

Darstellungsqualität und Strahlenbelastung bei der DVT-Diagnostik

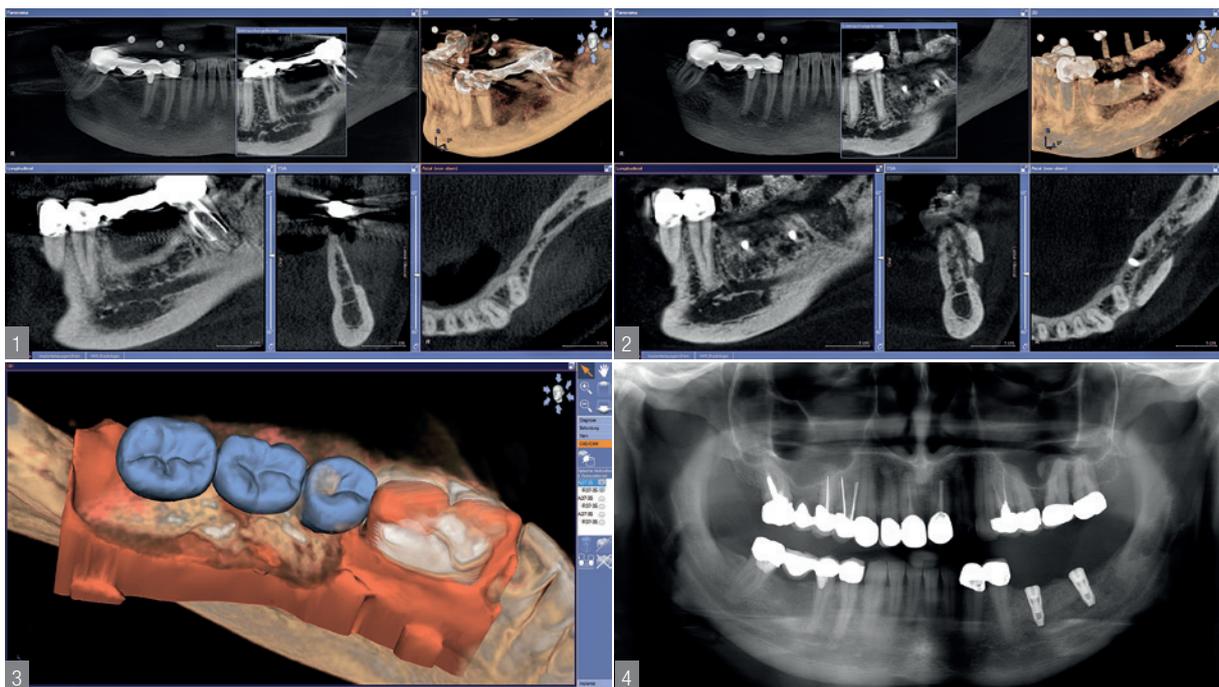
ANWENDERBERICHT 3D-Planungen von Implantaten mithilfe der dentalen Volumentomografie (DVT) ermöglichen die präzise und sichere Insertion unter Berücksichtigung der späteren Prothetik (Backward Planning). Moderne Röntgengeräte bieten hierbei vielfältige Aufnahmeoptionen. Doch Aufnahmeverfahren und Bildauflösung haben erheblichen Einfluss auf die für das DVT notwendige Strahlendosis. Die richtige Abwägung zwischen therapeutischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten hat daher stets so zu erfolgen, dass die Effektivdosis möglichst gering bleibt.

Angesichts der vielfältigen Möglichkeiten, diagnostische Daten durch Röntgen und CAD/CAM zu gewinnen, fällt es nicht immer leicht, das für den jeweiligen Einzelfall beste Verfahren auszuwählen. Moderne Röntgengeräte wie ORTHOPHOS XG 3D, das in unserer Praxis zum Einsatz kommt, und ORTHOPHOS SL der Firma Sirona erlauben eine große Zahl von zwei- und dreidimensionalen Aufnahmen. So können neben dem klassischen Orthopantomogramm auch Aufnahmen mit unterschiedlichen Ein- beziehungsweise Ausblendungen verschiedener Kieferregionen und Bilder vom isolierten

Frontzahnsegment, über frontale und laterale Bissflügelaufnahmen sowie der Kieferhöhlen und Kiefergelenke angefertigt werden. Auch bei 3D-Aufnahmen können verschiedene Kieferabschnitte mit einem Volumendurchmesser von 8 cm (Volumen 1) oder 5 cm (Volumen 2) erfasst werden. Zudem kann der Anwender zwischen der Standardauflösung von 160 Mikrometern (μm) und dem High-Definition-Mode wählen. Beim Volumen 2 beträgt die Voxelgröße im HD-Modus 100 μm , während diese Option bei Volumen 1 die Abbildungsqualität zwar verbessert, die Auflösung selbst aber nicht erhöht.

Die für das DVT notwendige Strahlendosis ist sowohl vom Aufnahmevolumen als auch von der Bildauflösung abhängig. Nach der Röntgenverordnung und den europäischen Sicherheitsstandards – dem „ALARA-Prinzip“ („As Low As Reasonably Achievable“) – wäre die undifferenzierte Wahl des größtmöglichen Volumens bei 3D-Aufnahmen mit maximaler Auflösung und Darstellung beider Kiefer unzulässig. Abgesehen von der Strahlenbelastung für die Patienten würde das größere Aufnahmevolumen auch für den Zahnarzt aufgrund der damit verbundenen Befundung einen größeren Zeitaufwand bedeuten.

Fallbeispiel 1 **Abb. 1:** DVT-Darstellung des atrophierten linken Unterkiefers (Standardauflösung, 160 μm), verschiedene Projektionen. **Abb. 2:** DVT des linken Unterkiefers nach Augmentation (HD-Auflösung, 160 μm), verschiedene Projektionen. **Abb. 3:** 3D-Darstellung des Unterkiefers mit virtuellem Wax-up durch Integrierte Implantologie (früher: CEREC meets GALILEOS). **Abb. 4:** Kontrollaufnahme nach Implantation durch MKG mit einem herkömmlichen OPG.



Frühjahrsfortbildung Tag der KZVH

12. März 2016

Frankfurt, Kap Europa



Wissenschaftliche Leitung:

OA Dr. Cornelius Haffner, Zahnklinik der
Ludwig-Maximilians-Universität München



Wissenschaftliche Vorträge und Seminare



8 Fortbildungspunkte:
Programm unter www.kzvh.de



Vorträge und Seminare für das Praxisteam

Tag der KZVH 2016 Anmeldeformular für nichthessische Teilnehmer

Bitte faxen an: **069 6607-344**
oder per Post schicken an:

**KZV Hessen
Frau C. Hegeler-Thiel
Lyoner Str. 21
60528 Frankfurt**

Zum Tag der KZVH am 12. März 2016 in Frankfurt am Main melde ich folgende Person verbindlich an:

Kursteilnehmer/in: Zahnärztin/Zahnarzt ZFA, ZMF, ZMV

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Tel. _____

E-Mail _____

Hauptprogramm

Folgende Seminare:

Seminartitel _____

Seminarzeit _____

Seminartitel _____

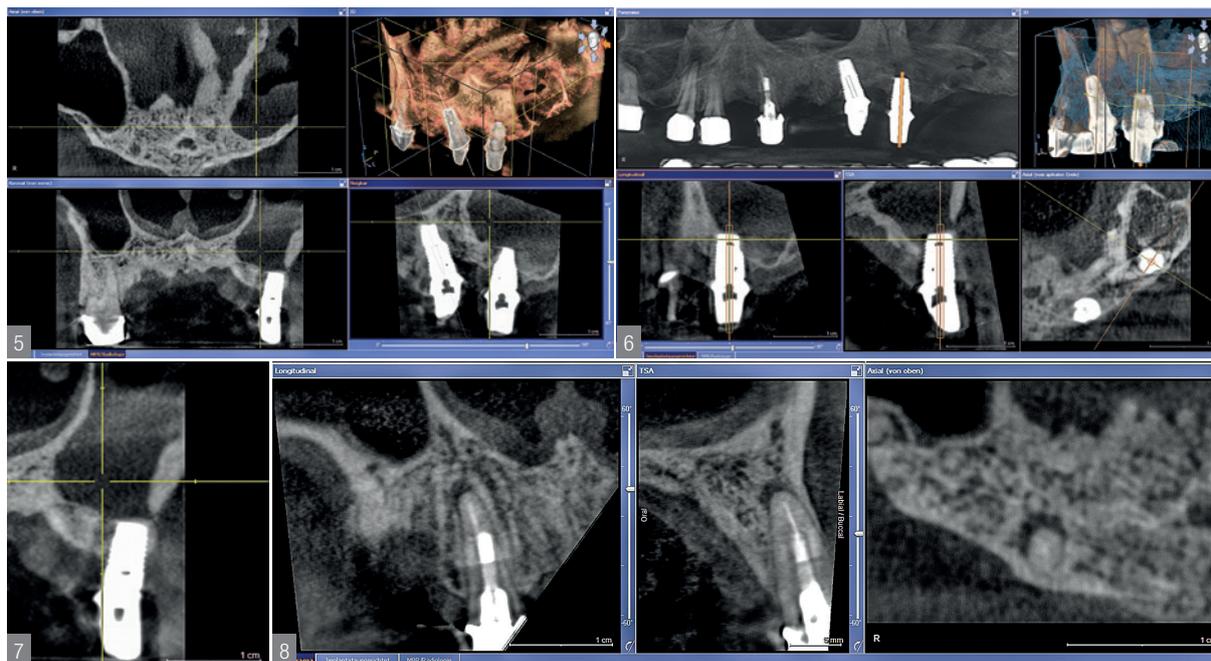
Seminarzeit _____

Praxisstempel

Die Platzvergabe erfolgt nach Eingang. Sie erhalten von der KZVH eine Anmeldebestätigung per Mail und eine Rechnung auf dem Postweg.

Die Teilnahmebedingungen
(nachzulesen unter www.kzvh.de)
erkenne ich an.

Datum/Unterschrift



Fallbeispiel 2 Abb. 5: DVT des Oberkiefers mit basaler Verschattung der linken Kieferhöhle, verschiedene Projektionen. Abb. 6: DVT des Oberkiefers mit virtuellem Implantat zur implantatausgerichteten Projektion. Abb. 7: Detaildarstellung des Implantates in Regio 23. Abb. 8: Detaildarstellung des Zahnes 12 mit apikaler Transluzenz in verschiedenen Projektionen.

Potenziale zur Strahlendosisreduktion

Während die Effektivdosis eines Orthopantomogramms in der Literatur mit 10 bis 20 Mikrosievert (μS) angegeben wird,⁶ beträgt diese für das Standardvolumen (Volumen 1, ohne HD-Modus) nach den Informationen des Herstellers⁷ zwischen 8 und 94 μS . Für die Leitlinie der DGZMK zur dentalen digitalen Volumentomografie wurde 2013 in einer Metaanalyse eine mittlere effektive Dosis von 92 μS für Geräte mit einem Field of View (FOV) unter 10 cm ermittelt. Die maximale Effektivdosis erreicht beim ORTHOPHOS XG 3D gerade diesen Mittelwert, die typische Anwendung liegt mit 64 μS jedoch deutlich darunter und kann durch weitere Maßnahmen, zum Beispiel durch Einblenden auf einen Kiefer oder die Wahl des kleineren FOV, weiter gesenkt werden.

Die Datengrundlage des HD-Modus sind rund 500 Einzelbilder mit kontinuierlichem Röntgenstrahl, während in der Standardauflösung 200 Aufnahmen mit gepulster Strahlung gemacht werden. Bemerkenswert ist, dass die Strahlenbelastung gemessen am Dosisflächenprodukt (DFP) im HD-Modus je nach Dosisstufe lediglich um das 1,8- bis 2,9-Fache steigt, obwohl die

effektive Strahlzeit sich dabei um den Faktor 2,8 bis 4,4 erhöht.⁷

Aus diesen Werten ergibt sich bei der DVT im Vergleich zum Orthopantomogramm ein wesentlich größeres Potenzial zur Strahlendosisreduktion. Allein die Beschränkung auf einen Kiefer reduziert die effektive Dosis des 8-cm-Volumens um 16 bis 44 Prozent. Für das kleinere Volumen bzw. den HD-Modus wurden bisher keine entsprechenden Dosiswerte veröffentlicht, es finden sich lediglich Angaben zum DFP in der Gebrauchsanweisung des Gerätes.⁷ Diese Messgröße wird durch die Anwendung des HD-Modus je nach Dosisstufe etwa auf das Zweibis Dreifache erhöht und verringert sich bei Verwendung des kleineren Volumens (Vol. 2) auf weniger als die Hälfte des Wertes für das 8-cm-FOV.

Anwendungsregeln für die Praxis

Die verschiedenen Kombinationen der möglichen Aufnahmeverfahren in der täglichen Praxis therapeutisch sinnvoll zu nutzen erfordert zahnmedizinische und gerätetechnische Kenntnisse sowie in gewissem Umfang die Erarbeitung von Regeln zur Anwendung der unterschiedlichen Darstellungsvarianten. Letzteres ist umso wichtiger, wenn die Tätigkeiten delegiert werden sollen.

Denn die Erstellung dreidimensionaler Aufnahmen selbst ist bei klarer Anweisung kaum aufwendiger als die Anfertigung eines OPGs. In unserer Praxis haben sich dazu digitale Röntgenaufträge in der Patientenkartei auf der Basis von Textbausteinen bewährt.

Im Folgenden werden Indikationen mit verschiedenen Auflösungsqualitäten dargestellt und daran die Möglichkeiten zur Reduktion der Strahlenbelastung illustriert, ihre jeweilige Bedeutung für die zahnärztliche Diagnostik verglichen sowie Anwendungsregeln abgeleitet.

Fallbeispiel 1

Eine 44-jährige Patientin stellte sich mit dem Wunsch zur implantatgetragenen Versorgung des linken Unterkiefers vor. Die Erhaltung des beherdeten und alio loco mit einer Wurzelfüllung aus Silberstiften versorgten Brückenpfeilers 37 war zuvor fehlgeschlagen. Klinisch zeigte sich ein sehr schmaler Kieferkamm. Um die Implantation und Augmentationsmaßnahmen zu planen, wurde ein DVT mit einem FOV von 8 cm und einem nach dorsal sowie links versetztem Zentrum angefertigt, um auch die Möglichkeit einer Knochenentnahme im Bereich 38 überprü-

fen zu können. Zur Verringerung der Strahlenbelastung wurde dabei auf den Unterkiefer eingebündelt.

Das DVT (Abb. 1) ergab krestale Kieferkambreiten von weniger als 3 Millimeter. Auch 10 Millimeter tiefer wies der Unterkiefer nur eine Dicke von knapp 6 Millimeter auf. Im Bereich der Metallrestaurationen zeigten sich besonders in transversaler Projektion Metallartefakte. Aufgrund der schwierigen Hartgewebssituation wurde die Patientin zu einer MKG-Chirurgin überwiesen. Dort entfernte man Zahn 37 mit den anhängenden Brückengliedern und transplantierte einen kortikalen Knochenblock aus Region 45/46, der mit zwei Osteosynthese-Schrauben im Bereich der Knochendefekte des linken Unterkiefers fixiert wurde.

Nach der Einheitszeit zeigten sich klinisch unauffällige Weichgewebsverhältnisse mit leicht verkürztem Vestibulum bei einem deutlich verbreiterten Kieferkamm. Um die Augmentation des Kieferkammes zu beurteilen und aufgrund der atypischen Kieferrelation sowie der durch die große Freiräume erschwerten prothetischen Ausrichtung der Implantate sollte ein DVT-gestütztes Backward Planning erfolgen. Abbildung 2 zeigt das DVT im HD-Modus und mit ähnlichen Projektionen wie Abbildung 1 zum direkten Vergleich. Die neueren Darstellungen sind detaillierter, etwas kontrastreicher und weisen vor allem deutlich weniger Metallartefakte auf.

Zur prothetischen Orientierung wurde ein virtuelles Wax-up mit der InLab-Software von Sirona erstellt und in der Software GALILEOS Implant in das Röntgenvolumen integriert (Abb. 3). Obwohl sich die identischen Punkte im DVT und im Scan auf die Zähne 33 und 34 beschränkten und diese wegen metallischer Restaurationen röntgenologisch nicht ideal abgebildet wurden, gelang das Matchen der Datensätze nach der Markierung identischer Zahnflächen in der GALILEOS-Software problemlos. Abbildung 3 zeigt, wie sicher und robust der entsprechende Algorithmus arbeitet. Da durch die Einblendung der prothetischen Versorgung mittels CmG die Metallartefakte gut überdeckt worden sind, ergaben sich durch die verbesserte Bildqualität des HD-Modus für die Implantatplanung selbst nur noch geringe Vorteile.

Die Alveole des einige Zeit zuvor entfernten Zahnes 37 war noch nicht aus-

reichend verknöchert. Deshalb erfolgte Positionierung der künstlichen Zahnwurzel hier etwas weiter mesial. Die Implantate wurden später über eine Bohrschablone (SICAT CLASSIC GUIDE) navigiert inseriert (Abb. 4) und nach der Einheitszeit problemlos über InLab mit individuellen Abutments und einer vollkeramischen Brücke versorgt.

Fallbeispiel 2

Ein 54-jähriger Patient wurde wegen unklarer Beschwerden im linken Oberkiefer zur DVT überwiesen. Da aufgrund vieler metallischer Restaurationen entsprechende Artefakte zu erwarten waren und überdies der periimplantäre Bereich diagnostisch wichtig sein könnte, wurde Volumen 1 mit HD-Modus für die Röntgenaufnahme verwendet. Besonders in den radiologisch orientierten Ansichten zeigte sich eine basale Verschattung der linken Kieferhöhle, vor allem im anterioren Bereich, der an das Implantat in Regio 25 angrenzt (Abb. 5).

Um die Beurteilung des Knochens um das Implantat herum zu erleichtern, wurde – wie von Fuhrmann³ beschrieben – ein generisches Implantat mit minimalem Durchmesser in der Achse des vorhandenen Implantates geplant. So ist die Verwendung der Ansichtsoption „Implantatausgerichtet“ möglich, die es gestattet, die Bildprojektion nur durch das Verschieben eines Reglers um die künstliche Zahnwurzel kreisen zu lassen (Abb. 6).

Obwohl auf der radiologischen Ansicht (Abb. 7) eine knöcherne Abgrenzung zur Kieferhöhle vorhanden zu sein scheint, zeigen die am Implantat ausgerichteten Projektionen einen gegenteiligen Befund (Abb. 6). Möglicherweise hängt dies damit zusammen, wie viele Schichten bei einer bestimmten Darstellung zusammengerechnet werden: Auf Abbildung 6 ist palatinal weder Knochen noch Schleimhaut erkennbar, Abbildung 7 zeigt dort eine Art Schatten des Implantats. Dies sind vermutlich Aufhärtungsartefakte am Übergang vom relativ röntgenopaken Titan zum umgebenden Gewebe. Diese Bildveränderungen erscheinen durch die höhere Auflösung und programmtechnisch durch den Softwarealgorithmus MARS (metal artifact reduction software) allerdings verringert. Die Erklärung der grundsätzlichen Entstehung und die Wirkung von MARS hat Frank beschrieben.⁴ Auf der bukkalen Seite

für schmerzfreie Injektionen



CALAJECT™ hilft schmerzfrei zu injizieren. Das Geheimnis ist ein intelligentes und sanftes Verabreichen von Lokalanästhetika. Sogar palatinale Injektionen können so ausgeführt werden, dass der Patient keinen Schmerz spürt.

- Das Handstück verbessert die Taktilität und sorgt dafür, dass Sie in einer entspannten und ergonomischen Haltung arbeiten können.
- Drei Injektionseinstellungen für die Infiltrations-, Leitungs- und intraligamentäre Anästhesie.
- Einfach und Kostengünstig in der Anwendung - keine Mehrkosten für zusätzliche Einweg-Verbrauchsmaterialien.



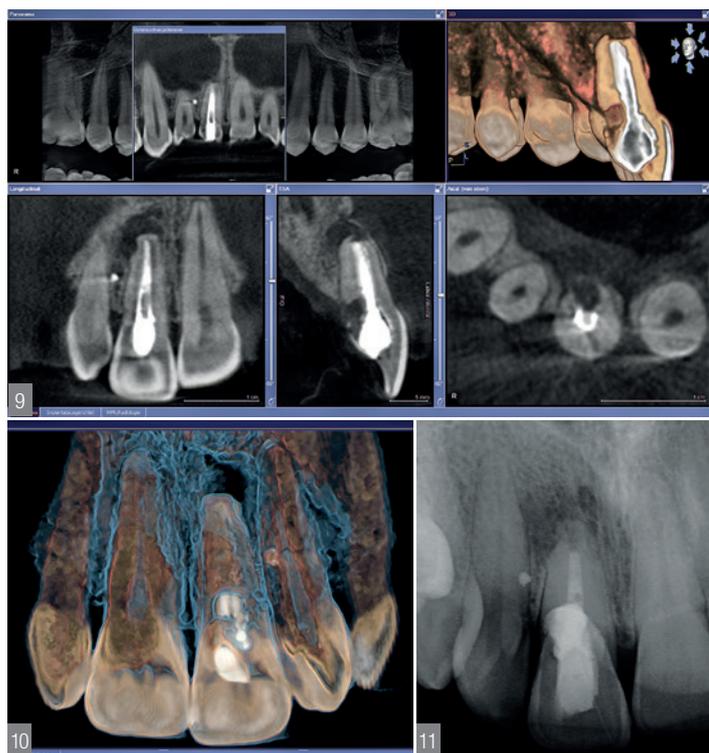
reddot award 2014
winner

Infokontakt: Tel. 0 171 7717937 • kg@ronvig.com

RØNVIG Dental Mfg. A/S

Gl. Vejlevej 59 • DK-8721 Dagaard • Tel.: +45 70 23 34 11
Fax: +45 76 74 07 98 • email: export@ronvig.com

www.ronvig.com



Fallbeispiel 3 Abb. 9: DVT des Zahnes 11 mit apikaler Transluzenz und Resorptionsdefekt in verschiedenen Projektionen. Abb. 10: 3D-Darstellung des Resorptionsdefektes an Zahn 11 von oral gesehen. Abb. 11: Kontrollbild nach chirurgisch-endodontischer und konservierender Therapie.

des Titankörpers ist eine knöcherne Bedeckung erkennbar, allerdings nur in der apikalen Hälfte und nicht krestal. Das Implantat in Regio 23 erscheint unauffällig. Als Nebenbefund zeigte sich noch eine apikale Aufhellung an Zahn 12 (Abb. 8).

Fallbeispiel 3

Ein 36-jähriger Patient wurde wegen endodontischer Probleme und zur Abklärung einer subgingival-palatinalen Resorption am Zahn 11 überwiesen. Es sollte das Ausmaß der Läsion, der apikal veränderte Bereich und die Erhaltungswürdigkeit des Zahnes insgesamt sowie die Möglichkeit einer Implantation beurteilt werden. Hierzu wurde ein DVT mit einem FOV von 5 cm Durchmesser mit der höheren Auflösung von 100 µm erstellt (Abb. 9). Darauf zeigte sich eine palatinal-marginale bis an die Wurzelfüllung reichende Aufhellung im Sinne einer Karies, eine erhöhte Transluzenz im apikalen Bereich mit relativ scharfer Abgrenzung zum umgebenden Knochen und intakter labialer Lamelle sowie eine verkürzte Wurzellänge mit unregelmäßiger Kontur (3D-Darstellung).

Eine vor Jahren durchgeführte Wurzelspitzenresektion scheint nicht bis ganz auf die Gaumenseite durchgeführt worden zu sein. In der dreidimensionalen Darstellung (Abb. 10) war erkennbar, dass der weitgehend subgingivale Defekt nur ein relativ kleines Winkelsegment des Zahnes betraf. Auf Wunsch des Patienten wurde daher die Karies von der überweisenden Zahnärztin zunächst chirurgisch-konservierend verschlossen, die Wurzelbehandlung und der apikale Bereich revidiert. Auf Abbildung 11 ist der Zahn unmittelbar nach Abschluss dieser Behandlungen zu sehen.

Fazit und Ausblick

Die Strahlenbelastung der DVT bei Verwendung des ORTHOPHOS XG 3D und ORTHOPHOS SL ist im Vergleich zu aktuellen Literaturangaben geringer und lässt sich durch die gezielte Wahl der Auflösung, des Volumens und Kollimierung weiter senken. Das Gerät weist bereits in der normalen Auflösung eine so hohe Abbildungsqualität auf, dass die Verwendung des High-Definition-Modus nach der Erfahrung des Autors nur bei speziellen diagnostischen Anforderungen deutliche Vorteile bietet – etwa bei metallischen Restaurationen im Bereich der diagnostisch relevanten Region oder endodontischen Fragestellungen.³ Eine Steigerung der Strahlenbelastung durch die höhere Auflösung sollte in diesen Fällen durch Verwendung eines kleineren Aufnahmevolumens vermieden werden, da dies für derartige Indikationen meist ausreicht.

Implantatplanungen mittels DVT erfordern die HD-Funktion in der Regel nicht. Störende Metallartefakte, die etwa durch metallische Restaurationen hervorgerufen werden, können durch die Integration von Intraoral- oder Models cans und virtuelle Konstruktionen von Kronen und Brücken (Integrierte Implantologie) ohne zusätzliche Röntgenstrahlung abgedeckt werden.² Dieser Weg bietet darüber hinaus weitere Vorteile im Sinne eines Backward Planning sowie die Möglichkeit der Herstellung einer Bohrschablone auf der Basis von rein digitalen Daten und ohne zahntechnische Vorbereitungen (CEREC Guide 2, Sirona, Bensheim, und OPTI-GUIDE, SICAT, Bonn).

Aufgrund der hohen Darstellungsqualität der Standardauflösung sollte künftig geklärt werden, ob sich durch die Kombination von radiologischen und CAD-Daten die Strahlendosis für unsere Patienten noch weiter senken lässt. Daraus resultierende Bildqualitätsverluste können bei der Planung von Implantaten vermutlich durch die strahlungsfrei gewonnenen zusätzlichen Informationen eines Scans kompensiert werden.

Für eine besonders effiziente Erzeugung des Röntgenbildes sorgt mittlerweile der ORTHOPHOS SL (Sirona), der auf der IDS 2015 vorgestellt wurde. Sein Direct Conversion Sensor wandelt die Röntgenstrahlung direkt in elektrische Impulse um und überspringt dabei die bisher übliche Umwandlung in Licht, die mit einem geringen Signalverlust verbunden ist. So verbessert sich die Ausbeute von Bildinformationen; die Aufnahmen überzeugen durch eine hohe Zeichenschärfe.

INFORMATION

Dr. Gerd Frahsek
 Hüserstr. 7a
 42555 Velbert
 Tel.: 02052 80344
 info@dr-frahsek.de
 www.dr-frahsek.de

Infos zum Autor



Infos zum Unternehmen



Literatur

