt einen recht guten Eindruck über die breite Kanalgeometrie. Im Zuge der weiteren Kanalerschließung wurde diese schmale Hartgewebebrücke mit entfernt. Nach Abschluss der Wurzelka-



Abb. 8 – Ausgangssituation des mesialen Wurzelkanaleinganges

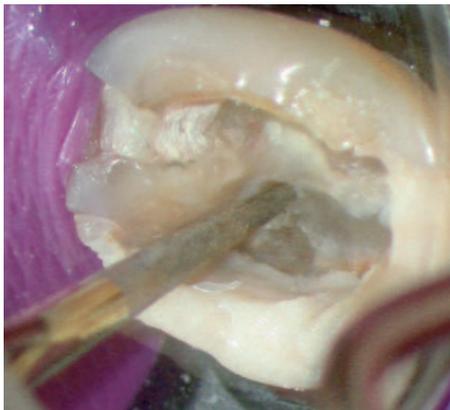


Abb. 9 – Erweiterung des Wurzelkanaleinganges mit diamantiertem Ultraschallansatz



Abb. 10 – Endgültige Gestaltung des mesialen Wurzelkanaleinganges



Abb. 11 – Applikation von ApexCal (distaler Wurzelkanal)



Abb. 14 – Sidexis-Kontrollaufnahme der definitiven Wurzelkanalfüllung mit geringfügigen Sealerüberpressungen

Abb. 12 – Sidexis-Messaufnahme 46 des mesialen Wurzelkanals

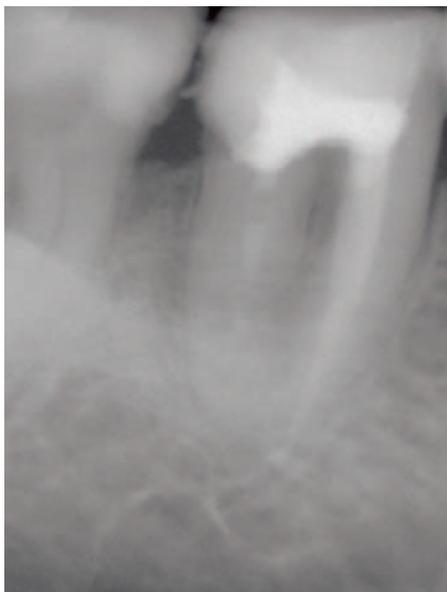


Abb. 13 – Sidexis-Kontrollaufnahme der temporären Wurzelkanalfüllung mit ApexCal



nalaufbereitung (s. Abb. 10) erfolgten eine temporäre Füllung der Wurzelkanäle mit ApexCal (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) (s. Abb. 11) und ein provisorischer Verschluss. Im anschließend angefertigten digitalen Sidexis-Röntgenbild (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Deutschland) wie auch dem Sidexis-Röntgenbild der definitiven Wurzelkanalfüllung ist deutlich die breite Geometrie des Wurzelkanalverlaufes im mittleren Drittel der mesialen Wurzel erkennbar (s. Abb. 13 und 14).

Fall 3

Auch der dritte Fall einer 67-jährigen Patientin demonstriert in beeindruckender Weise die Vorteile der digitalen Volumentomographie. Nach erfolgreicher Wurzelkanalbehandlung (Vitalalexstirpation) im Jahre 2002 stellte sich die Patientin jetzt mit einem unklaren Beschwerdebild in diesem Bereich vor. Die angefertigte Röntgenaufnahme zeigt auf den ersten Blick einen fraglichen Marginalbefund in diesem Gebiet (s. Abb. 15). Erst mit der Accuitomo-Aufnahme kann die Diagnose eines periapikalen Prozesses (Zystenverdacht) an der palatinalen Wurzelspitze gestellt werden (s. Abb. 16). Außerdem kann direkt am Computer die Größe ermittelt werden. Sie beträgt in diesem Fall ca. 3 x 3 mm. Sehr eindrucksvoll ist auch die in der z-Achse deutlich sichtbare beginnende Sinusitis im Bereich des linken Sinus maxillaris. Für den Kieferchirurgen ist damit eine genaue Lagebestimmung des apikalen Prozesses in exakter Lokalisation zu den umgebenden Strukturen möglich.

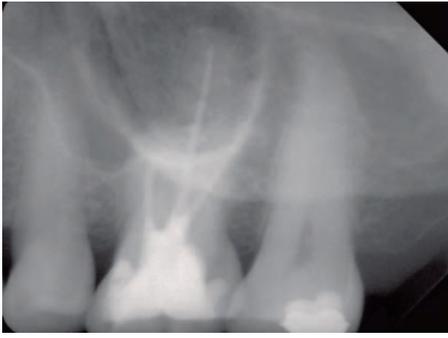


Abb. 15 – Sidexis-Röntgenaufnahme 26 von 2007

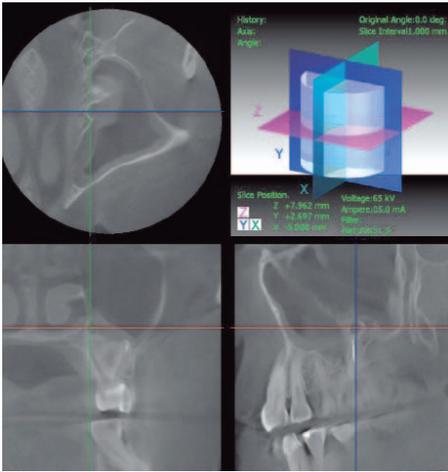


Abb. 16 – 3D-Darstellung der untersuchten Region 26 auf dem Accuitomo-Bildschirm (mit eingeblendetem Cursor). Man erkennt deutlich, dass sich die Cursorlinien in allen drei Achsen in derselben periapikal sichtbaren Veränderung treffen.



Dr. med. Gunnar Garte

Prof. Dr. med. Wolfgang Klimm

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Lutz Päßler
Universitätsklinikum der TU Dresden

Praxen mit DVT in Sachsen

Die zahnärztliche Radiologie wurde in den letzten Jahren durch die Einführung der digitalen Volumentomographie (DVT) entscheidend erweitert. Die DVT-Technologie ermöglicht die dreidimensionale Darstellung der Mund-, Kiefer- und Gesichtsregion in bisher nicht dagewesener Qualität. Bei dieser Geräteart ist mit einer effektiven Dosis des Patienten von max. 0,6 mSv pro Aufnahme (ca. 20 Prozent einer CT-Schädelaufnahme) zu rechnen (Ewen, Quintessenz 9/2007). In den letzten Monaten hat die Anzahl der Systeme am Markt deutlich zugenommen, jedoch beschränkt sich die Verbreitung aufgrund der hohen Anschaffungskosten.

Neben rein chirurgisch orientierten Indikationen bildet diese Untersuchungsmethode eine hervorragende Diagnostikgrundlage zu Fragen der Implantologie, der Endodontie, der Parodontologie sowie bei Kiefergelenkerkrankungen.

Für den Betrieb eines DVT ist eine spezielle DVT-Röntgenfachkunde erforderlich. Diese muss über eine postgraduale, mindestens 3 Monate umfassende Ausbildung mit dem Nachweis von wenigstens 25 dokumentierten Untersuchungen absolviert werden.

Bei dem Vorliegen einer entsprechenden Indikation stehen in Sachsen gegenwärtig an folgenden Standorten diese Geräte zur Verfügung.

Ort	Einrichtung
Dresden	Zentrum ZMK Universitätsklinikum an der TU Dresden
Freiberg	Praxis Dr. Borrmann
Hoyerswerda	Praxis Dr. Ladig
Leipzig	Zentrum ZMK Universitätsklinikum Leipzig
Leipzig	Praxis Dr. Barth/ Dr. Höfner
Zwickau	Zentrum für zahn- ärztliche 3 D-Diagnostik

Übersicht der bei der Zahnärztlichen Röntgenstelle angemeldeten Geräte nach Recherchestand vom 12.12.2007