DVT in der Kieferorthopädie – wo stehen wir?

KN Fortsetzung von Seite 1

den letzten Jahren wissenschaftliche Stellungnahmen und Empfehlungen herausgegeben, auf die im Folgenden kurz eingegangen werden soll.

Die Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie veröffentlichte als eine der ersten Fachgesellschaften eine Stellungnahme zur Anwendung der DVT in der Kieferorthopädie (Hirschfelder 2008). Zu den rechtfertigenden kieferorthopädischen Indikationen wurde neben der Diagnostik von Anomalien des Zahnbestandes, die Diagnostik von Zahndurchbruchsstörungen, Retentionen, pathologischen Knochenstrukturen, die Diagnostik von Anomalien und Dysplasien der Zahnwurzeln einschließlich Wurzelresorptionen und kraniofaziale Fehlbildungen im Gesichtsbereich aufgelistet. Schon sehr weitblickend wurde bereits vor sechs Jahren die „Darstellung des peridentalen Knochenangebotes zur prognostischen Bewertung geplanter Zahnbewegungen“ als rechtfertigende Indikation für ein DVT angeführt. Die Konklusion im Jahre 2008 lautete seinerzeit: Obwohl die Gerätetechnik vorhanden sei und die Geräte mit den gewünschten niedrigen Dosen betrieben werden können, wäre der standardmäßige Einsatz **aufgrund der Strahlenexposition** und der hohen Investitionskosten noch nicht empfehlenswert.

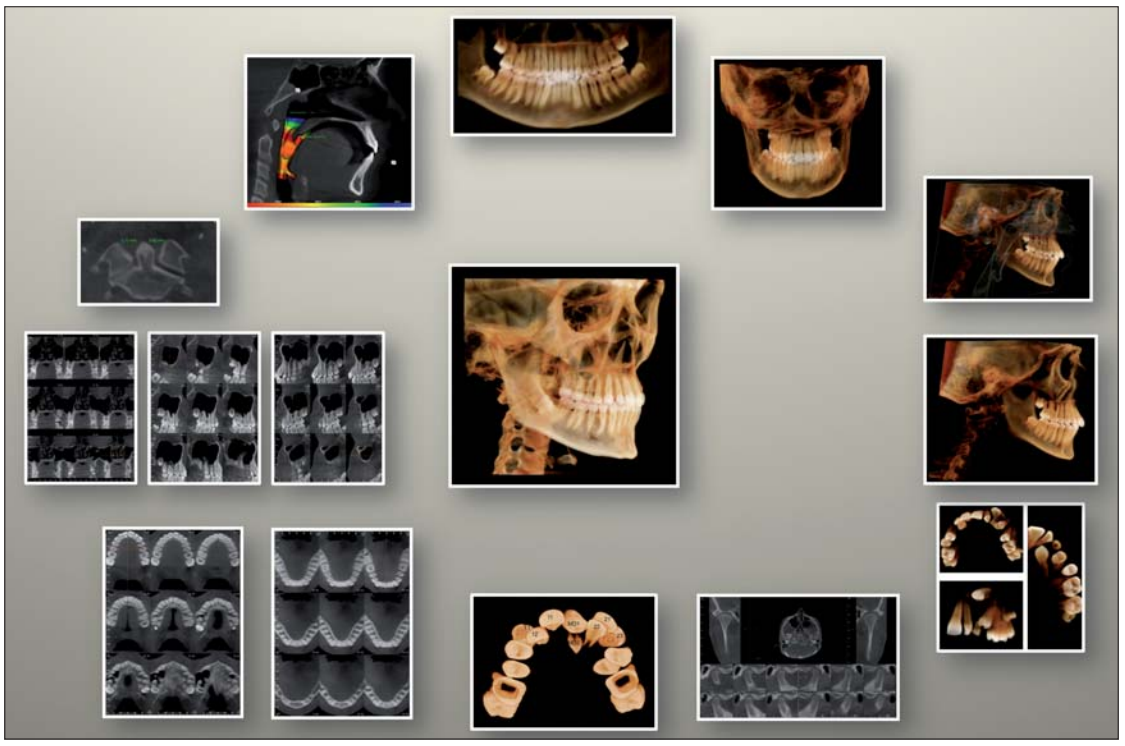


Abb. 1: Das Prinzip eines IADR-DVTs (IADR = **I**ndikations**A**bhängige **D**osis**R**eduktion) in der Kieferorthopädie beruht darauf, dass nur eine 3-D-Röntgenaufnahme angefertigt wird. Die effektive Dosis dieser Aufnahme beträgt im LD-IADR-Modus 12,3 µSv bis 30,7 µSv. Konventionelle digitale kieferorthopädische Röntgenaufnahmen gehen mit einer effektiven Dosis zwischen 26,0 µSv und 35,8 µSv einher. Aus diesem einen Datensatz können dann zahlreiche therapeutisch relevante Ansichten für eine überlagerungsfreie kieferorthopädische Behandlungsplanung erstellt werden.

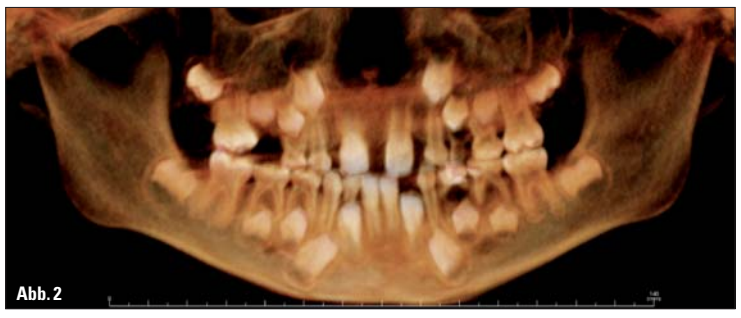


Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2: Panoramadarstellung aus einem IADR-DVT zum Ausschluss einer Nichtanlage der Zähne 12 und 22, die sich in diesem Fall aber bestätigte. Die effektive Dosis dieses DVT-Datensatzes betrug 12,3 µSv. – **Abb. 3:** Seitliche Schädeldarstellung aus einem IADR-DVT. Die effektive Dosis dieses DVT-Datensatzes betrug 24,5 µSv.

Im Jahr 2009 veröffentlichte die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in ihrer S1-Empfehlung „Dentale Volumentomografie“ DVT-Indikationen für alle Teilbereiche der Zahnheilkunde. Für den kieferorthopädischen Bereich wurden darin die Indikationen aus der DGKFO-Stellungnahme aus dem Jahr 2008 aufgegriffen und durch die rechtfertigenden Indikationen „Visualisierung der dreidimensionalen knöchernen Parodontalsituation“ sowie „Ausschluss primärer Kiefergelenkerkrankung“ ergänzt.

Im Jahr 2008 wurde von der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) das sogenannte SEDENTEXCT-Projekt gegründet und drei Jahre später eine finale Leitlinie „Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology; evidence based guidelines 2011 (v2.0 final)“ bezüglich des Einsatzes der digitalen Volumentomografie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde vorab veröffentlicht. Die offizielle (unveränderte) Publikation stammt aus dem Jahr 2012. Dabei sprachen sich die Autoren der SEDENTEXCT-Gruppe wegen der **erhöhten Strahlenbelastung** gegen den routinemäßigen Einsatz der DVT in der Kieferorthopädie aus, wie sie aber außerhalb von Europa zunehmend angewendet wird.

Zwar wird die Überlegenheit der DVT hinsichtlich der Befundung von z. B. verlagerten Zähnen im Vergleich zur konventionellen Röntgendiagnostik sowie die überlegene Diagnostik des peridentalen Knochenangebotes und auch die messtechnische Genauigkeit der DVT bestätigt, die Nutzung der DVT wird aber wegen der erhöhten Strahlenbelastung erst bei nicht ausreichendem Informationsgehalt der konventionellen Röntgentechnik empfohlen. Auf den ersten Blick erscheint diese Stellungnahme relativ neu. Von 79 Literaturzitaten im kieferorthopädischen Kapitel stammen jedoch nur vier Literaturstellen aus dem Jahr 2011, alle übrigen Zitate waren deutlich älter. Berücksichtigt man jedoch den wissenschaftlichen Informationszuwachs allein der letzten drei Jahre (> 265 zitierte Fachartikel in PubMed seit 2011), muss diese Stellungnahme bereits als „veraltet“ eingestuft werden.

Anfang August 2013 erschien die aktuelle S2k-Leitlinie „Dentale digitale Volumentomografie“ der DGZMK. Die S2k-Leitlinie wurde seit Dezember 2011 unter Leitung der Arbeitsgemeinschaft für Röntgenologie innerhalb der DGZMK erarbeitet und basiert auf Empfehlungen, Publikationen sowie Leitlinien bis zum Jahre 2012. Auch hier stammen die jüngsten Literaturzitate für den Bereich der Kieferorthopädie aus dem Jahr 2011. Hinsichtlich der Indikationen in der Kieferorthopädie wurden die Ausführungen der Europäischen Kommission 1:1 übernommen. Dadurch taucht die durch zahlreiche evidenzbasierte internationale Studien nachgewiesene rechtfertigende Indikation „Erhebung des peridentalen Knochenangebotes vor geplanter kieferorthopädischer Zahnbewegung“ nicht mehr auf. Ebenso werden Befunderhebungen im Bereich der Atemwege bei Mundatmern nicht berücksichtigt. Dafür wird die DVT aber für die Diagnostik erosiver kondylärer Veränderungen und knöcherner Kiefergelenkerkankungen als diagnostisches Hilfsmittel erster Wahl empfohlen.

Im Wesentlichen wird in dieser Stellungnahme auf die Problematik der Strahlenbelastungen bei jungen Patienten eingegangen „*…bei der Anwendung der DVT bei Kindern und Jugendlichen muss die Indikation besonders streng gestellt werden. Unabhängig jedoch von dem im Gegensatz zur zweidimensionalen Röntgendiagnostik erwartbaren Vorteil bei der Lokalisation von Zähnen, ist bei Kindern und Jugendlichen jedoch besonders der Aspekt der mit der DVT-Diagnostik verbundenen, erhöhten Dosis zu beachten. Für die kieferorthopädische Routinediagnostik bei Kindern und Jugendlichen besteht aufgrund der im Vergleich zu den zweidimensionalen Röntgenaufnahmen deutlich erhöhten Strahlendosis derzeit keine Indikation. Medizinische Strahlenexpositionen im Rahmen der zahnärztlichen Betreuung von Kindern und Jugendlichen müssen einen hinreichenden Nutzen erbringen, wobei die durch eine Röntgenuntersuchung bedingte Strahlenexposition so weit ein-*

Fortsetzung auf Seite 18 KN

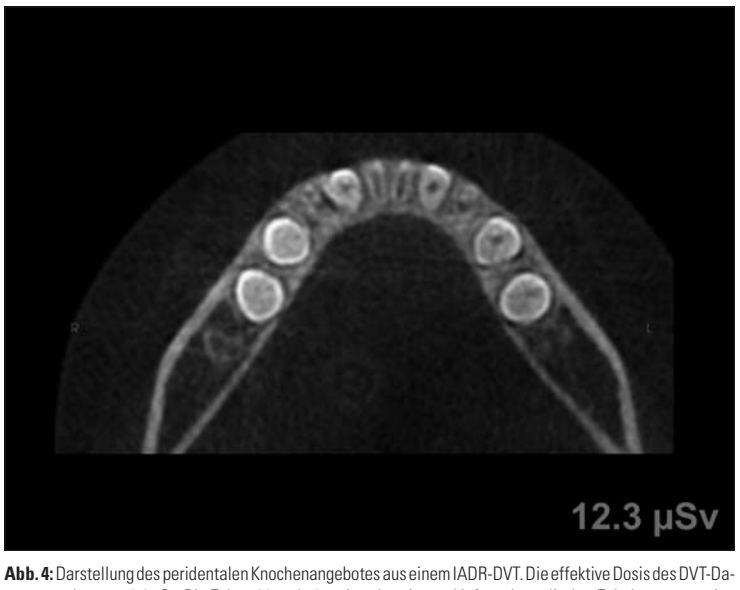


Abb. 4: Darstellung des peridentalen Knochenangebotes aus einem IADR-DVT. Die effektive Dosis des DVT-Datensatzes betrug 12,3 µSv. Die Zähne 32 und 42 weisen bereits vor kieferorthopädischer Zahnbewegung eine vestibuläre Knochendehiszenz auf.

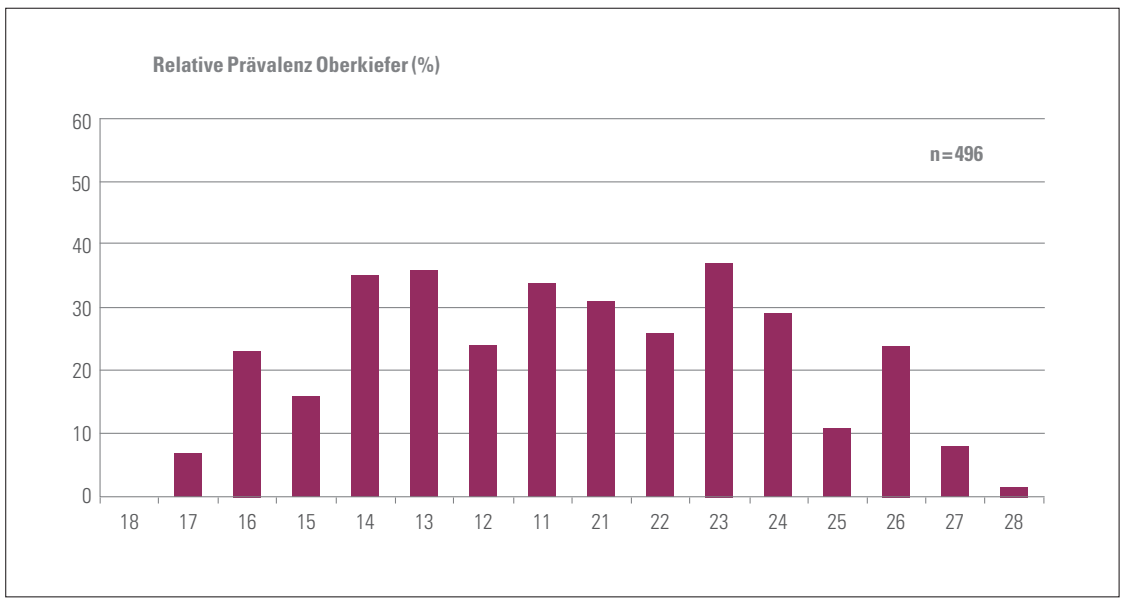


Abb. 5: Prozentuale Verteilung von vestibulären Knochendehiszenzen der Oberkiefer eines kieferorthopädischen Patientengutes (n = 496) vor kieferorthopädischer Zahnbewegung.

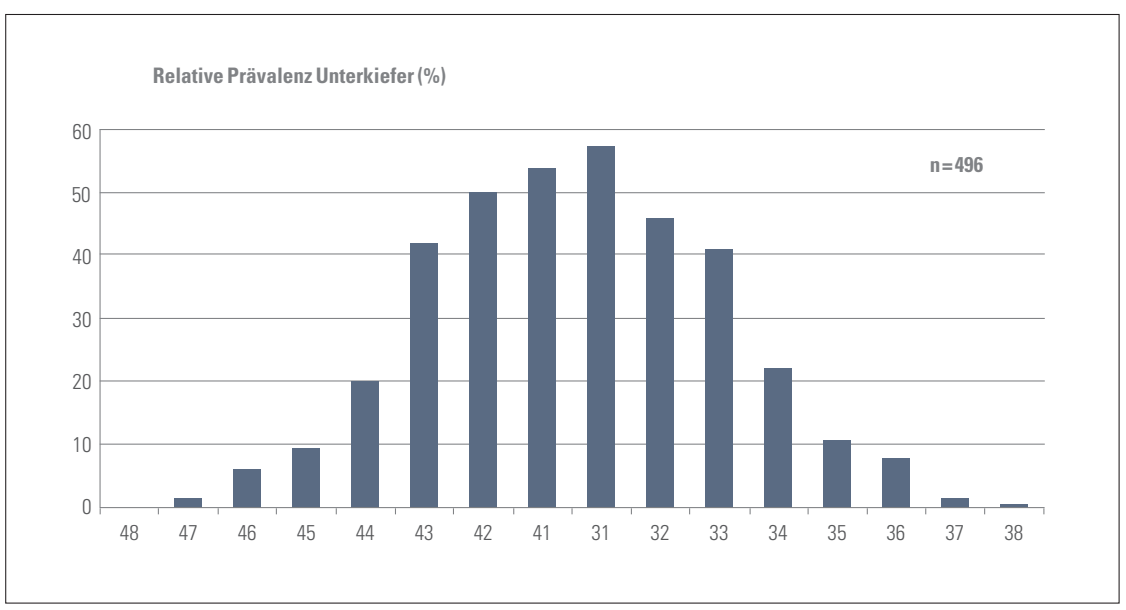


Abb. 6: Prozentuale Verteilung von vestibulären Knochendehiszenzen der Unterkiefer eines kieferorthopädischen Patientengutes (n = 496) vor kieferorthopädischer Zahnbewegung. Aufgrund der hohen Prävalenzen ist der „Ausschluss von vestibulären Knochendehiszenzen vor Expansion eines Zahnbogens bzw. vor Protrusion der Frontzähne" die rechtfertigende Hauptindikation für ein IADR-DVT im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung.

KN Fortsetzung von Seite 17

zuschränken ist, wie dies mit den Erfordernissen der medizinischen Wissenschaft zu vereinbaren ist (ALARA-Prinzip). Andere Verfahren mit vergleichbarem gesundheitlichen Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, sind

ANZEIGE

bei der Abwägung zu bevorzugen. Die Möglichkeiten zum Einsatz dosissparender Techniken sind bei der Anfertigung von DVT-Aufnahmen bei Kindern und Jugendlichen, soweit möglich, auszunutzen. Hierzu gehört beispielsweise die Reduktion der Milliamperezahl …" (Zitate aus S2k-Leitlinie DGZMK). Zusammenfassend kann man nach der S2k-Leitlinie sagen, dass die **erhöhte Strahlenbelastung** den routinemäßigen Einsatz der DVT in der Kieferorthopädie verhindert. Die aktuellste wissenschaftliche Stellungnahme zur Anwendung der DVT in der Kieferorthopädie wurde von der American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR) im August 2013 mit dem Titel „Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology" (Scarfe et al. 2013) veröffentlicht und schließt Empfehlungen, Publikationen sowie Leitlinien bis zum Jahre 2013 ein. Die DVT wird grundsätzlich als Gewinn für die dreidimensionale Diagnostik von Strukturen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung beschrieben. Zu den empfohlenen rechtfertigenden Indikationen für die Erstellung einer DVT-Aufnahme im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung zählt die Diagnostik von dentalen Strukturanomalien, Zahnfehlstellungen, peridentalem Knochenangebot vor kieferorthopädischer Zahnbewegung, kraniofazialen Asymmetrien, sagittale, vertikale sowie transversale Abweichungen, Kiefergelenken, kraniofazialen Anomalien, der Morphologie der oberen Atemwege, KFO-chirurgischen Planungen, Verankerungsschrauben und maxillären Dehnapparaturen. Es wird aber auch deutlich betont, dass für eine sichere klinische Anwendung der DVT in der Kieferorthopädie eine Reihe von sehr spezifischen Voraussetzungen erfüllt sein müssen. Insgesamt gibt es in der amerikanischen Leitlinie 15 wichtige, spezifische Empfehlungen, die in vier Kategorien eingeteilt wurden und beim klinischen Einsatz der DVT in der Kieferorthopädie unbedingt berücksichtigt werden sollten:

1. Spezifische Bildgebung in Abhängigkeit von der klinischen Fragestellung

1.1. Die Feststellung der rechtfertigenden Indikation für ein DVT basiert auf der Anamnese, der klinischen Untersuchung und der klinischen Fragestellung. Der Vorteil für die Behandlungsplanung muss größer sein als das Strahlenrisiko (entspricht § 2c der RöV), insbesondere bei Kindern und Jugendlichen.

1.2. Ein DVT ist indiziert, wenn die klinische Fragestellung nicht mit einer bildgebenden Technik, die mit weniger Strahlenbelastung einhergeht, adäquat beantwortet werden kann.

1.3. Ein DVT sollte nicht eingesetzt werden, um Patientendaten zu erhalten, die man auch ohne Röntgenstrahlen erheben könnte (z. B. virtuelle Kiefermodelle).

1.4. Es sollten nur DVT-Protokolle eingesetzt werden, die die spezifischen Erfordernisse an Field of View (FoV), kV, mA, Anzahl der Schichten, Auflösung und Umlaufzeit für die jeweilige Fragestellung erfüllen.

1.5. Es sollte kein DVT angefertigt werden, um ausschließlich ein OPG und ein FRS zu generieren, wenn das DVT eine höhere effektive Dosis aufweist als die konventionellen 2-D-Röntgentechniken.

1.6. Es sollten keine 2-D-Röntgenbilder angefertigt werden, wenn eine Indikation für ein DVT besteht oder bereits ein DVT vorliegt.

2. Beachtung des Strahlenrisikos

2.1. Beachtung der relativen Strahlendosislevel (RRL) des American College of Radiology (ACR).

2.2. Weil ein DVT den Patienten ionisierender Strahlung aussetzt, sollte der Patient über das jeweilige Strahlenrisiko aufgeklärt werden, Vor- und Nachteile dargestellt werden, bildgebende Alternativen aufgezeigt werden und alles im Karteiblatt dokumentiert werden.

3. Individuelle Reduktion der Strahlenbelastung

3.1. Die Einstellungsparameter für ein DVT sollten immer an die individuelle klinische Fragestellung angepasst werden:
- a) Verwendung einer gepulsten Aufnahmetechnik,
- b) Optimierung von mA und kV
- c) Reduktion der Anzahl der Schichten
- d) Reduktion der Auflösung, soweit möglich

3.2. Wenn alle anderen Parameter konstant bleiben, sollte das FoV auf ein Minimum reduziert werden. Cave: Bei einigen DVT-Geräten führt eine Änderung des FoVs automatisch zu einer Veränderung der Aufnahmeparameter, sodass selbst bei einem kleineren FoV höhere Strahlenbelastungen resultieren können.

3.3. Verwendung von Schutzschürzen (für den Oberkörper bzw. die Schilddrüse), um die Strahlenexposition von strahlensensitiven Organen außerhalb des FoV weitestgehend zu minimieren.

3.4. Beachtung der fachgerechten Installation des DVT-Gerätes, einer routinemäßigen Kalibrierung und Konstanzprüfung, einer fachgerechte Software-Update-Installation mit Teilabnahme und die vollständige Erfüllung der umfangreichen gesetzlichen Vorschriften sowie DIN-Normen.

4. Etablierung einer professionellen DVT-Anfertigung und -befundung

4.1. DVT-Anwender haben eine lebenslange Verpflichtung, ihre Fähigkeiten hinsichtlich spezifischer DVT-Untersuchungen bzw. deren professioneller dokumentierter Befundung durch Fort- und Weiterbildung zu verbessern.

4.2. DVT-Anwender tragen sowohl die gesetzliche Verantwortung für den Betrieb eines DVT-Gerätes als auch die vollständige Verantwortung

Fortsetzung auf Seite 20 KN

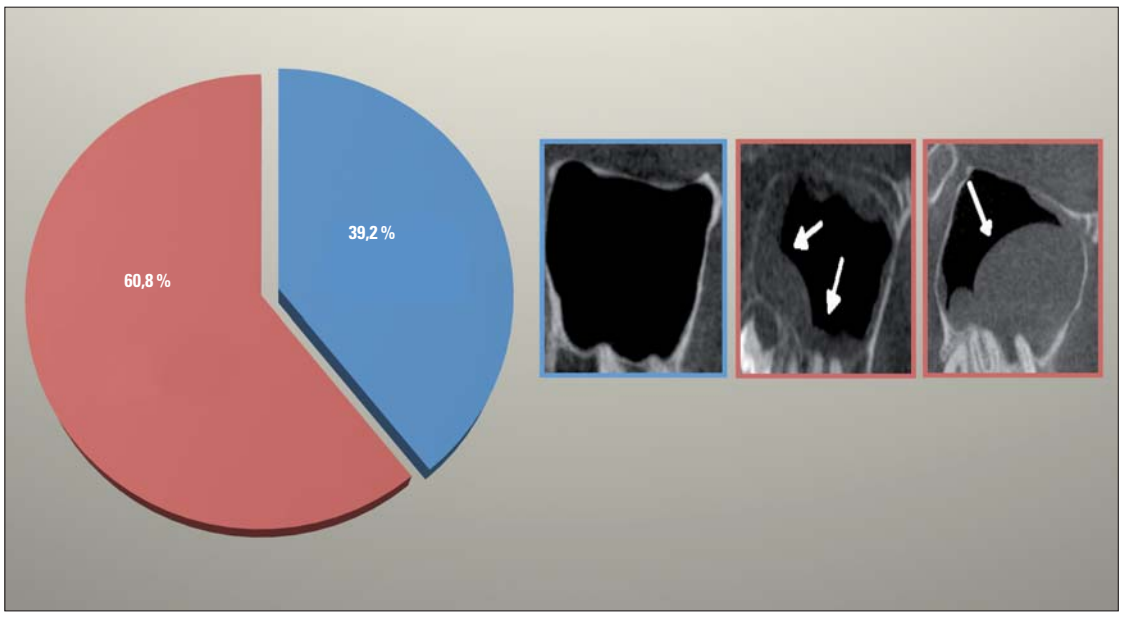


Abb. 7: In einem kieferorthopädischen Patientengut (n = 480) wiesen 60,8 % der Patienten unterschiedliche Grade von Verschattungen der Kieferhöhlen auf (rot). Nur 39,2 % der Patienten hatten keine Verschattungen der Kieferhöhlen (blau).

DIE GANZE WELT DER FUNKTION UND ÄSTHETIK.
KOMPETENT AUS EINER HAND.

ORTHO TECHNOLOGY®

ALLES FÜR DIE KIEFERORTHOPÄDISCHE PRAXIS.

Entdecken Sie unser neues Produktprogramm für die Kieferorthopädie! Das umfangreiche Materialsortiment bietet alles, was Sie für den täglichen Bedarf in Praxis und Labor benötigen: wirtschaftlich und qualitativ hochwertig. Natürlich unterstützen wir Sie auch im Bereich Services und Equipment – vom Bracket bis zum Röntgensystem – wir sind immer für Sie da! Nutzen Sie unsere kostenlose KFO-Hotline unter 0800-1600066 für eine Beratung. **www.henryschein-dental.de**

Erfolg verbindet.

HENRY SCHEIN® DENTAL

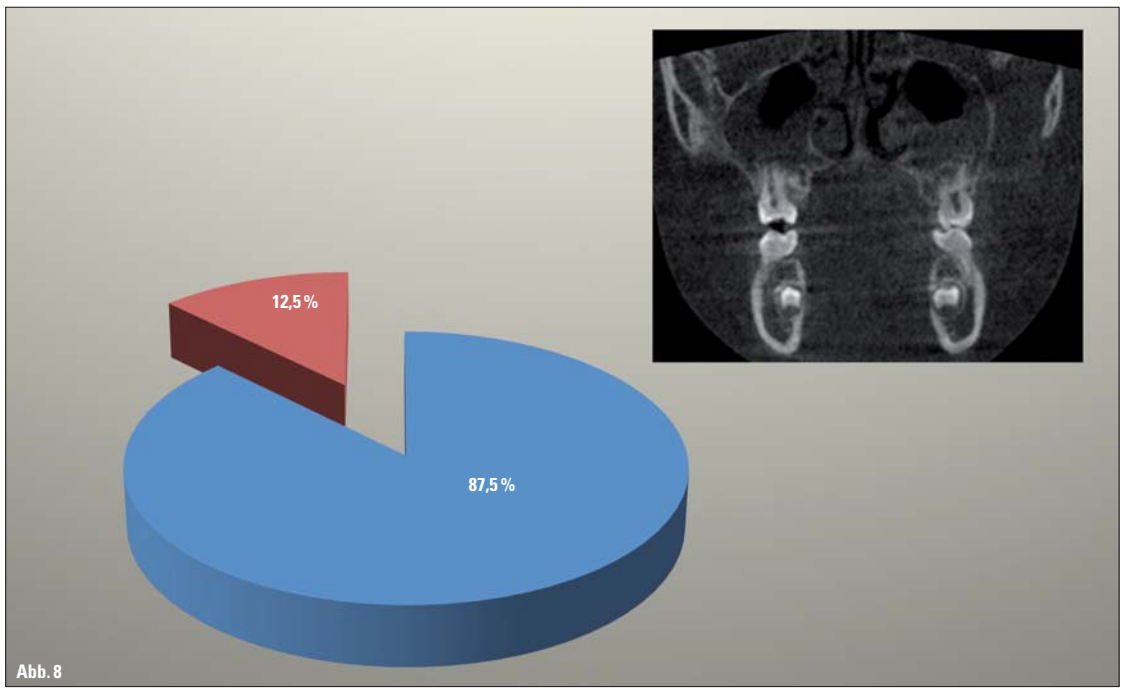


Abb. 8

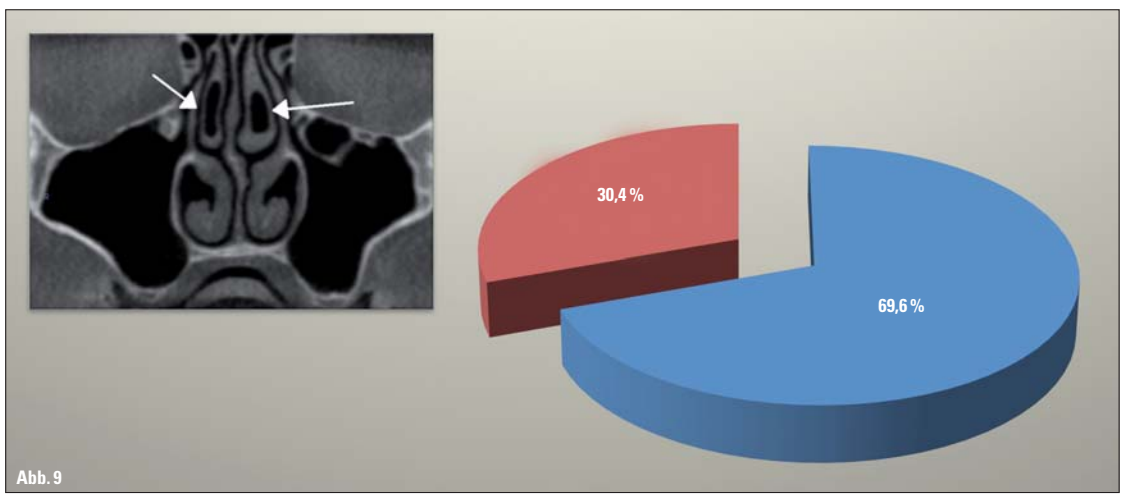


Abb. 9

Abb. 8: In einem kieferorthopädischen Patientengut (n=480) wiesen 12,5 % der Patienten einen Verschluss des Ostiums eines Sinus maxillaris auf (rot), während 87,5 % ein physiologisches Ostium zeigten (blau). – **Abb. 9:** In einem kieferorthopädischen Patientengut (n=480) wiesen 30,4 % der Patienten eine sogenannte Concha bullosa (Pfeile) auf, während 69,6 % der Patienten physiologische Nasenmuscheln aufwiesen (blau).

KN Fortsetzung von Seite 18

für die komplette medizinische Befundung der Datensätze sowie sämtlicher gesetzlicher Vorschriften.

4.3. Patienten und gesetzliche Vertreter sollten über die Einschränkungen der DVT hinsichtlich der Darstellung von Weichgeweben und Artefakten informiert sein.

ANZEIGE

Technische Parameter für die DVT-Anwendung in der KFO

Field of View (FoV)

Es gibt auf dem Markt DVT-Geräte mit fixem FoV und Geräte mit variabel einstellbarem FoV. Im Hinblick auf die spezifischen rechtfertigenden Indikationen ist in der Kieferorthopädie in der Regel ein mittleres bzw. ein großes FoV erforderlich. Doch welche Abmessungen muss ein mittleres bzw. großes FoV haben, um den kieferorthopädischen Anforderungen zu genügen? Nach einer aktuellen Studie von Lichtenfeld (2014) an 1.281 Datensätzen beträgt das ideale zylindrische FoV für die Anwendung im kieferorthopädischen Bereich 18 cm Durchmesser und 15 cm Höhe.

Kombiniert man eine DVT-Aufnahme des knöchernen Schädels mit einem strahlungsfreien Facialscan, ist bereits ein zylindrisches FoV von 16 cm Durchmesser und 16 cm Höhe zur Erfassung sämtlicher kephalometrischer Referenzpunkte ausreichend (Uhlenbrock 2014). Steht lediglich die Darstellung der Dentition und der umliegenden knöchernen Struktur für einen kieferorthopädischen Zwischenbefund an, müsste das FoV nach einer Studie von Stahlkopf (2014) an 1.000 Datensätzen idealerweise 11 cm Durchmesser und 8 cm Höhe betragen. DVT-Geräte mit sphärischen FoV (Durchmesser = 15 cm) sind für eine umfassende kieferorthopädische Diagnostik nicht geeignet, da nur bei 4 % der erwachsenen männlichen Patienten das Porion für eine kephalometrische Auswertung mit erfasst werden konnte (Schneider 2014). Aus kieferorthopädischer Sicht weisen zu kleine FoVs drei entscheidende Nachteile auf:

- sie erlauben nur eine sehr eingeschränkte Diagnostik,
- sie sind wirtschaftlich unrentabel, weil zwei kleine Aufnahmen teurer sind als eine Aufnahme mit mittlerem FoV,
- sie gehen nur mit einer geringen Strahlenhygiene einher, weil zwei kleine Aufnahmen eine höhe Strahlenbelastung aufweisen als eine Aufnahme mit einem mittleren FoV.

Auflösung eines DVT für die KFO

Die Auflösung von DVT-Aufnahmen kann zwischen 70 µm und 600 µm variieren. Gebräuchliche Einstellungen für kieferorthopädische Fragestellungen sind 200 µm, 250 µm, 300 µm, 400 µm oder 600 µm. Die individuell einzustellende Auflösung für DVT-Aufnahmen in der Kieferorthopädie hängt ausschließlich von der klinischen Fragestellung ab. Für eine hochaufgelöste DVT-Aufnahme zur Beantwortung kieferorthopädischer Fragestellungen ist eine Voxelgröße von 250 µm völlig ausreichend. Höhere Auflösungen gehen nur mit einer erhöhten Strahlenbelastung einher, ergeben aber keine zusätzlichen diagnostischen Informationen wie eine experimentelle Studie mit anatomischen Präparaten als Goldstandard zeigen konnte (Schattmann 2012).

Individuelle Aufnahmeparameter (mA und Zeiten)

Zur Anfertigung von DVT-Aufnahmen für kieferorthopädische Fragestellungen sollten DVT-Geräte mit der Möglichkeit zur individuellen, stufenlosen Einstellung der Aufnahmeparameter (insbesondere der mA-Werte) verwendet werden. Nur dadurch kann eine drastische Reduktion der individuellen Strahlenbelastung erreicht werden. Hierfür hat das MESANTIS 3D DENTAL-RADIOLOGICUM den Begriff „IADR“ (**I**ndikations**A**bhängige **D**osis**R**eduktion) geprägt. Die individuelle Einstellung von mA-Wert und Umlaufzeit bei vorgegebenem FoV und vorgegebener Auflösung erlaubt eine signifikante Reduktion der Strahlenbelastung selbst unter die Werte von konventionellen digitalen Röntgenaufnahmen in der Kieferorthopädie (Bumann et al. 2014).

Strahlenbelastung von DVT-Aufnahmen

Die effektiven Dosen zwischen einzelnen DVT-Geräten verschiedener Hersteller schwanken sehr stark (S2k-Leitlinie der DGZMK 2009). Daher sind DVT-Geräte im Hinblick auf die Strahlenbelastung keine uniforme Gerätekategorie, sondern sehr heterogen. Und selbst innerhalb eines Gerätes schwankt die Strahlenbelastung in Abhängigkeit von den ausgewählten Aufnahmeparametern enorm (Rottke et al. 2013). Deswegen sind für einen verantwortungsvollen DVT-Betrieb in der Kieferorthopädie nicht nur umfangreiche KFO-fachspezifische, sondern auch DVT-fachspezifische Kenntnisse erforderlich.

Berücksichtigt man ausschließlich „ICRP 2007-konforme“ Studien, gehen konventionelle digitale Röntgenaufnahmen für die Kieferorthopädie mit einer effektiven Dosis zwischen 26,0 µSv und 35,8 µSv einher (Ludlow et al. 2008, Grünheid et al. 2012, Patcas et al. 2014).

Auf der Basis einer Metaanalyse ergaben sich für konventionelle DVTs folgende effektive Dosen (S2k-Leitlinie der DGZMK):

- FoV < 10 cm: 92 µSv
- FoV 10 bis 15 cm: 118 µSv
- FoV > 15 cm: 114 µSv

Diese Werte sind für den zielgerichteten klinischen Einsatz natürlich sehr verwirrend, weil es sich hier um Mittelwerte handelt und nicht um klinisch optimalerweise anwendbare Parameter.

Bei Verwendung von einem DVT-Gerät mit individuell einstellbaren Aufnahmeparametern, das deutlich mehr klinische Erfahrung bei der DVT-Anwendung in der Kieferorthopädie erfordert, konnten Ludlow und Walker (2013) effektive Dosen zwischen 11 und 18 µSv nachweisen. Neueste Studien an dem DVT-Gerät „MESANTIS line II“* unter Anwendung des IADR-Konzeptes konnten für ein FoV von 20 x 17 cm effektive Dosen zwischen 12 und 31 µSv und für ein FoV von 20 x 10 cm effektive Dosen zwischen 10 und 24 µSv nachweisen (Bumann et al. 2014, Währisch 2014). Damit liegen die effektiven Dosen geeigneter DVT-Geräte im selben Bereich oder sogar unter den Dosen von konventionellen digitalen Röntgenaufnahmen. Es muss hier jedoch nochmals explizit betont werden, dass diese niedrigen Werte nur mit DVT-Geräten der neuesten Generation mit individueller, stufenloser Einstellung der Aufnahmeparameter erzielt werden können.

Prävalenz diagnostisch relevanter DVT-Befunde

Renkema et al. (2013) konnten nach einer Untersuchung von 302 kieferorthopädisch behandelten Patienten fünf Jahre nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung bei 38 % der untersuchten Patienten vestibuläre Gingivarezessionen bzw. Knochendehiszenzen nachweisen. Diese hohe Prävalenz legt den Verdacht nahe, dass prätherapeutisch bereits knöcherne vestibuläre Knochendehiszenzen vorgelegen haben müssen.

Eine Untersuchung von 4.319 Zähnen in DVT-Datensätzen von 79 Patienten mit Angle-Klasse I

Studie	Effektive Dosis
Ludlow et al. 2008	35,0 µSv
Grünheid et al. 2012	26,0 µSv
Patcas et al. 2012	35,8 µSv

Abb. 10: Auflistung effektiver Dosen konventioneller digitaler kieferorthopädischer Röntgenaufnahmen aus den drei international verfügbaren ICRP 2007 konformen Dosisstudien. Danach gehen konventionelle kieferorthopädische Röntgenaufnahmen mit einer Dosis von 26,0 µSv bis 35,8 µSv einher.

	mA	Zeit	Voxel	Effektive Dosis
LD-IADR	2,0	9.0	600 µm	12,3 µSv
LD-IADR	2,5	9.0	600 µm	15,3 µSv
LD-IADR	3,2	9.0	600 µm	18,4 µSv
LD-IADR	4,0	9.0	600 µm	24,5 µSv
LD-IADR	5,0	9.0	600 µm	30,7 µSv

Abb. 11: Auflistung effektiver Dosen bei Verwendung von IADR-Protokollen (IADR = **I**ndikations**A**bhängige **D**osis**R**eduktion) mit modernsten DVT-Geräten, die eine stufenlose Reduktion der mA-Werte erlauben. Die ICRP 2007 konforme Dosisstudie ergab effektive Dosen zwischen 12,3 µSv und 30,7 µSv. Die Dosiswerte der neuen IADR-DVTs liegen im Bereich der effektiven Dosen konventioneller kieferorthopädischer Röntgenbilder bzw. deutlich darunter.

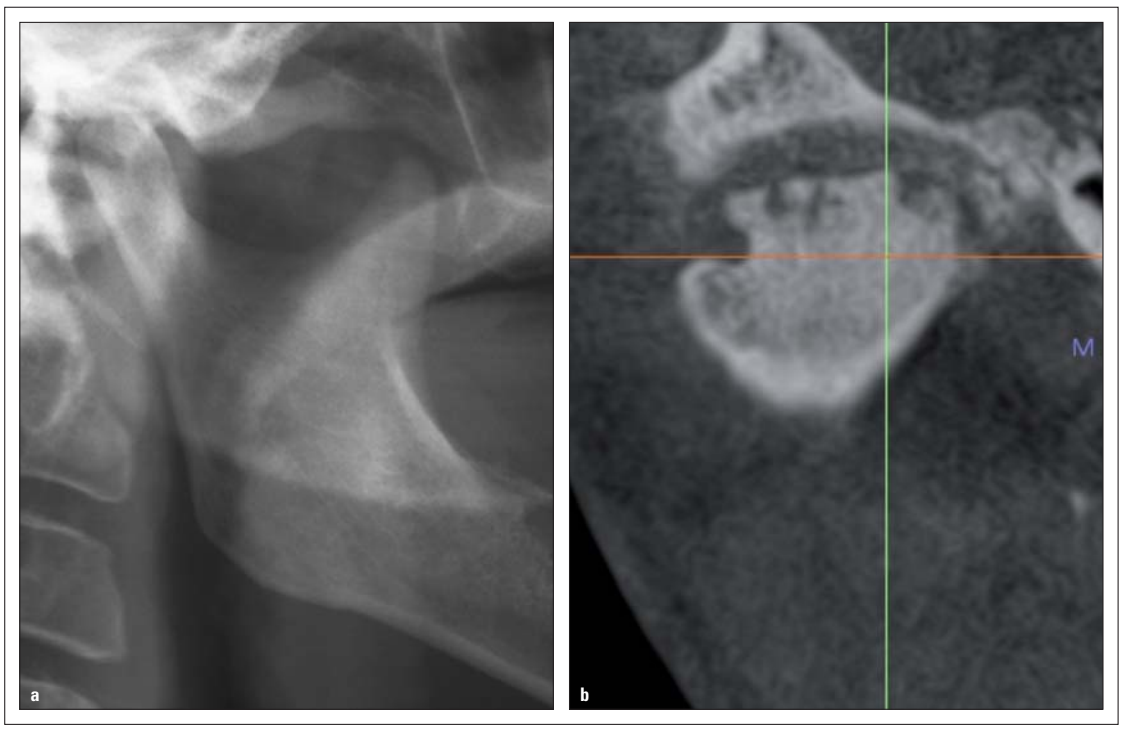


Abb. 12a: Darstellung des rechten Kiefergelenkes einer Patientin mit einer Panoramaschichtaufnahme. Der rechte Kondylus ist gut zu erkennen und weist keine Anzeichen einer pathologischen Veränderung auf. – **Abb. 12b:** Darstellung desselben Kiefergelenkes in einem IADR-DVT. Hier sind deutlich ausgeprägte osteoarthrotische Veränderungen zu erkennen, die in der Panoramaschichtaufnahme nicht zu sehen waren. 34 % bis 45 % der tatsächlich vorhandenen pathologischen Veränderungen im Kiefergelenk können in einer Panoramaschichtaufnahme nicht erhoben werden.

sowie 80 Patienten mit Angle-Klasse II konnte bei 51,09 % aller Zähne Knochendehiszenzen und bei 36,51 % aller Zähne Fenestrationen vor kieferorthopädischer Zahnbewegung nachweisen (Evangelista et al. 2010). Bei Patienten mit einer Angle-Klasse I war die Prävalenz von Knochendehiszenzen signifikant höher als bei Patienten mit Angle-Klasse II.

In einer weiteren umfangreichen Studie an 496 Patienten wiesen 89,5 % aller Patienten an mindestens einem Zahn vor kieferorthopädischer Zahnbewegung eine knöcherne Dehiszenz oder Fenestration auf. Bezogen auf die 12.781 untersuchten Zähne wiesen 28,0 % der Zähne eine knöcherne Dehiszenz oder Fenestration der vestibulären Knochenlamelle auf (Springer 2011). Ähnliche Ergebnisse ergaben auch Studien zur Prävalenz von Zufallsbefunden im Bereich der oberen Atemwege. 60,8 % der 960 untersuchten Kieferhöhlen kieferorthopädischer Patienten zeigten unterschiedlich ausgeprägte Opazitäten. 12,5 % der gesamten Patienten hatten ein verschlossenes Ostium des Sinus maxillaris. Im Gegensatz dazu wiesen 29,6 % der Mundatmer ein verschlossenes Ostium des Sinus maxillaris auf. Zusätzlich war bei 30,4 % der Patienten der Befund einer Concha bullosa zu erheben (Gomolka 2013).

Sowohl nach der S2k-Leitlinie der DGZMK als auch nach der europäischen Leitlinie ist ein OPG für eine suffiziente Beurteilung der knöchernen Kiefergelenkstrukturen nicht geeignet. Vergleichende Untersuchungen von Honey et al. (2007) konnten nachweisen, dass 45 % der tatsächlich vorhandenen knöchernen Veränderungen im Bereich der Kiefergelenke im OPG nicht erkannt werden können.

Konklusion

Sämtliche aktuellen wissenschaftlichen Leitlinien bzw. Stellungnahmen der vergangenen Jahre bestätigen einerseits die Überlegenheit der DVT gegenüber konventionellen 2-D-Röntgenaufnahmen. Jedoch wurde wegen des erhöhten Strahlenrisikos von Kindern und Jugendlichen bisher der routinemäßige Einsatz der DVT in der Kieferorthopädie nicht befürwortet. Durch die systematische Weiterentwicklung der DVT-Geräte können mittlerweile mit den modernsten Geräten die Aufnahmeparameter individuell stufenlos eingestellt werden. Damit liegen die effektiven Dosen der IADR-DVTs (**I**ndikations**A**bhängige **D**osis**R**eduktion) im selben Bereich oder sogar unter den Dosen von konventionellen digitalen 2-D-Röntgenaufnahmen. IADR-DVTs erfüllen damit alle Anforderungen an das sogenannte ALARA-Prinzip und alle 15 spezifischen Anforderungen der amerikanischen Leitlinie der AAOMR (2013).

Damit sind auch die bisherigen Bedenken der S2k-Leitlinie der DGZMK (2013) und der europäischen Leitlinie (2012) aufgrund der drastisch reduzierten effektiven Dosen der IADR-DVTs gegenstandslos geworden. Aufgrund der geringen Verbreitung dieser hochmodernen DVT-Geräte ist aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt kein routinemäßiger Einsatz bei Kindern und Jugendlichen in der Kieferorthopädie zu fordern. Dort, wo diese Technologie aber bereits vorhanden ist, sollte ihr der Vorzug vor der konventionellen digitalen 2-D-Röntgentechnik gegeben werden, weil der Informationsgehalt der IADR-DVTs um ein Vielfaches höher und die Strahlenbelastung gleich bzw. niedriger ist als bei konventionellen 2-D-Röntgenbildern.

Aufgrund der erschreckend hohen Prävalenz an prätherapeutischen peridentalen Knochenbefunden sollte die digitale Volumentomografie, bei gegebenem klinischen Verdacht und unter strenger Berücksichtigung der anfallenden Strahlenbelastung, als fester Bestandteil der modernen Kieferorthopädie angesehen werden. KN

(Literatur beim Verfasser)

* *Fa. MESANTIS 3D DENTAL-RADIOLOGIE Berlin (www.mesantis-berlin.de)*

KN Adresse

Fachpraxis für Kieferorthopädie
und CMD
Prof. Dr. Axel Bumann & Kollegen
Georgenstraße 25
10117 Berlin
Tel.: 030 200744-100
Fax: 030 200744-199
info@kfo-berlin.de
www.kfo-berlin.de

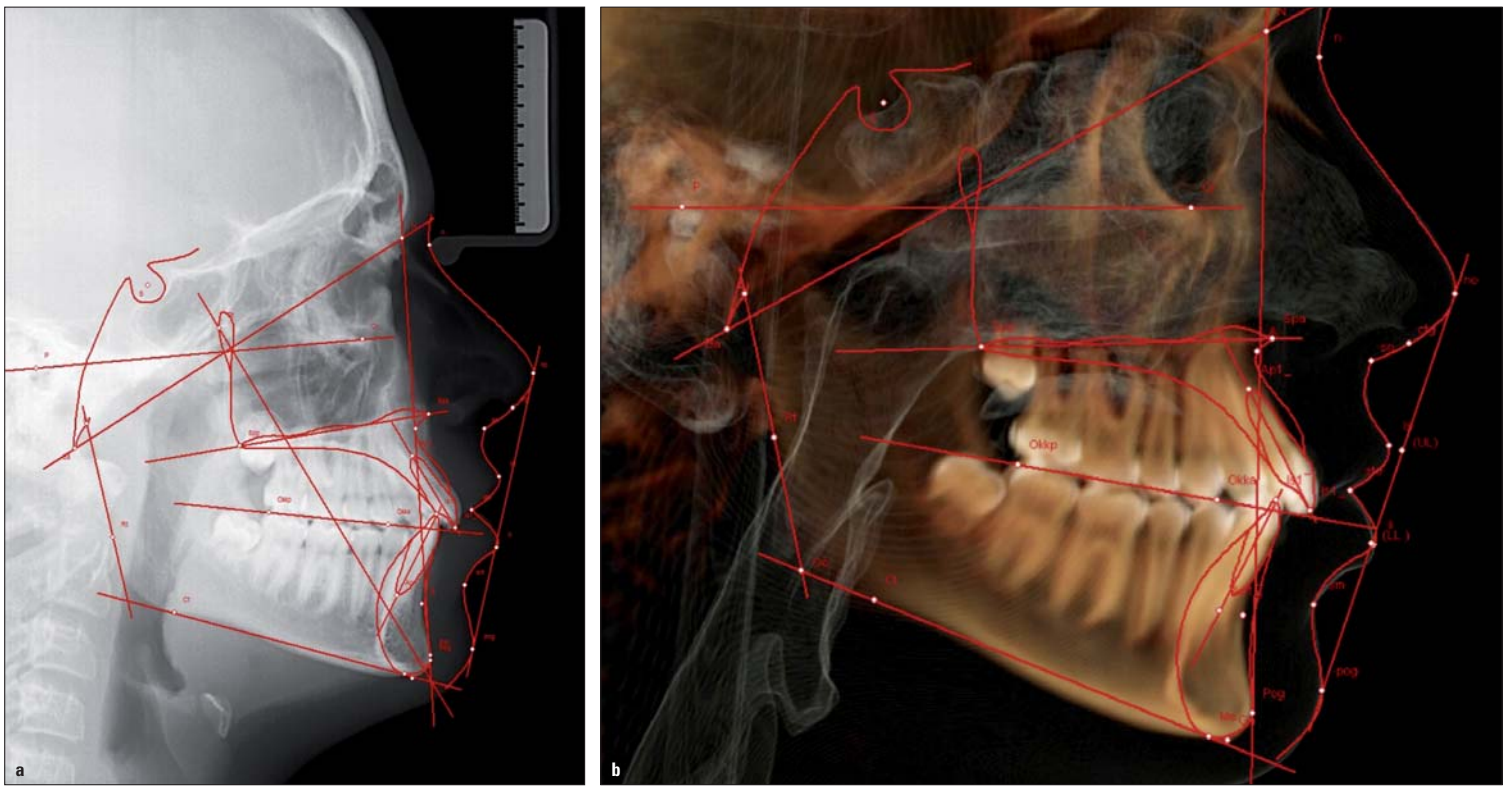


Abb. 13a: Kephalometrische Auswertung eines konventionellen digitalen seitlichen Fernröntgenbildes. – **Abb. 13b:** Kephalometrische Auswertung eines IADR-DVTs. Diese Auswertungsmöglichkeit steht ohne zusätzliche Strahlenbelastung zur Verfügung. Und obwohl dieser IADR-Datensatz nur mit einer effektiven Dosis von 24,5 µSv einherging, sind die einzelnen Strukturen deutlich besser beurteilbar als im konventionellen seitlichen Fernröntgenbild.

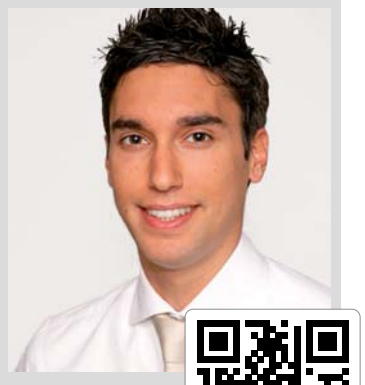
KN Kurzvita

Prof. Dr. Axel Bumann
[Autoreninfo]

Dr. Mareike Simon
[Autoreninfo]

Dr. Manlio Mandirola
[Autoreninfo]

Dr. Julia Schumann
[Autoreninfo]



Dr. Daniel Heekeren
[Autoreninfo]