

E. Frank¹

Augen auf beim DVT-Kauf

Bei der Auswahl des geeigneten DVT-Gerätes spielen verschiedene Kriterien eine Rolle, die im Folgenden stichwortartig aufgeführt und kommentiert werden, um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen. Im Zeitalter nahezu inflationär auf den Dentalmarkt drängender Geräte vom Typ „Digitaler Volumentomograph“ (DVT) ist eine Aufstellung von Kriterien zum Gerätevergleich sinnvoll und notwendig, um den Überblick zu wahren. Die folgenden Ausführungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dienen der Meinungsbildung bzw. Entscheidungsfindung DVT-kaufinteressierter Kollegen, deren Tätigkeitsschwerpunkt die zahnärztliche Chirurgie und Implantologie darstellt. Der Autor hat in seiner fast 14-jährigen Tätigkeit als Processing- und Imaging-Center für Dental-CT's und DVT's sowie in diversen Studien und Projekten tausende solcher Aufnahmen von über 100 Radiologen weltweit ausgewertet. Diese Erfahrung erlaubt eine produktübergreifende Beurteilung dessen, was im Bereich der dentalen 3D-Bildgebung möglich ist und wie sich die neue Gerätegeneration positioniert.

Mögliche (Mit-)Nutzergruppen und deren rechtfertigende Indikationen

Gerade angesichts der Anschaffungskosten eines DVT-Gerätes einerseits und der gesundheitspolitischen und wirtschaftlichen Situation im deutschen Gesundheitswesen andererseits ist es naheliegend, die Frage nach der Amortisation/Rentabilität eines solchen Gerätes zu stellen und alle potentiellen Haupt- und ergänzende Einsatzgebiete zu berücksichtigen. Ein DVT-Gerät könnte nämlich zusätzlich zu den vom Betreiber selbst veranlassten, auch andere 3D-Bildgebungen liefern, die unter Umständen auch für andere dentale Benutzergruppen (potentielle Überweiser bzw. Kooperationspartner) interessant sein könnten. Beispielsweise könnten Kieferorthopäden an Aufnahmen bzw. einer Zusammenarbeit mit dem DVT-Gerätebetreiber interessiert sein. Dies sollte bei der Geräteauswahl berücksichtigt werden, besonders unter

dem Blickwinkel des gerätetypischen, maximal möglichen Field-Of-View.

Die folgende Liste denkbarer Indikationen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll lediglich als Anregung zum Nachdenken über die Möglichkeiten dieser Gerätegeneration verstanden werden.

Dentale Implantologie

- Prothetisch orientierte 3D-Implantatplanung
- 3D-Diagnostik für Augmentationen

Oralchirurgie/Kieferchirurgie

- Retinierte und verlagerte Zähne
- Fremdkörper-, Wurzelrestlokalisation
- 3D-Planung von Distraktoren
- Kraniofaziale Frakturen
- Kraniofaziale Neoplasien (nur im Hartgewebereich)

Parodontologie

- Feindiagnostik des knöchernen Parodontiums

- (Verlauf, Knochentaschen, Furkationen)
- Feindiagnostik GTR/GBR

Kieferorthopädie

- Digitale 3D-Diagnostik (Knochen, Weichteile, Modelle, Bewegungsaufzeichnungen)
- Individualisierung der Zahnbogenform
- 3D-Nachweis von Wurzelresorptionen
- Einordnung retinierter Zähne
- 3D-Planung von skelletalen Verankerungen
- 3D-Planung für die orthognathe Chirurgie
- 3D-Weichteildiagnostik und -simulation

Funktionsdiagnostik

- Osteoarthritis/Osteoarthrose
- Rheumatische Arthritis
- Kollumfraktur, Hyperplasie Proc. coronoideus
- Aplasie, Hyperplasie, Hypoplasie, Ankylosen

Endodontologie

- Wurzelkanaltopologie (Anzahl, Verlauf)
- Beurteilung von Wurzelfüllungen
- Ausdehnung apikaler Veränderungen
- Mögliche Kieferhöhlenbeteiligungen
- Beziehungen Apex/N. alveolaris inferior

Platzbedarf des Gerätes

Ein wichtiges K.O.-Kriterium für Kollegen mit vorgegebenen Praxisräumlichkeiten ist der Platzbedarf des Gerätes. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, den vorhandenen Röntgenraum inkl. Türen

¹ Bahnhofstr. 16/2, 74354 Besigheim

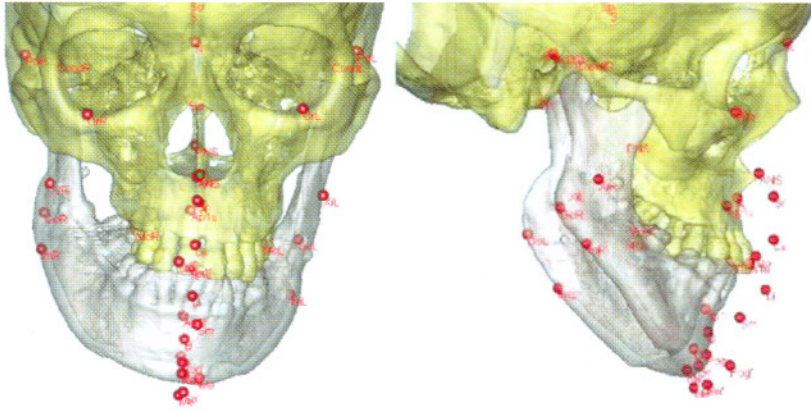


Abbildung 1 3D-Cephalometrie mit SimPlant CMF.

(Quelle: pst)

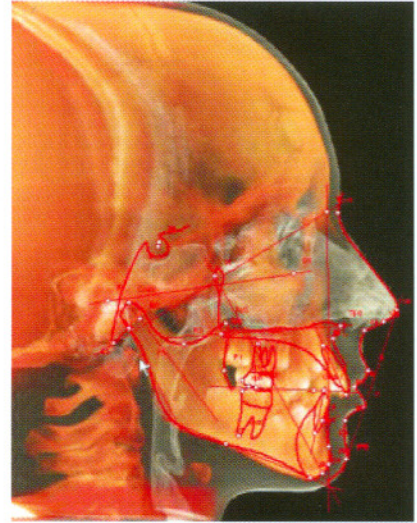


Abbildung 2 2D-Cephalometrie am 3D-Datensatz.

(Quelle: IKV)

und deren Öffnungsrichtung zu vermessen und im Maßstab 1:20 aufzuzeichnen. Dabei sollte nicht nur der Netto-Platzbedarf des Geräts im Raum berücksichtigt werden. Ein Patient muss problemlos in das Gerät „eintreten“ bzw. „austreten“ können. Die Person, die den Patienten positioniert bzw. das Gerät bedient, reinigt, wartet, benötigt ebenfalls Platz um das Gerät herum, um sinnvoll arbeiten zu können.

Der Grundriss des Röntgenraums kann dann auf Klarsichtfolie kopiert bzw. ausgedruckt und dazu verwendet werden, anhand von maßstäblichen Zeichnungen der in Frage kommenden Geräte (in den meisten Prospekten abgedruckt, Maßstab beachten!) durch Überlagerung Platzangebot mit Platzbedarf zu vergleichen.

Allein oder ein Zusatzgerät

Ein weiteres, wichtiges Kriterium ist, ob das DVT-Gerät als zusätzliches zu einem vorhandenen Panorama- bzw. Fernröntgen-Gerät oder als dessen Ersatz bzw. Nachfolger angeschafft werden soll. Ist letzteres der Fall, schränkt sich die Auswahl der in Frage kommenden Geräte auf jene ein, die über einen „echten“ Panoramaaufnahme-Modus verfügen. Diese erstellen die Panoramaaufnahme als Summationsbild durch direkte Projektion auf den (ggf. vom

3D-Sensor verschiedenen) Sensor und nicht durch „Herausrechnen“ aus einem zuvor erfassten 3D-Datensatz. Das ist ein feiner, aber wesentlicher Unterschied, auf den weiter unten eingegangen werden soll.

„Echtes“ vs. „berechnetes“ OPG

Ein „echtes“ OPG ist ein Summationsbild. Es entsteht durch direkte Umwandlung der auf den zeilenförmig angebrachten Sensorzellen eintreffenden Quanten in einen Wert, der unmittelbar sofort nach Ende des Geräteumlaufs als sichtbares Bild verfügbar ist. Vorteile sind z. B. eine höhere Auflösung, geringerer Speicherbedarf, das Fehlen metallischer Artefakte.

Das Entstehungsprinzip einer solchen Aufnahme beruht auf einem zeilenförmigen Sensor (bzw. im Falle eines analogen Filmgeräts auf einer Schlitzblende, durch die die Röntgenstrahlen ein Stück Film belichten), der sich im Gegentakt zu einem Röntgenstrahler auf einer multizentrischen (also nicht kreisförmigen!) Bahn um das Objekt (den Patientenkopf) bewegt.

Bei einer DVT-Aufnahme ist diese Bahn kreisförmig. Um also eine „echte“ OPG-Aufnahme auf einem DVT-Gerät erstellen zu können, muss einerseits die Mechanik beide Umlaufbahnformen

abbilden können, andererseits der Sensor (und die Software) dafür geeignet sein. Da der Sensor für eine DVT-Aufnahme flächig (also zweidimensional), für eine OPG-Aufnahme zeilenförmig (also unidimensional) sein muss, es jedoch (noch) keinen Universalsensor auf dem Markt gibt, den man etwa durch Ablendung vom Flächensensor zum Zeilensensor umschalten könnte², bedeutet dies, dass ein separater Sensor für nicht-DVT-Aufnahmen erforderlich ist. Mit einem solchen (separaten) Sensor können bei manchen Geräten auf dem Markt auch Fernröntgen-, NNH-Aufnahmen und sonstige Planprojektionen erstellt werden.

Simulierte Orthopantomogramm-Ansichten

Alle DVT-Geräte auf dem Markt (genauer: deren Software) sind jedoch in der Lage, aus einem erfassten und berechneten 3D-Volumen, eine oder mehrere, der Panoramaaufnahme nachempfundene Schicht(en) auf mathematischem Wege „herauszurechnen“. Naturgemäß kann ein „aus dem 3D-Volumen herausgerechnetes“ OPG erst dann ausgerechnet werden, wenn der 3D-Datensatz vollständig vorliegt, was je nach Hersteller einige Minuten lang dauern kann. Da es sich um aus dem 3D-Volumen „herausgeschnittene“ Volumenpixel (=Voxel) handelt, sind Auflösung, Artefaktanfälligkeit, Strahlenexposition

2 KaVo arbeitet an diesem Ansatz für deren 3Dexam-Gerät. Bei Drucklegung dieses Artikels soll das Gerät mit OPG-Fähigkeit lieferbar sein.

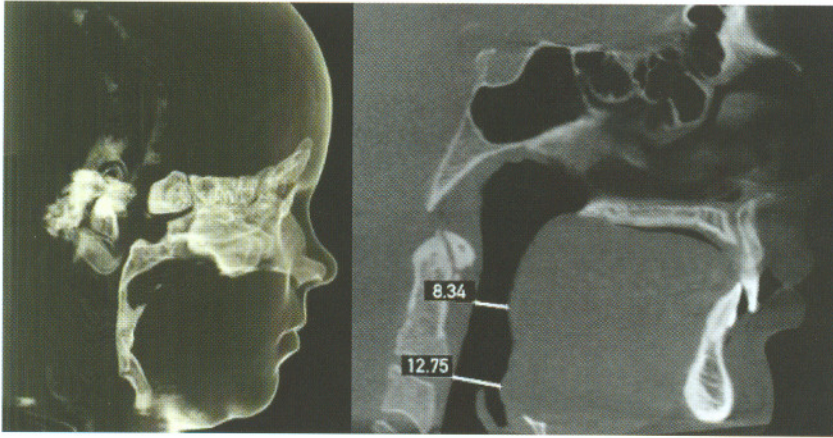


Abbildung 3 Visualisierung bzw. Vermessung der pneumatisierten Höhlen bzw. Luftwege.

(Quelle: IKV)

etc. identisch mit jenen der zugrundeliegenden 3D-Aufnahme. Zudem ist die Strahlendosis einer DVT-Aufnahme höher als die einer Panoramaaufnahme.

Bildaufnahmeprinzip

Das Bildgewinnungsprinzip bei DVT-Geräten beruht auf einem Röntgenstrahler, der in Opposition zu einer digitalen Bildaufnahmeeinheit um das zu untersuchende Objekt rotiert und dabei einzelne Aufnahmen (Projektionen) anfertigt, die dann zu einem 3D-Datensatz umgerechnet werden (Primärrekonstruktion).

Eine Möglichkeit, Röntgenstrahlung zu Bildinformation umzuwandeln, ist der sog. Bildverstärker. Hierbei bringen die eintreffenden Röntgen-Quanten einen Leuchtschirm zum Glimmen. Dieses (zunächst schwache) Licht wird anschließend verstärkt, auf einen zweiten Leuchtschirm projiziert und von dort mittels einer Kamera „abfotografiert“. Dieses Prinzip findet unter den Geräten der neuesten Generation nur beim „Galileos“ von Sirona Anwendung.

Die Bildentstehungskette dieser Geräte kann vereinfacht wie folgt dargestellt werden:



Andere, hier betrachtete Geräte verzichten auf die Bildverstärkertechnik und verwenden einen Flächendetek-

tor (FPD = Flat Panel Detector), bei dem die Röntgenstrahlung direkt die Bildinformation auf dem Chip generiert.

Die Bildentstehungskette dieser Geräte kann vereinfacht wie folgt dargestellt werden:



Die Vorteile der direkten Sensortechnik sind:

- Die größten Fehlerquellen in der Bildentstehungskette werden vermieden
 - Geometrische Verzerrungen
 - Helligkeitsschwankungen
 - Anfälligkeit gegen elektrische/magnetische Felder
- Größerer Dynamikumfang
- Bessere Grauwertspreizung
- Das Gerät kann kleiner und fehlerunanfälliger gebaut werden.

Wechselsensor bzw. Sensorwechsel

Bei Geräten mit Wechselsensor gibt es unterschiedliche Ansätze, den Sensorwechsel zu bewerkstelligen: durch manuelle Entnahme des einen und Befestigung des jeweils anderen Sensors (z. B. Planmeca) oder durch Einschwenken bzw. Einrotieren des ansonsten fest mit der Maschine verbundenen Zweitsensors (z. B. Scanora, E-Woo).

Ersteres hat den Vorteil, dass bei späteren Weiterentwicklungen (z. B. größerer oder empfindlicherer Sensor) durch Austausch (neudeutsch: Upgrade) ggf. die jeweils neueste Technik genutzt wer-

den kann. Die Kehrseite der Medaille ist, dass der entnommene Sensor irgendwo sicher gelagert werden muss und beim Transport dahin herunterfallen kann, was nicht unerhebliche Kosten verursachen kann. Laut Aussage von Planmeca sei deren Sensor jedoch so sicher im Gehäuse eingebettet, dass bei einem etwaigen Sturz zwar das Gehäuse, jedoch nicht der Sensor zu Schaden kommen kann.

Fernröntgen

Sollen mit dem Gerät auch Fernröntgenaufnahmen angefertigt werden können? Auch diese Frage muss vorher geklärt sein und schränkt die potentielle Auswahl ein, wenn „echte“ Fernröntgenaufnahmen als Summationsbild und nicht solche aus einem zuvor erfassten 3D-Volumen durch nachträgliche Berechnung gewünscht sind. Siehe hierzu auch Argumentation „echtes“ vs. „berechnetes“ OPG.

Kollegen, die in der Schweiz tätig sind bzw. in grenznaher Lage Patienten aus der Schweiz betreuen, sollten wissen, dass digitale Fernröntgenaufnahmen, die mit der Scan-Technik aufgenommen werden, von den Schweizer Versicherungen zur Zeit nicht anerkannt werden.

Abgebildetes Volumen

Jegliche nachträgliche Berechnung von Projektionen (sog. Sekundärrekonstruktionen) basiert auf dem primär erfassten Nutzvolumen, dem sog. „Field-Of-View“ (FOV), im 3D-Kontext eigentlich korrekterweise „Volume Of View“. Beispiel: Hat ein bestimmtes Gerät als erfasstes Volumen einen Zylinder von 6 cm Durchmesser und 6 cm Höhe, kann nachträglich keine Fernröntgenaufnahme oder Panoramaaufnahme „herausgerechnet“ werden, da die benötigte Information nicht erfasst wurde.

Das maximal abgebildete Volumen eines DVT-Geräts ist ein limitierender Faktor für den Einsatz in der Implantologie (und auch in der Kieferorthopädie). Hier sollte darauf geachtet werden, dass zumindest ein gesamter Kiefer in einem Scan-Vorgang erfasst werden kann, da ansonsten eine quadranten-

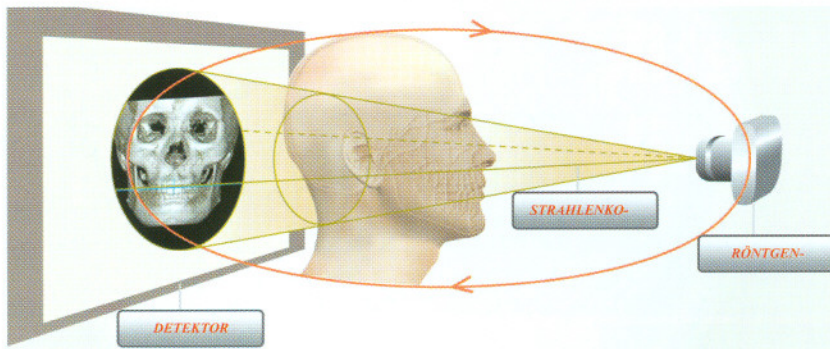


Abbildung 4 Grundsätzlicher schematischer Aufbau einer DVT-Anlage.

(Quelle: orangedental-Prospekt, modifiziert)

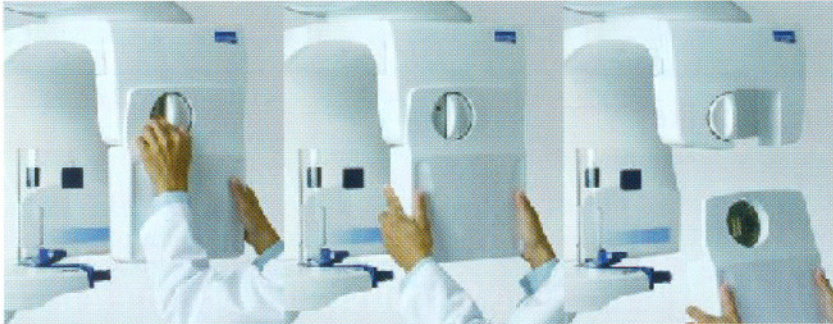


Abbildung 5 Sensorwechsel beim Planmeca ProMax 3D.

(Quelle: Planmeca-Prospekt)

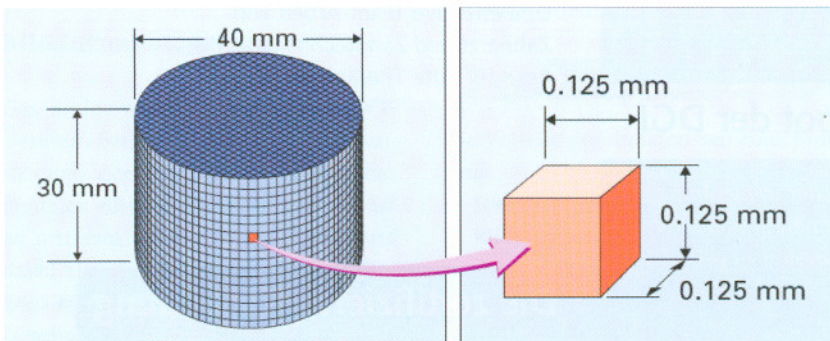


Abbildung 6 Aufbau des Scanvolumens aus einzelnen Elementen, den sog. Voxeln.

(Quelle: Morita-Prospekt)



Abbildung 7 Vom Autor entwickelte zusammensteckbare Röntgenreferenzröhrchen aus Titan.

(Quelle: pst)

übergreifende implantologisch-prothetische Planung nicht sinnvoll möglich ist.

Gemäß der „Backward Planning“-Philosophie geht die prothetische Planung der implantologischen voraus. Sowohl implantologische als neuerdings auch prothetische Planungen können mit immer raffinierteren Visualisierungsmethoden in der 3D-Aufnahme simuliert werden (siehe z. B. „Virtual Teeth“, Augmentations- und Distractionssimulation, Weichteilsimulation in neueren SimPlant-Versionen). Hierbei sollte der Vorteil, auch die Gegenbeziehung bzw. den Gegenkiefer samt Kieferrelation in einer einzigen Aufnahme abbilden zu können, nicht außer acht gelassen werden; der Tag ist nicht fern, an dem der Entwurf

des Zahnersatzes und die Ansteuerung entsprechender CAD/CAM-Geräte unter einer Programmoberfläche und anhand eines 3D-Datensatzes stattfinden wird.

Fazit: das abgebildete Volumen sollte so groß wie irgend möglich sein, wobei die Voxelgröße bei maximal möglichem Abbildungsvolumen ein interessantes Vergleichskriterium unterschiedlicher Geräte darstellt.

Abbildungsvolumen und Voxelgröße

Beim Gerätevergleich sollte darauf geachtet werden, dass die wünschenswertesten Geräteeigenschaften

(größtmögliches Erfassungsvolumen bzw. kleinstmögliche Voxelgröße) nicht zwingend zugleich, d. h. in einem konkret ausgewählten Belichtungsprotokoll, erreichbar sind. So sind zwar bei manch einem hochauflösenden Programm die Voxel beeindruckend feinkörnig, dafür das abgebildete Volumen gegenüber dem maximal möglichen Volumen eingeschränkt.

Wird hingegen mit maximalem Volumen gescannt, nimmt auch die Voxelgröße zu. Also muss beim herstellerübergreifenden Vergleich von Voxelgrößen auch die jeweilige Volumeneinstellung, bei der die jeweiligen Voxelgrößen erreicht werden, Berücksichtigung finden.

Bei gegebener Sensorgröße, Sensorauflösung, Abstand Röntgenquelle-Patient bzw. Röntgenquelle-Sensor ist die erzielbare Voxelgröße physikalisch vorgegeben. Nichtsdestotrotz kann der Datensatz auf mathematischem Wege interpoliert, verfeinert und „verschönert“ werden, so dass z. B. alle Voxel rechte Winkel haben und kleine Würfelchen (sog. isotrope Voxel) darstellen. Nur in einer 3D-Matrix isotroper Voxel sind maßhaltige Messungen mit einfachen Mitteln möglich.

Strahlenhygienische Aspekte

Die Zeiten, in denen mit massiv reduzierter Strahlenexposition geworben wurde, sind vorbei, seit man erkannt hat, dass damit auch eine massiv reduzierte Bildqualität in Kauf genommen werden muss. Es wird seitens von DVT-Anbietern häufig aus der Not eine Tugend gemacht, indem z. B. mit einem geringen Röhrenstrom (zuständig für die Strahlendosis und damit für die Bildqualität) geworben wird. Der Generator bzw. die Röhre in einem „Spar-CT“ (das ein DVT nun mal ist) ist eben schwächer ausgelegt! Es muss ja einen Grund geben, warum ein Computertomograph ein Mehrfaches eines DVT kostet.

Die Strahlenexposition ist und bleibt ein Politikum, das viel von Kollegen (mit sehr unterschiedlicher Prägung) kontrovers diskutiert wird. Wenngleich die konkrete, durch eine DVT-Aufnahme verursachte Äquivalentdosis mit 40 µSv bis 135 µSv (durchschnittlich: 60 µSv) angegeben wird, ist die Einschätzung, ob das angesichts der gewonnenen Information bzw. der Summe der alternativ notwendigen Einzelaufnahmen viel oder wenig, gerechtfertigt oder nicht gerechtfertigt ist, eine Frage der subjektiven Einschätzung bzw. forensischer Relevanz bzw. ethisch-philosophischer Abwägung, zumal sich die genannte Dosis im Bereich der stochastischen und weitab der deterministischen Strahlenwirkung befindet.

Scanzeit

Hier gilt: Je kürzer die Scanzeit, desto besser, da der Patient weniger Gelegenheit zum Verwackeln hat. Bewegungs-

artefakte sind die potentiell größte Fehlerquelle bei DVT-basierten Messungen, nachträglich nicht kompensierbar und mitunter recht schwer zu erkennen.

Auch aus diesem Grund empfiehlt es sich, 3D-Aufnahmen grundsätzlich mit Scanschablonen in situ, die Referenzmarker bekannter Größe beinhalten (z. B. Titanröhrchen bekannter Größe) anzufertigen. So kann am effektivsten überprüft werden, ob im relevanten Bildteil bewegungsartefaktbedingte Verzerrungen vorliegen und inwiefern den anhand der Aufnahme ermittelten Maßen vertraut werden darf.

Diese können, in Schablonen eingebaut, in zusammengestecktem Zustand als Prüfkörper und Referenzsystem für spätere Messungen dienen. Das kurze Röhrchen ist 4 mm hoch und hat einen Innendurchmesser von 2 mm oder 2,2 mm (je nach verwendetem Implantatsystem), so dass es, nach Entfernung des langen Röhrchenteils als Führung für Implantatbohrer verwendet werden kann.

Die Scanzeit ist übrigens nicht zwingend der Belichtungszeit gleichzusetzen! Bei manchen Geräten ist der Röntgenstrahl „gepulst“, d. h. er ist eine gewisse Zeit „an“, dann wieder „aus“, so ähnlich wie bei einem Stroboskop. Darum kann man die abgegebene Dosisleistung nicht durch einfache Multiplikation der Scanzeit mit dem eingestellten Röhrenstrom errechnen. Zur Ermittlung der effektiven Expositionszeit dürfen nur die Zeiten aufsummiert werden, in denen der Röntgenstrahl „an“ ist.

Bilderrechnungszeit

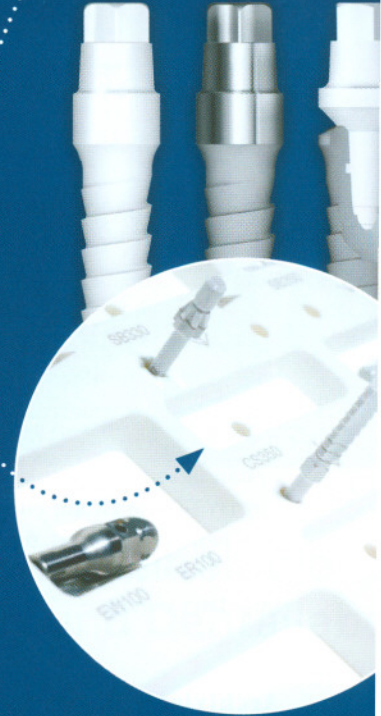
Je nach Qualität und Genialität des Bildberechnungsalgorithmen (auch „Kernel“, „Faltungskern“, „Primärrekonstruktion“ genannt) und Rechnerleistung, dauert die Berechnung der Bilddaten aus den Rohdaten unterschiedlich lang. Die „Kochrezepte“, nach denen die Bilder generiert werden, sind gerätespezifisch systemimmanent und durch den Anwender nicht austauschbar. Als Käufer eines Geräts ist man auf die mitgelieferten bzw. vom gleichen Hersteller nachgelieferten Algorithmen angewiesen.

ZrO₂
oder
Titan

»Ein System –

zit Implantate
aus Biokeramik oder Titan

zwei Welten«



Variabel – Einfach – Effizient

Zwei Werkstoffe

Ein Implantatdesign

Ein Instrumentarium

Perio Safe

Plattformswitch

* Fordern Sie jetzt unseren **Produktkatalog** an oder informieren Sie sich unter **www.ziterion.com**

 **ziterion**

world of dental implants

ziterion gmbh
Bahnhofstraße 3
D-97215 Uffenheim
Tel. [+49] 9842-9369-0
Fax [+49] 9842-9369-10
info@ziterion.com
www.ziterion.com

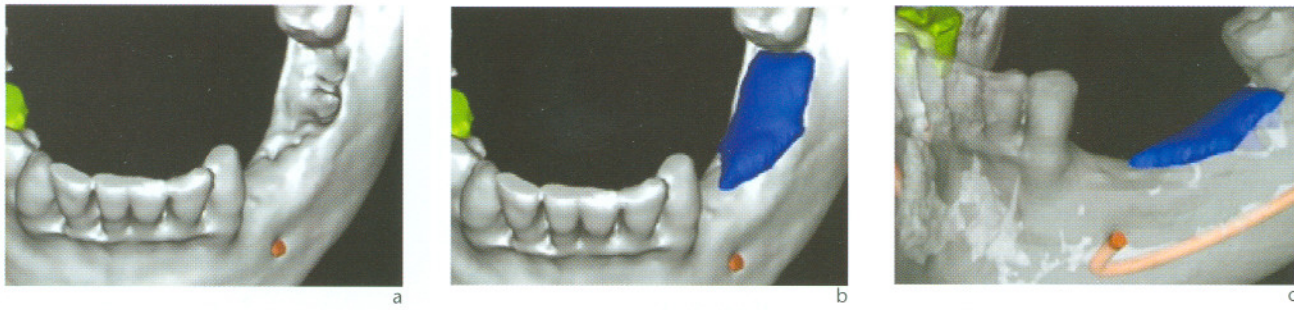


Abbildung 8 a-c Vorausschauende Augmentationsplanung und -simulation in SimPlant.

(Quelle: Materialise)

Hersteller und Firmenpolitik

Bei der Geräteauswahl sollte berücksichtigt werden, dass der Hersteller über einen möglichst guten und soliden Ruf, was seine bisherigen Aktivitäten betrifft, verfügt, wenngleich dies lediglich ein Indiz jedoch keine Garantie für Beständigkeit in der Zukunft darstellt. Ein DVT-Gerät ist auf einen jahrelangen Betrieb ausgelegt und kann nur vom Hersteller gewartet, erweitert, upgedatet werden.

Archivierte Datensatzgröße

Je nach Philosophie des jeweiligen Herstellers werden die Rohdaten, die Bilddaten, beides oder eine Ausbelichtung der Bilddaten archiviert. Eine Verpflichtung zur Archivierung der Rohdaten besteht nicht. Gesetzliche Pflicht ist die Archivierung der Bilddaten auf einem „unverrottbaren Datenträger“.

Manch ein Hersteller speichert die gesamten Rohdaten, was zu einer Datensatzgröße von einem knappen GB (GigaByte!) pro Patientenfall und damit irgendwann zu Speicherplatzproblemen führen kann. Dafür kann man zu einem späteren Zeitpunkt bei Vorliegen eines noch ausgefeilteren Bildberechnungsalgorithmus aus den gleichen Rohdaten durch erneute Primärrekonstruktion noch bessere Bilddaten berechnen (wenngleich dies in der täglichen Praxis eher am Rande interessant sein dürfte).

Andere Hersteller speichern hingegen nur die berechneten Bilddaten, was zu einem Speicherbedarf von ca. 10 % bis 25 % (also 100 MB bis 250 MB pro Fall) führt. Zu den etwaigen Überlegungen, der vorgeschriebenen Archivierungspflicht nachzukommen, indem die ein-

zelnen Schichten ausdruckt werden, sei kurz erwähnt, dass dies auf einem kalibrierten, zertifizierten, alle paar Monate neu zu zertifizierenden (und teuren) Belichter zu geschehen hat. Ein handelsüblicher Laserdrucker vom „Händler um die Ecke“ reicht leider nicht aus.

Datenarchivierung

Zum Thema Archivierung schwiegen sich die DVT-Anbieter durchgehend aus und delegieren diese Aufgabe an den „EDV-Spezialisten“ des Kunden. Dies hat einen guten Grund, da langzeitsichere Archivierung von Datenmengen dieser Größenordnung recht kostenintensiv ist. Auf jeden Fall sollte der DVT-Kaufinteressent bei der Kaufentscheidung und Kalkulation der DVT-Anschaffung (und der späteren Leistungen) das Thema Datenarchivierung und -sicherung mit berücksichtigen.

Schnittstellen

Der Standard, in dem digitale 3D-Daten wie CT-, DVT-, MRT-Daten gespeichert werden, heißt DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Ein Gerät, das dieses Format nicht verarbeiten kann, ist nicht zeitgemäß und sollte nicht gekauft werden.

Ein weiterer Standard in Deutschland ist die VDDS-media-Schnittstelle (VDDS = Verein Deutscher DentalSoftwarehersteller, ihm gehören über 90 % der Hersteller von Praxisverwaltungssoftwares in Deutschland an). Über diese Schnittstelle kann eine Praxisverwaltungssoftware (z. B. das in der Praxis des Autors eingesetzte „Evident“) eine Bildverarbeitungssoftware aufrufen und




dieser die Patientendaten übergeben, so dass die Patientenstammdaten nicht noch einmal erfasst werden müssen. Nach Beendigung der Bildverarbeitungssoftware (in unserem Fall der DVT-Steuerungssoftware) meldet diese das erfasste Bildmaterial an die Verwaltungssoftware zurück, die den Vorgang in der Patientenakte durch einen entsprechenden Eintrag (in der Luxusvariante mit Bildminiatur) dokumentiert. Bei späterem Doppelklick auf diesen Eintrag öffnet sich das richtige Bild in der richtigen Betrachtungssoftware.




Nachrüstbarkeit von Hardware(teilen)

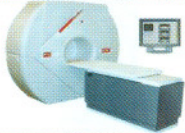
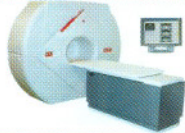
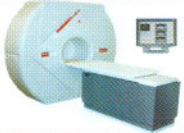
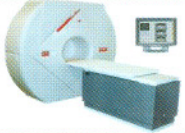
Dass Gerätesoftware aktualisiert werden kann und Hersteller dies auch fleißig tun, ist heutzutage eine Selbstverständlichkeit. So können die Verfahren, mittels derer aus den Rohdaten (die unsichtbaren Daten, die der Gerätesensor ausliest) die Bilddaten (das, was man sehen kann) berechnet werden, verfeinert, beschleunigt, optimiert werden.

All diese Mühen sind jedoch durch die „harten“ Fakten der Maschine limitiert und hier vor allem durch die Röhre und den Sensor. Wenn der Sensor eine bestimmte Auflösung liefert und eine bestimmte Strahlendosis benötigt, um eine brauchbare Intensitätsabstufung, eine brauchbare Signaldynamik bei einem brauchbaren Signal-Rausch-Verhältnis zu liefern, ist das im Augenblick der Sensorproduktion ein für alle Mal festgelegt und kann nicht mehr „nachgebessert“ werden.

Zugleich ist der Bildsensor ein heikles und teures Bauteil. Bei dem Tempo, in dem die Technik heutzutage voranschreitet (siehe Entwicklung und infla-

	KaVo 3D exam	Planmeca Promax 3D	Orange Dental Picasso Trio
Parameter			
Sensor			
Sensortechnik	Amorpher Silizium-Flachdetektor	CsI ummantelter CMOS Flachbilddetektor	Flat Panel Detektor
Sensorgroße	20 x 25 cm	12 x 12 (größerer Sensor 18 x 27 cm Ende 2007 in Vorbereitung)	12 x 7 cm
Graustufen	14 bit	4096 (12 bit)	4096 (12 bit)
Röntgenstrahler			
Röhrenspannung	80 - 126 kV	50 - 84 kV	40 - 90 kV
Röhrenstrom	3 - 7 mA	0,5 - 16 mA	2 - 10 mA
Allgemein			
Scanzzeit	5 s; 8,5 s; 24 s	18 s	15 s
gepulster Rö-Strahl	ja	ja	nein
Effektive Belichtungszeit	2 s; 3,6 s; 7,2 s	7 s	15 s
Rekonstruktionzeit	<1 min; <1 min; 3-4 min	<3 min.	29 s
Voxelzahl ggf. bei verschiedenen Programmen	8 cm d x 8 cm h / 0.12 mm Voxel: 660x660x600; 16 cm d x 13 cm h / 0.2 mm Voxel: 832x832x704; 16 cm d x 13 cm h / 0.25 mm Voxel: 640x640x576; 16 cm d x 13 cm h / 0.3 mm Voxel: 576x576x448; 16 cm d x 13 cm h / 0.4 mm Voxel: 448x448x352; 23 cm d x 17 cm h / 0.3 mm Voxel: 768x768x576; 23 cm d x 17 cm h / 0.4 mm Voxel: 576x576x448 ... ca. 40 Programme	501x501x501 bei 80 mm x 80 mm FOV	98.960.167,95 Voxel
Durchmesser Abbildungsvolumen	23 cm	80 mm	12 cm
Höhe Abbildungsvolumen	17 cm	80 mm	7 cm
Voxelgröße	0.125 mm - 0.4 mm	0,15*0,15*0,15 mm bei allen Projektionen	0,2 x 0,2 x 0,2 mm
FOV/Voxelgrößen bei unterschiedlichen Programmen (alle Programme aufzählen)	8 cm d x 8 cm h / 0.12 mm Voxel: 660x660x600; 16 cm d x 13 cm h / 0.2 mm Voxel: 832x832x704; 16 cm d x 13 cm h / 0.25 mm Voxel: 640x640x576; 16 cm d x 13 cm h / 0.3 mm Voxel: 576x576x448; 16 cm d x 13 cm h / 0.4 mm Voxel: 448x448x352; 23 cm d x 17 cm h / 0.3 mm Voxel: 768x768x576; 23 cm d x 17 cm h / 0.4 mm Voxel: 576x576x448 ... ca. 40 Programme	80 mm x 80 mm 50 mm x 80 mm 50 mm x 40 mm	
Speicherbedarf archivierter Fall	50 - 70 MB (8.5 s Scan, 0.4 mm Voxel)	ca. 250 MB	150 MB
Exportformate	DICOM 3; jpg	DICOM 3 Multiframe oder Single Frames	DICOM 3.0 kompatibel
VDDS-media-Unterstützung	ja (in Vorbereitung)	ja für 2D, für 3D in Vorbereitung	ja
Kosten			
Preise inkl./exkl. MwSt.?	excl. MwSt.	excl. MwSt.	excl. MwSt.
Kosten Grundgerät	180000,- €	192000,- € nur DVT; 205000,- € DVT + OPG; 216000,- € DVT+OPG+FR	169.500,- €, ohne Ceph abzgl. 5000,- €
Maße			
Größe Gerät (B*T*H)	1,22 m x 1,16 m x 1,83 m	0,96 m x 1,23 m x 1,53-2,43 m	2 m x 1,47 m x 2,31 m
Raumbedarf (B*T*H)	1,22 m x 1,16 m x 1,83 m		2,1 m x 2 m x 2,4 m
Patientenposition sitzend/stehend/liegend	sitzend	stehend oder sitzend	stehend/sitzend
"Echtes" OPG als Summationsbild	ja (mit gleichem Sensor wie DVT)	Ja (mit separatem Sensor); Scanzzeit 16 s; Pixelgröße 66 µm / 99 µm / 132 µm (einstellbar); 12 bit TIFF oder JPG abspeicherbar; Speicherbedarf 8 MB OPG (TIFF) 1 MB (JPG)	ja
"Echtes" Fernröntgen als Summationsbild	nein	Ja (mit separatem Sensor); Scanzzeit 9 s; Pixelgröße 66 µm / 99 µm / 132 µm (einstellbar); 12 bit TIFF oder JPG abspeicherbar	ja

	KaVo 3D exam	Planmeca Promax 3D	Orange Dental Picasso Trio
Parameter			
Sensor			
Sensortechnik	Amorpher Silizium-Flachdetektor	CsI ummantelter CMOS Flachbilddetektor	Flat Panel Detektor
Sensorgroße	20 x 25 cm	12 x 12 (größerer Sensor 18 x 27 cm Ende 2007 in Vorbereitung)	12 x 7 cm
Graustufen	14 bit	4096 (12 bit)	4096 (12 bit)
Röntgenstrahler			
Röhrenspannung	80 - 126 kV	50 - 84 kV	40 - 90 kV
Röhrenstrom	3 - 7 mA	0,5 - 16 mA	2 - 10 mA
Allgemein			
Scanzeit	5 s; 8,5 s; 24 s	18 s	15 s
gepulster Rö-Strahl	Ja	Ja	nein
Effektive Belichtungszeit	2 s; 3,6 s; 7,2 s	7 s	15 s
Rekonstruktionsszeit	<1 min; <1 min; 3-4 min	<3 min.	29 s
Voxelzahl ggf. bei verschiedenen Programmen	8 cm d x 8 cm h / 0.12 mm Voxel: 660x660x600; 16 cm d x 13 cm h / 0.2 mm Voxel: 832x832x704; 16 cm d x 13 cm h / 0.25 mm Voxel: 640x640x576; 16 cm d x 13 cm h / 0.3 mm Voxel: 576x576x448; 16 cm d x 13 cm h / 0.4 mm Voxel: 448x448x352; 23 cm d x 17 cm h / 0.3 mm Voxel: 768x768x576; 23 cm d x 17 cm h / 0.4 mm Voxel: 576x576x448 ... ca. 40 Programme	501x501x501 bei 80 mm x 80 mm FOV	98.960.167,95 Voxel
Durchmesser Abbildungsvolumen	23 cm	80 mm	12 cm
Höhe Abbildungsvolumen	17 cm	80 mm	7 cm
Voxelgröße	0.125 mm - 0.4 mm	0,15*0,15*0,15 mm bei allen Projektionen	0,2 x 0,2 x 0,2 mm
FOV/Voxelgrößen bei unterschiedlichen Programmen (alle Programme aufzählen)	8 cm d x 8 cm h / 0.12 mm Voxel: 660x660x600; 16 cm d x 13 cm h / 0.2 mm Voxel: 832x832x704; 16 cm d x 13 cm h / 0.25 mm Voxel: 640x640x576; 16 cm d x 13 cm h / 0.3 mm Voxel: 576x576x448; 16 cm d x 13 cm h / 0.4 mm Voxel: 448x448x352; 23 cm d x 17 cm h / 0.3 mm Voxel: 768x768x576; 23 cm d x 17 cm h / 0.4 mm Voxel: 576x576x448 ... ca. 40 Programme	80 mm x 80 mm 50 mm x 80 mm 50 mm x 40 mm	
Speicherbedarf archivierter Fall	50 - 70 MB (8.5 s Scan, 0.4 mm Voxel)	ca. 250 MB	150 MB
Exportformate	DICOM 3; jpg	DICOM 3 Multiframe oder Single Frames	DICOM 3.0 kompatibel
VDDS-media-Unterstützung	ja (in Vorbereitung)	ja für 2D, für 3D in Vorbereitung	ja
Kosten			
Preise inkl./exkl. MwSt.?	excl. MwSt.	excl. MwSt.	excl. MwSt.
Kosten Grundgerät	180000,- €	192000,- € nur DVT; 205000,- € DVT + OPG; 216000,- € DVT+OPG+FR	169.500,- €, ohne Ceph abzgl. 5000,- €
Maße			
Größe Gerät (B*T*H)	1,22 m x 1,16 m x 1,83 m	0,96 m x 1,23 m x 1,53-2,43 m	2 m x 1,47 m x 2,31 m
Raumbedarf (B*T*H)	1,22 m x 1,16 m x 1,83 m		2,1 m x 2 m x 2,4 m
Patientenposition sitzend/stehend/liegend	sitzend	stehend oder sitzend	stehend/sitzend
"Echtes" OPG als Summationsbild	Ja (mit gleichem Sensor wie DVT)	Ja (mit separatem Sensor); Scanzeit 16 s; Pixelgröße 66 µm / 99 µm / 132 µm (einstellbar); 12 bit TIFF oder JPG abspeicherbar; Speicherbedarf 8 MB OPG (TIFF) 1 MB (JPG)	Ja
"Echtes" Fernröntgen als Summationsbild	nein	Ja (mit separatem Sensor); Scanzeit 9 s; Pixelgröße 66 µm / 99 µm / 132 µm (einstellbar); 12 bit TIFF oder JPG abspeicherbar	Ja

NewTom 3G-MF12	NewTom 3G-MF9	NewTom 3G-9	NewTom FP
			
Bildverstärker	Bildverstärker	Bildverstärker	Flatpanel
12 Zoll mit 3 schaltbaren Aufnahmezonen	9 Zoll mit 2 schaltbaren Aufnahmezonen	9 Zoll	20 x 25 cm
4096	4096	4096	4096
110 kV	110 kV	110 kV	110 kV
0,5 - 15 mA automatisch dynamisch geregelt	0,5 - 15 mA automatisch dynamisch geregelt	0,5 - 15 mA automatisch dynamisch geregelt	0,5 - 15 mA automatisch dynamisch geregelt
36 s	36 s	36 s	36 s
ja	ja	ja	ja
3,6 - 9 s automatisch gewählt	3,6 - 9 s automatisch gewählt	3,6 - 9 s automatisch gewählt	3,6 - 9 s automatisch gewählt
1-8 min abhängig von Umfang, Auflösung und Hardware	1-8 min abhängig von Umfang, Auflösung und Hardware	1-8 min abhängig von Umfang, Auflösung und Hardware	1-6 min abhängig von Umfang, Auflösung und Hardware
Aufnahmematrix 1000 x 1000	Aufnahmematrix 1000 x 1000	Aufnahmematrix 1000 x 1000	Aufnahmematrix 960 x 768
200 / 150 / 100 mm	150 / 100 mm	150 mm	160 mm
200 / 150 / 100 mm	150 / 100 mm	150 mm	130 mm
Variabel je nach eingesetztem Aufnahmebereich 0,22 bei 12 Zoll, 0,15 mm bei 9 Zoll und 0,11 mm bei 6 Zoll	Variabel je nach eingesetztem Aufnahmebereich 0,15 mm bei 9 Zoll und 0,11 mm bei 6 Zoll	0,15 mm	0,17 mm
12 Zoll Zone; Aufnahme: 210 mm mit 0,22 x 0,22 x 0,22 mm; Rekonstruktion: Höhe 210 mm, Durchmesser 210 mm mit 0,42 x 0,42 oder 190 mm mit 0,38 x 0,38 mm, Dicke ab 0,3 mm wählbar; 9 Zoll Zone Aufnahme: 150 mm mit 0,15 x 0,15 x 0,15 mm; Rekonstruktion: Höhe 150 mm, Durchmesser 148 mm mit 0,29 x 0,29 oder 128 mm mit 0,25 x 0,25 mm, Dicke ab 0,2 mm wählbar; 6 Zoll Zone; Aufnahme: 110 mm mit 0,11 x 0,11 x 0,11 mm; Rekonstruktion: Höhe 110 mm, Durchmesser 107 mm mit 0,21 x 0,21 oder 97 mm mit 0,19 x 0,19 mm Dicke ab 0,1 mm wählbar	9 Zoll Zone; Aufnahme: 150 mm mit 0,15 x 0,15 x 0,15 mm; Rekonstruktion: Höhe 150 mm, Durchmesser 148 mm mit 0,29 x 0,29 oder 128 mm mit 0,25 x 0,25 mm, Dicke ab 0,2 mm wählbar; 6 Zoll Zone; Aufnahme: 110 mm mit 0,11 x 0,11 x 0,11 mm; Rekonstruktion: Höhe 110 mm, Durchmesser 107 mm mit 0,21 x 0,21 oder 97 mm mit 0,19 x 0,19 mm Dicke ab 0,1 mm wählbar	9 Zoll Zone; Aufnahme: 150 mm mit 0,15 x 0,15 x 0,15 mm; Rekonstruktion: Höhe 150 mm, Durchmesser 148 mm mit 0,29 x 0,29 oder 128 mm mit 0,25 x 0,25 mm, Dicke ab 0,2 mm wählbar	Aufnahme: 160 mm Durchmesser, 130 mm Höhe mit 0,17 x 0,17 x 0,17 mm; Rekonstruktion: Höhe 130 mm, Durchmesser 160 mm mit 0,32 x 0,32 mm Dicke ab 0,2 mm wählbar
abhängig vom Umfang der gespeicherten Daten in Bezug auf Rekonstruktionen und Datensätze	abhängig vom Umfang der gespeicherten Daten in Bezug auf Rekonstruktionen und Datensätze	abhängig vom Umfang der gespeicherten Daten in Bezug auf Rekonstruktionen und Datensätze	abhängig vom Umfang der gespeicherten Daten in Bezug auf Rekonstruktionen und Datensätze
NewTom Format, Bilder als BMP/JPG, Axiale als DICOM3	NewTom Format, Bilder als BMP/JPG, Axiale als DICOM3	NewTom Format, Bilder als BMP/JPG, Axiale als DICOM3	NewTom Format, Bilder als BMP/JPG, Axiale als DICOM3
nein			
excl. MWSt.	excl. MWSt.	excl. MWSt.	excl. MWSt.
189500,- €	165000,- €	149000,- €	175000,- €
DICOM - PACSanbindung Preis je nach Umfang	DICOM - PACSanbindung Preis je nach Umfang	DICOM - PACSanbindung Preis je nach Umfang	DICOM - PACSanbindung Preis je nach Umfang
1890 x 2450 (2100 - 2450) x 2000 mm	1890 x 2450 (2100 - 2450) x 2000 mm	1890 x 2450 (2100 - 2450) x 2000 mm	1890 x 2450 (2100 - 2450) x 2000 mm
Rechteckig 2050 x 2500 x 2250 mm minimal 2050 mm x 1000 mm + 1450 x 1400 mm x 1100 - 1450 mm x 2250 mm Höhe	Rechteckig 2050 x 2500 x 2250 mm minimal 2050 mm x 1000 mm + 1450 x 1400 mm x 1100 - 1450 mm x 2250 mm Höhe	Rechteckig 2050 x 2500 x 2250 mm minimal 2050 mm x 1000 mm + 1450 x 1400 mm x 1100 - 1450 mm x 2250 mm Höhe	Rechteckig 2050 x 2500 x 2250 mm minimal 2050 mm x 1000 mm + 1450 x 1400 mm x 1100 - 1450 mm x 2250 mm Höhe
liegend	liegend	liegend	liegend
nein	nein	nein	nein
nein	nein	nein	nein

Kodak Illuma



A-Si Flat Panel Detector
19*24 cm
16384
120 kV
3,8 / 10 mA
10, 20, 40 s
nein
40 / 20 s
2.5 min bei 0.4 Voxel.
abhängig von sekundärer Rekonstruktion 0.09-0.4 mm
?
?
0.09 - 0.4 mm wählbar
FOV unabhängig von Voxelgröße aktuell identisch
abhängig von Auflösung und ROI
DICOM 3.0 und weitere gängige Bildformate
nein
excl. MwSt.
190000,- €
140 * 106 * 210 cm
empf. 300*300*300
sitzend
nein, rekonstruiert
nein, rekonstruiert

und Linearität der Grauwertverteilung über das gesamte Bild hinweg, unter welchen Bedingungen (mA, kV, Zeit, Algorithmus) die jeweilige Bildgebung entstand.

Vergleichstabelle bzw. Musteraufnahmen

Alle auf der IDS ausstellenden DVT-Hersteller wurden nach der IDS 2007 mit einer gleichlautenden E-Mail angeschrieben. Es wurde eine Excel-Tabelle mit den abzufragenden Kriterien beigefügt, mit der Bitte, diese mit den Daten des/der eigenen Geräte auszufüllen bzw. Musteraufnahmen, die mit den jeweiligen Programmen der jeweiligen Geräte im DICOM-Format einzusenden.

Die erhaltenen DICOM-Musterdatensätze wurden vom Autor in ein einheitliches Format überführt. Die vollständige und ggf. aktualisierte Tabelle (mit weiteren Angaben zu beispielsweise Sensorauflösung, Brennfleckgröße, Gewicht usw.) steht unter www.zahnheilkunde.de sowie unter www.p-s-t.net (Menüpunkt CT, DVT / DVT-Vergleich, Kennwort „DVT“) zum Herunterladen zur Verfügung.

Korrespondenzadresse:

Dr. Elmar Frank
Zahnärztliche Gemeinschaftspraxis
Dr. Elmar Frank
Dr. Sigrid Frank
Bahnhofstraße 16/2
74354 Besigheim
www.drfrank.de
E-Mail: ElmarFrank@drfrank.de

Quellennachweis und Links zu den Herstellern

pst – praxis systemtechnik,
<http://www.p-s-t.net>
ikv Berlin,
<http://www.ikv-berlin.de>
<http://www.planmeca.com/DE/>
<http://www.kavo.com/De/>
<http://www.orange-dental.de/>
<http://www.newtom.de/>
<http://www.morita.de/>
<http://www.sirona.de/>

BACK TO THE ROOTS

Q - IMPLANT®

- Spaltfreies Einphasenimplantat
- Atraumatisches Vorgehen
- Möglichkeit der prothetischen Sofortversorgung
- Einfache Behandlungsabläufe
- Übersichtliches Instrumentarium
- Extrem geringe Lagerhaltung
- Minimaler Kostenrahmen
- Problemlose Hygienefähigkeit für den Patienten



Q - MULTITRACTOR

- Modularer Distraktor aus Titan
- Innovative Pin-Basis-Platte
- Hohe Stabilität
- Minimal invasive Chirurgie
- Für atrophierte Unter- und Oberkiefer



Nächster Distraktionskurs
14./15.12.2007

Q - MESH

- Dreidimensional vorgeformtes Titanmesh
- Präimplantologische Augmentation der Maxilla
- Verkürzte Operationsdauer
- Einfaches Handling
- Individuelle Anpassung möglich



Q - IMPLANT® MARATHON
Einwöchiger Intensivkurs Implantologie

IN DER KARIBIK UND IN INDOCHINA



mit dreijähriger Erfahrung und mehr als 15.000 eingesetzten Implantaten.

Dieser 40-stündige Kurs ermöglicht Ihnen, unter der Leitung von sehr erfahrenen Implantologen und in Kooperation mit anerkannten Universitätskliniken, Ihre theoretischen Kenntnisse umzusetzen und praktische Erfahrungen in der Implantologie zu sammeln.

Die Teams werden aus 2-3 Teilnehmern bestehen, von denen jeder 30-50 Implantate pro Woche einsetzen kann.

Nähere Informationen erhalten Sie unter
e-mail: q-implant-marathon@trinson.com

TRINON
TITANIUM

TRINON Titanium GmbH
Augartenstraße 1 · D-76137 Karlsruhe
Tel.: +49 721 93 27 00 · Fax: +49 721 24 991
www.trinson.com · trinson@trinson.com