

# Diagnostische Möglichkeiten der digitalen Volumen- tomografie

Die digitale Volumentomografie (DVT) erlaubt dreidimensionale Darstellungen kranio-fazialer Strukturen in hoher Bildqualität. Bei reduzierter Strahlenbelastung ist die Detaildarstellung im Vergleich zur konventionellen Computertomografie (CT) besser. Drei gewünschte, zueinander orthogonale Untersuchungsebenen können bei gleich bleibender Qualität innerhalb des Datenzylinders am Computer frei festgelegt werden. Zur weiterführenden zahnärztlichen Röntgendiagnostik ist die digitale Volumentomografie bei deutlich geringerer Strahlenexposition des Patienten eine kostengünstige Alternative zum konventionellen CT.

Michael Lemkamp, Andreas Filippi, Dorothea Berndt,  
J. Thomas Lambrecht

Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und  
Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin  
der Universität Basel

Schlüsselwörter:

Röntgendiagnostik, digitale Volumentomographie, DVT

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Dr. J. Th. Lambrecht  
Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und  
Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin  
der Universität Basel

Hebelstrasse 3, CH-4056 Basel/Schweiz

Tel. ++41 61 267 2606

Fax ++41 61 267 2607

E-Mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

(Texte français voir page 651)

## Einleitung

Radiologische Untersuchungen sind für Diagnostik und Therapie in der Zahnmedizin unerlässlich. Im Gegensatz zu vielen anderen Bereichen der Medizin ist der Zahnarzt in seiner Praxis auf eine Röntgeneinrichtung angewiesen. Zahnärztliche Röntgenaufnahmen werden in Abhängigkeit von der Lage des Röntgenfilms bzw. Sensors in intra- und extraorale unterschieden. Zu den intraoralen Aufnahmen zählen Einzelzahnfilme unterschiedlicher Projektionstechniken sowie Bissflügel- und Okklusalaufnahmen. Diese Techniken kommen bei der Detaildarstellung feiner Strukturen zum Einsatz; das Auflösungsvermögen dieser

Röntgenfilme wird mit über zehn Linienpaaren pro Millimeter von keiner anderen Technik erreicht (PASLER & VISSER 2000).

Die häufigste extraorale Aufnahme im zahnärztlichen Bereich ist die Panoramaschichtaufnahme. Sie ermöglicht, mit einer geringen Strahlenbelastung von etwa 7  $\mu$ Sv sämtliche Zähne sowie den gesamten Unter- und Oberkiefer darzustellen (TAL & MOSES 1991, DÜKER 2000, PASLER & VISSER 2000, WILLIAMS et al. 2000). Eine weitere extraorale Technik ist die konventionelle Tomografie, bei der eine ausgewählte Schicht in der dritten Dimension dargestellt wird. Heute können solche Aufnahmen mit entsprechend ausgestatteten Panoramaschichtgeräten angefertigt werden. Im Gegensatz zu den klassischen Schichtgeräten der allge-

meinen Radiologie, welche Schichtdicken von 1–2 mm erzeugen können, erlaubt die technische Ausstattung der heutigen zahnärztlichen Geräte lediglich Schichtdicken zwischen 5–8 mm (TAMMISALO & TAMMISALO 1991, KAEPLER et al. 1995, KAEPLER et al. 1996).

Bei der Computertomografie (CT) werden ebenfalls Querschnittsbilder erzeugt, die digital erfasst werden. Der Computer verknüpft die einzelnen zweidimensionalen Datenflächen zu einem dreidimensionalen Datenwürfel. Auf diese Weise ist es möglich, mittels Reformatierung neben Querschnitten auch Längsschnitte darzustellen. Bei der Überlagerung von Weisheitszahn und Mandibularkanal in der Panoramaschichtaufnahme kann eine CT-Abklärung helfen, operativ bedingte Sensibilitätsstörungen im Bereich des N. alveolaris inferior zu vermeiden (WARNKE et al. 1996). Zusätzlich können anhand von CT-Daten individuelle dreidimensionale Patientenmodelle hergestellt werden (LAMBRECHT et al. 1995).

Im Gegensatz zur CT wird bei der digitalen Volumentomografie (DVT) das Volumen des aufzunehmenden Bereichs durch ein kegelförmiges Strahlenbündel erfasst. Die Qualität der Darstellung ist im Vergleich zum CT deutlich besser, was positiven Einfluss auf die zahnmedizinische Diagnostik haben könnte (MOZZO et al. 1998). Die zahnärztlichen Indikationen für eine digitale Volumentomografie entsprechen denen der konventionellen Tomografie. Hierzu gehören kompliziert verlagerte oder missgebildete Zähne, die Evaluation des präimplantologischen Knochenangebots, Kiefer- oder Zahnwurzelfrakturen, die Diagnostik des Kieferhöhlenbodens vor Implantation, Tumoren, intra- und extraossäre Fremdkörper sowie Kiefergelenkerkrankungen (PAWELZIK & COHEN 2002, ZIEGLER et al. 2002). Artefakte durchstrahlter Metalle, wie Füllungsmaterialien, fest sitzender Zahnersatz oder Implantate, werden im Vergleich zur konventionellen Computertomografie minimiert (SCHULZE et al. 2005).

## Technik

Mit dem digitalen Volumentomografen Accuitomo (Fa. Morita, Kyoto, Japan) kann ein zu untersuchender Bereich in allen drei Ebenen des Raumes mit einer Auflösung von 2–3 Linienpaaren pro Millimeter dargestellt werden (Abb. 1). Die Daten entsprechen einem Zylinder mit einem Volumen von etwa 32 cm<sup>3</sup> (Höhe 2,8 cm, Durchmesser 3,8 cm). Die zu untersuchende Region wird durch die Bewegung des Patientenstuhls in den drei Raumachsen eingestellt (Abb. 2). Der Aufnahmekopf trägt den Strahler und den Sensor. Er dreht sich während der Aufnahme einmal 360° um den Kopf des Patienten. Die Ausbreitung der Röntgenstrahlen erfolgt pyramidenförmig: Die Spitze dieser Pyramide ist die Strahlenquelle, der Boden der Sensor (Abb. 3). Die Strahlenquelle ist 63,5 cm, der Sensor 33,5 cm von der Drehachse des Aufnahmekopfes und somit vom zu untersuchenden Bereich entfernt. Die Schnittfläche des Strahlengangs ist rechteckig; durch die Drehung des Aufnahmekopfes entsteht ein zylinderförmiger Untersuchungsbereich (Abb. 4). Nach Anfertigung der Aufnahme können am Computer innerhalb dieses Datenzylinders drei zueinander orthogonale Untersuchungsebenen frei festgelegt werden. Der Zylinder kann ohne Qualitätsverlust in allen Ebenen des Raumes am Bildschirm durchwandert werden.

## Diagnostische Beispiele

Nachfolgend werden einige diagnostische Beispiele zur Illustration der Präzision der radiologischen Darstellung mittels DVT präsentiert.



Abb. 1 Digitaler Volumentomograf (Accuitomo, Fa. Morita) der Universitätsklinik für Zahnmedizin der Universität Basel

Fig. 1 Vue d'ensemble de l'appareil de tomographie volumique numérisée (Accuitomo®, Sté. Morita) installé au Centre de médecine dentaire de l'Université de Bâle



Abb. 2 Lichtvisiereinstellung der zu untersuchenden Region durch Bewegung des Patientenstuhls

Fig. 2 Réglage de l'appareil par déplacement du fauteuil du patient; focalisation sur la région d'intérêt par système de visée à faisceaux lumineux

Beispiel 1: Ein 35-jähriger Patient beschrieb zehn Tage nach operativer Entfernung des Zahnes 48 ein «lautes Knacken» in der rechten Kieferwinkelregion. Okklusionsstörungen oder andere klinische Auffälligkeiten bestanden nicht. Mittels Panoramaschichtaufnahme konnte kein Bruchspalt diagnostiziert werden (Abb. 5a). Ein zusätzlich angefertigtes DVT zeigte hingegen

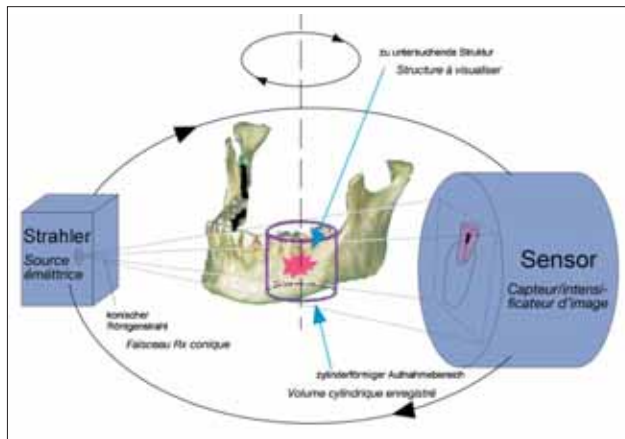


Abb. 3 Schema der Bilderzeugung mit dem DVT (Accuitomo, Fa. Morita)

Fig. 3 Schéma du fonctionnement de l'imagerie par tomographie volumique numérisée (Illustration: Sté. Morita)

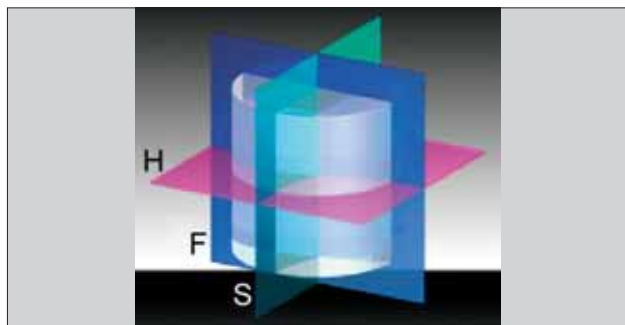


Abb. 4 Datenzylinder aus Abb. 3: Durch korrektes Positionieren des Patienten wird ein Datenvolumen mit drei körperbezogenen, orthogonal zueinander stehenden Schnittebenen erzeugt (Horizontalebene H, Frontalebene F, Sagittalebene S). Dieses Ebenensystem kann frei gedreht und gekippt werden.

Fig. 4 Cylindre de données de la Fig. 3: Le positionnement correct du patient permet de créer un volume de données tridimensionnel défini par trois plans de coupe (H: plan horizontal; F: plan frontal/vertical; S: plan sagittal). Le traitement numérique permet d'imposer librement des mouvements de rotation et d'inclinaison du cylindre.

eindeutig eine Fraktur der Mandibula (Abb. 5b–d, Pfeile). Aufgrund der Diagnose wurde der Unterkiefer intermaxillär fixiert.

**Beispiel 2:** Eine Patientin stellte sich zur operativen Entfernung des retinierten und verlagerten Zahnes 38 vor. Die Panoramaschichtaufnahme (Abb. 6a) konnte keine ausreichende Information zur Lagebeziehung zwischen Zahn und Mandibularkanal liefern. Das DVT hingegen zeigte, dass der Canalis mandibularis lingual und im direkten Kontakt zur Wurzeloberfläche des Zahnes verläuft (Abb. 6b–d, Pfeile).

**Beispiel 3:** Eine Patientin wurde mit dem Zufallsbefund eines Mesiodens vom Privatzahnarzt an die Universitätskliniken für Zahnmedizin in Basel überwiesen (Abb. 7a). Mit dem DVT konnte die genaue Lage und Morphologie des Mesiodens bestimmt werden. Der Canalis incisivus war deutlich zu erkennen (Abb. 7b–d, Pfeile). Der Mesiodens wurde unter Schonung des N. incisivus operativ entfernt.

**Beispiel 4:** Eine 25-jährige Patientin stellte sich mit der Verdachtsdiagnose «internes Granulom» in den Universitätskliniken für

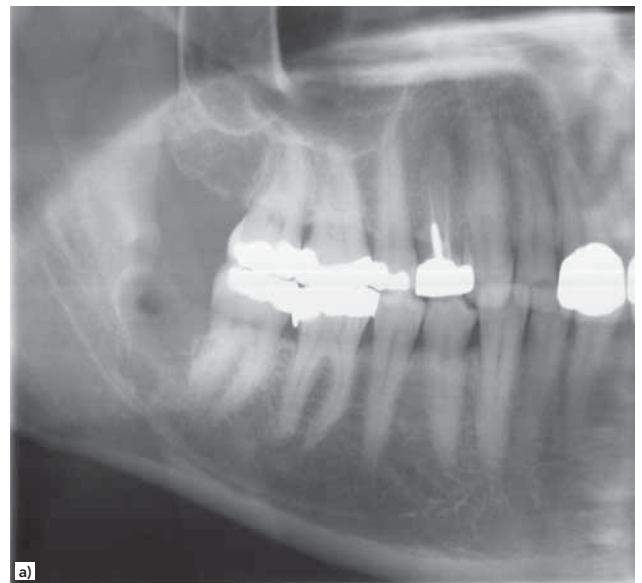


Abb. 5a Unterkieferfraktur: Ausschnitt Panoramaschichtaufnahme regio 48: keine Frakturlinie sichtbar

Fig. 5a Fracture de la mandibule: détail d'un OPG, région 48; pas de trait de fracture visible



Abb. 5 b) Unterkieferfraktur: Darstellung einer Horizontalebene; c) Unterkieferfraktur: Darstellung einer Sagittalebene; d) Unterkieferfraktur: Darstellung einer Frontalebene

Fig. 5 b) Fracture de la mandibule: visualisation d'un plan horizontal; c) Fracture de la mandibule: visualisation d'un plan sagittal; d) Fracture de la mandibule: visualisation d'un plan frontal

Zahnmedizin in Basel vor. Um eine externe Wurzelresorption auszuschliessen, die sich radiologisch identisch darstellen kann, wurde ein DVT angefertigt (Abb. 8a–c). Die Aufnahme bestätigte die Diagnose eines internen Granuloms, woraufhin der Zahn endodontisch behandelt wurde.

**Beispiel 5:** Bei einer zahnärztlich-radiologischen Kontrolluntersuchung nach operativer Weisheitszahnentfernung wurde bei einer 26-jährigen Patientin ein Fremdkörper im linken Kieferwinkel diagnostiziert (Abb. 9a). Ein DVT zeigte die eindeutig extraossäre, subperiostale Lage des Fremdkörpers (Abb. 9b–d), welcher anschliessend gezielt operativ entfernt werden konnte und sich als abgebrochener Rosenbohrer herausstellte.

## Diskussion

Die Basis zahnärztlich-radiologischer Diagnostik bleibt trotz neuer Aufnahmetechniken die Panoramaschichtaufnahme. Reicht diese für die Diagnostik nicht aus, sind Aufnahmen in einer zweiten Ebene erforderlich. In Abhängigkeit von Lokalisation und Fragestellung kommen dafür intraorale Aufnahmen, Schädelaufnahmen oder Tomografien in Frage. In einigen Fällen liefern intraorale Techniken die benötigte Information, beispielsweise die parallaxische Verschiebung oder Aufbissaufnahmen.



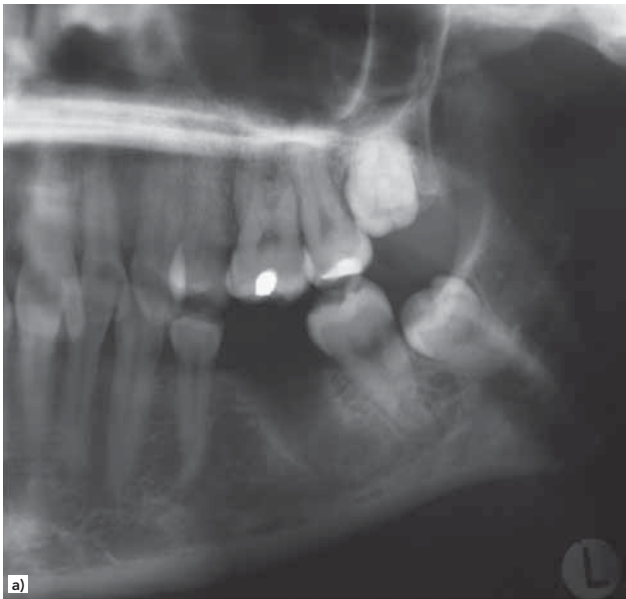


Abb. 6a Verlauf des Mandibularkanal: Ausschnitt der Panoramaschichtaufnahme: enge Lagebeziehung regio 38 zwischen Zahn und Kanal

Fig. 6a Trajet du canal mandibulaire: détail d'un OPG; proximité marquée entre la dent de sagesse et le canal du nerf alvéolaire inférieur

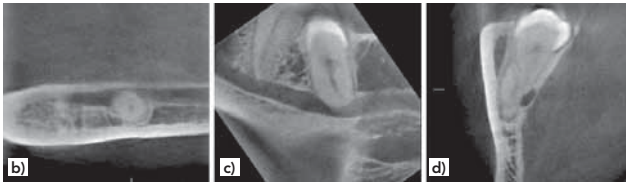


Abb. 6 b) Verlauf des Mandibularkanal: Darstellung einer Horizontalebene; c) Verlauf des Mandibularkanal: Darstellung einer Sagittalebene; d) Verlauf des Mandibularkanal: Darstellung einer Frontalebene

Fig. 6 b) Trajet du canal mandibulaire: visualisation d'un plan horizontal; c) Trajet du canal mandibulaire: visualisation d'un plan sagittal; d) Trajet du canal mandibulaire: visualisation d'un plan frontal

Deren Anwendung ist jedoch anatomisch limitiert. Können intraorale Techniken die gewünschte Information nicht liefern, kommen Schädelaufnahmen oder Tomographien zur Anwendung. Vor Zahnentfernung oder Implantation können das transversale und vertikale Knochenangebot (TAMMISALO et al. 1992) sowie die Lage des N. alveolaris inferior meist mit konventionellen Tomografien bestimmt werden (DRAGE & RENTON 2002, BELL et al. 2003). In der Praxis ist es jedoch häufig schwierig, die diagnostisch relevante Schicht exakt zu treffen. Dadurch erforderliche Wiederholungs- oder Zusatzaufnahmen provozieren höhere Kosten und eine unnötige Strahlenexposition des Patienten. Im Gegensatz dazu kann bei der konventionellen CT und der digitalen Volumentomografie die aussagekräftigste Schicht innerhalb des Datensatzes frei gewählt werden (ENCISO et al. 2005). Beim CT werden jedoch viele für zahnmedizinische Fragestellungen nicht relevante Strukturen abgebildet. Weiterhin sind die Kosten des in einer zahnärztlichen Einrichtung angefertigten DVT geringer als die eines CT. Die Strahlenbelastung für das NewTom 9000 wird mit einer effektiven Dosis von 56,5 µSv angegeben (BROOKS 2005). Die effektive Dosis einer Aufnahme mit dem Accuitomo ist mit ca. 7,4 µSv mit der einer



Abb. 7a Mesiodens: Panoramaschichtaufnahme

Fig. 7a Mésiodens: détail d'un OPG



Abb. 7 b) Mesiodens: Darstellung einer Horizontalebene; c) Mesiodens: Darstellung einer Frontalebene; d) Mesiodens: Darstellung einer Sagittalebene

Fig. 7 b) Mésiodens: visualisation d'un plan horizontal; c) Mésiodens: visualisation d'un plan sagittal; d) Mésiodens: visualisation d'un plan frontal

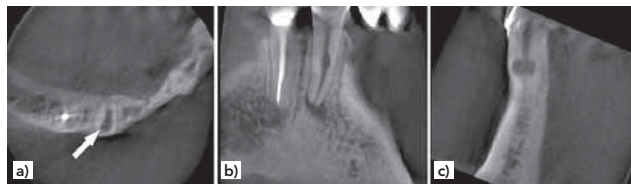


Abb. 8 a) Internes Granulom: Darstellung einer Horizontalebene; b) Internes Granulom: Darstellung einer Frontalebene; c) Internes Granulom: Darstellung einer Sagittalebene

Fig. 8 a) Granulome interne: visualisation d'un plan horizontal; b) Granulome interne: visualisation d'un plan frontal; c) Granulome interne: visualisation d'un plan sagittal

Panoramaschichtaufnahme vergleichbar (ARAI 2001). Sie beträgt damit in Abhängigkeit vom jeweiligen CT-Gerätetyp nur 1/100 bis 1/400 der Dosis eines konventionellen CT (ARAI et al. 2001, HASHIMOTO et al. 2003).

Digitale Volumentomographen schränken den durchstrahlten und abgebildeten Bereich ein. Dieser ist beim NewTom 9000 kugelförmig (Durchmesser 10 cm), beim Accuitomo zylindrisch (Durchmesser 3,8 cm×Höhe 2,8 cm). Die dargestellten Volumina der verschiedenen Systeme unterscheiden sich auch im Auflösungsvermögen. Dieses wird bei der digitalisierten Objektdarstellung über das Volumenelement (Voxel) definiert. Das CT erreicht eine Voxelgröße von 0,4 mm Kantenlänge; NewTom 9000 (0,25 mm×0,25 mm×0,2 mm)

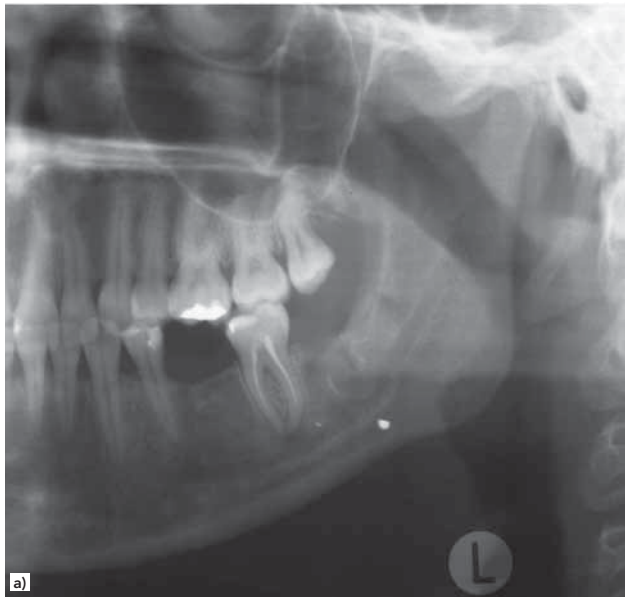


Abb. 9a Fremdkörper regio 38: Panoramaschichtaufnahme nach operativer Entfernung Zahn 38

Fig. 9a Corps étranger radio-opaque dans la région de l'angle mandibulaire gauche; découverte fortuite sur un OPG après avulsion chirurgicale de la 38

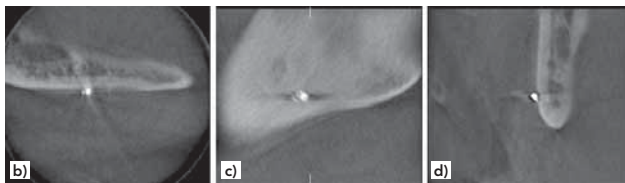


Abb. 9 b) Fremdkörper regio 38: Darstellung einer Horizontalebene; c) Fremdkörper regio 38: Darstellung einer Frontalebene; d) Fremdkörper regio 38: Darstellung einer Sagittalebene

Fig. 9 b) Corps étranger région 38: visualisation d'un plan horizontal; c) Corps étranger région 38: visualisation d'un plan frontal; d) Corps étranger région 38: visualisation d'un plan sagittal

und Accuitomo (0,125 mm×0,125 mm×0,125 mm) haben ein höheres Auflösungsvermögen. Daraus resultiert eine bessere Detaildarstellung untersuchter Strukturen bei der DVT: Knochen, Schmelz, Dentin, Pulpakavum und Parodontalspalt werden deutlich besser dargestellt (ARAI et al. 1999, HONDA et al. 2001, HASHIMOTO et al. 2003). Dass der Patient während der Aufnahme beim Accuitomo sitzen kann, ist im Vergleich zum NewTom 9000 und zum CT, wo der Patient liegen muss, angenehmer.

Die meisten klinisch relevanten Fragestellungen in der Zahnmedizin sind mit dem Aufnahmevolumen (32 cm<sup>3</sup>) des Volumentomografen der Firma Morita (Accuitomo) problemlos darstellbar: Ein grösseres Aufnahmevolumen ist bei fachgerechter Einstellung meist nicht erforderlich. Bei umfangreicheren Implantatplanungen innerhalb eines ganzen Kiefers ist das Aufnahmevolumen des NewTom 9000 besser geeignet. Um dieses Volumen mit dem Accuitomo zu erreichen sind mehrere Aufnahmen erforderlich, die idealerweise durch den Computer verknüpft werden sollten. Hier besteht bei der Software der Firma Morita noch Verbesserungsbedarf.

Die Schnittebenen durch das untersuchte Volumen können bei der Bildbearbeitung frei festgelegt werden, was eine problemorientierte Darstellung ermöglicht. So werden zum Beispiel

Frakturlinien erkennbar, welche auf der Panoramaschichtaufnahme durch Überlagerungseffekte verdeckt werden. Um einen räumlichen Eindruck der Situation zu gewinnen, sollten Überweiser selbst die Möglichkeit nutzen, übermitteltes Datenmaterial am eigenen PC zu durchwandern. Der räumliche Eindruck ist immer besser als ein statisches Bild.

Jeder/jede Zahnarzt/Zahnärztin entscheidet selbst, welche bildgebenden Verfahren zum Einsatz kommen. Es sollte mit einem Minimum an Strahlenbelastung eine möglichst umfassende Diagnostik gewährleistet werden. Aus diesem Grund sollte nun auch das Verfahren der digitalen Volumentomografie in Betracht gezogen werden.

### Abstract

Cone beam computed tomography allows high quality 3D images of cranio-facial structures. Although detail resolution is increased, x-ray exposition is reduced compared to classic computer tomography. The volume is analysed in three orthogonal plains, which can be rotated independently without quality loss. Cone beam computed tomography seems to be a less expensive and less x-ray exposing alternative to classic computer tomography.

### Literatur

ARAI Y, TAMMISALO E, IWAI K, HASHIMOTO K, SHINODA K: Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 28: 245–248 (1999)

ARAI Y, HONDA K, IWAI K, SHINODA K: Practical model «3DX» of limited cone-beam X-ray CT for dental use. *International Congress Series* 1230: 713–718 (2001)

BELL G W, RODGERS J M, EDWARDS K L, HAHN M R, DORMAN M L, KEEN W D, STEWART D J, HAMPTON N: The accuracy of dental panoramic tomographs in determining the root morphology of mandibular third molar teeth before surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 119–125 (2003)

BROOKS S L: Effective dose of two cone-beam CT scanners: I-CAT and NewTom 3G. *American Association of Dental Maxillofacial Radiographic Technicians Newsletter* (2005)

DÜKER: Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme. Hühlig, Heidelberg, p. 9 (2000)

DRAGE N A, RENTON T R: Inferior alveolar nerve injury related to mandibular third molar surgery: an unusual case presentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 359–361 (2002)

ENCISO R, DANFORTH R A, ALEXANDRONI E S, MEMON A, MAH J: Third-molar impaction diagnostic with cone-beam computerized tomography. *International Congress Series* 1281: 1196–1199 (2005)

HASHIMOTO K, ARAI Y, IWAI K, ARAKI M, KAWASHIMA S, TERAKADO M: A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 371–377 (2003)

HONDA K, ARAI Y, IWAI K, HASHIMOTO K, SAITOU T, SHINODA K: Fundamental efficiency of new-style limited-cone-beam CT (3DX) – comparison with helical CT. *Jpn J Tomogr* 27: 193–198 (2001)

KAEPLER G, MEYLE J, SCHULTE W: Anwendung der Spiraltomographie in der zahnärztlichen Implantologie. *Z Zahnärztl Implantol* 11: 149–157 (1995)

KAEPLER G, VOGEL A, SCHULTE W, MEYLE J: Einsatz der multimodalen Radiographie in der präoperativen Planung bei osteoly-

- tischen Prozessen im Ober- und Unterkiefer. *Quintessenz* 47: 365–376 (1996)
- LAMBRECHT J T, HAMMER B, JACOB A L, SCHIEL H, HUNZIKER M, KREUSCH T, KLIEGIS U: Individual model fabrication in maxillofacial radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 24: 147–154 (1995)
- MOZZO P, PROCACCI C, TACCONI A, TINAZZI MARTINI P, BERGAMO ANDREIS I A: A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 8: 1558–1564 (1998)
- Pasler F A, Visser H: *Zahnmedizinische Radiologie*. Thieme, Stuttgart, pp. 8–128 (2000)
- PAWELZIK J, COHEN M: A comparison of conventional panoramic radiographs with volumetric computed tomography images in the preoperative assessment of impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 60: 977–978 (2002)
- SCHULZE D, HEILAND M, BLAKE F, ROTHER U, SCHMELZE R: Evaluation of quality of reformatted images from two cone-beam computed tomographic systems. *J Craniomaxillofac Surg* 33: 19–23 (2005)
- TAL H, MOSES O: A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 20: 40–42 (1991)
- TAMMISALO E, HALLIKAINEN D, KANERVA H, TAMMISALO T: Comprehensive oral X-ray diagnosis: Scanora multimodal radiography. A preliminary description. *Dentomaxillofac Radiol* 21: 9–15 (1992)
- TAMMISALO E, TAMMISALO T: Multimodal radiography: a new imaging technique and system for oral diagnosis. *Proc Finn Dent Soc* 87: 259–270 (1991)
- WARNKE T, CARLS F R, PAJAROLA G F, SAILER H F: Operative Entfernung unterer Weisheitszähne nach computertomographischer Darstellung. *Acta Med Dent Helv* 106: 40–45 (1996)
- WILLIAMS J R, MONTGOMERY A: Measurement of dose in panoramic dental radiology. *Br J Radiol* 73: 1002–1006 (2000)
- ZIEGLER C M, WOERTCHE R, BRIEF J, HASSFELD S: Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 31: 126–130 (2002)