

Digitale Volumentomografie in der KFO

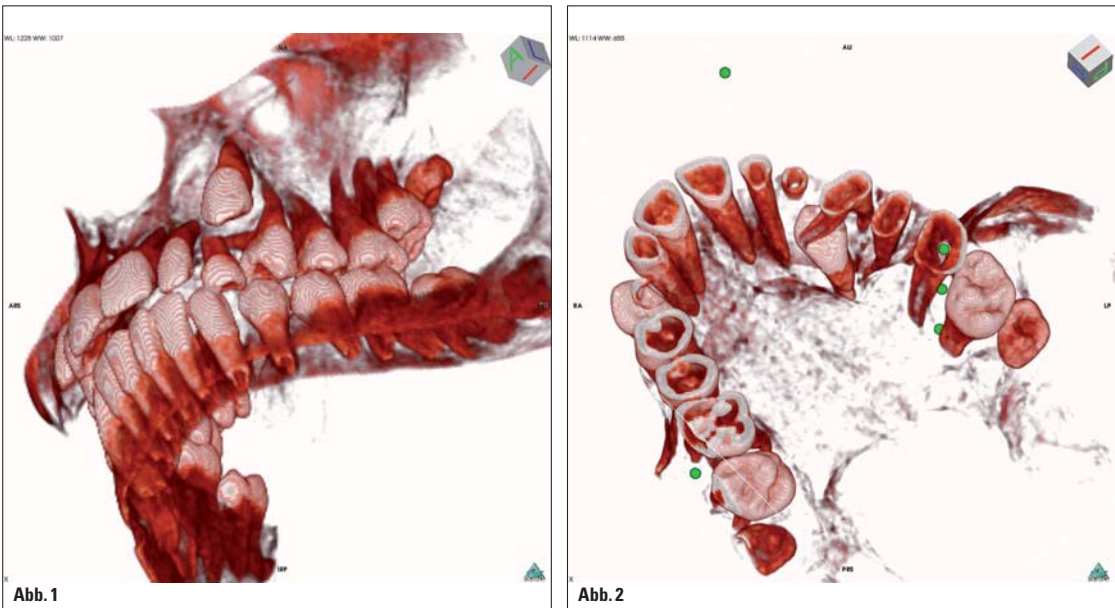


Abb. 1: Vestibulär verlagelter Eckzahn, DVT von anterior-kaudal. – Abb. 2: Gleicher Patient mit Blickwinkel von distopalatal. Es ist eindeutig zu erkennen, dass der verlagerte Eckzahn nicht von palatal eingeeordnet werden kann. Die palatale Wurzel des ersten Prämolaren liegt über der Eckzahnkrone.

Fortsetzung von Seite 1

kömmlichen Möglichkeiten mit den neuen Röntgentechniken der digitalen Volumentomografie, so sind dort plötzlich bei fast jedem erwachsenen Multibandpatienten mitunter erhebliche Wurzelspitzenresorptionen zu erkennen. Apikale Prozesse sind nicht mehr wegzudiskutieren und so manche Wurzelspitze ragt einfach aus dem umgebenden Knochenkompartiment heraus. Die Erwachsenentherapie sieht sich mit der 3-D-Betrachtung unter der DVT-Diagnostik ganz profunden Rechtfertigungszwängen ausgesetzt. Unter diesem Licht gewinnt die gerade so modern gewordene Folientechnik à la Invisalign® oder eCIGNER® an Bedeutung, da hier bei sorgsamer Anwendung mit den geringsten Nebenwirkungen zu rechnen ist. Doch bevor ich die zum Abschluss dieses Artikels aufgeführten iatrogenen Schäden der Kieferorthopädie vorstelle (Abb. 52 bis 61), ist ein kleiner Rückblick auf die historische Entwicklung der Röntgendiagnostik in der Kieferorthopädie angebracht.

Historischer Rückblick

Die Röntgendiagnostik hat in der Kieferorthopädie seit Langem einen hohen Stellenwert. So wurde schon im Jahr 1931 die Fernröntgenseitenbildanalyse von H. Hofrath¹ (Deutschland) und B. H. Broadbent² (USA) in die Kieferorthopädie eingeführt. Zur Wachstumsvorhersage nutzte J. Tanner³ seit 1962 Röntgenaufnahmen der Hand. Diese wurden in der Kieferorthopädie zur besseren Einschätzung des günstigsten Behandlungszeitpunktes verwendet. Leider mit der falschen Annahme, dass mit dem skelettalen Größenwachstum auch gleichzeitig das Kieferwachstum am größten und damit am besten zu beeinflussen sei. Jedoch nichts wächst in der Natur gleichzeitig. Vielmehr verläuft das menschliche Wachstum in Intervallen, bei denen zunächst das Kopfwachstum (Baby nach der Geburt), dann das Wachstum des Rumpfes (Baby bei der Entwicklung der Verdauungsorgane), dann der Extremitäten (Krabbel-/Laufalter), des Gesichtes (Zahnwechsel mit Kieferhöhlen und Kieferbasiswachstum), der Geschlechtsor-

gane (Pubertät) und als postpubertärer Reifungsprozess ein Festigen des Körpers in Längen- und Breitenwachstum abschließt. Selbst der ungeliebte Weisheitszahn ist ein Wachstumskeim für das späte Ausreifen der Kiefer im dorsalen Bereich. Das Fernröntgenseitenbild sollte Aufschluss über vertikales und horizontales Wachstum, die Relation der Kieferbasen zueinander und zum Schädel sowie der Inklination der Inzisiven geben. Hier glaubte man anhand von Implantatstudien an Kindern (Björk) festgestellt zu haben, dass das Kieferwachstum mit Appositions- und Resorptionsvorgängen zu beschreiben sei. Jedoch sind alle Punkte des FRS virtuell und in der Natur gar nicht dort, wo der analysierende Arzt sie zu vermuten glaubt. Auch ist es ebenso unwahrscheinlich, dass die Natur erst mit viel Mühe Strukturen aufbaut, die sie dann infolge der Entwicklung wieder mit ebenso viel Mühe abzubauen gedenkt. Vielmehr ist die Grundlage der Betrachtung des FRS als verprojizierte zweidimensionale Schädelabbildung für solche Untersuchungen völlig ungeeignet. Ein geeignetes Abbildungsverfahren hierfür wäre da z. B. die 3-D-DVT- oder die strahlenintensivere 2-D-CT-Aufnahme des Schädels. Zur Darstellung der Zähne, der Zahnentwicklung und der Kiefergelenke dient die Panoramaschichtaufnahme (OPT) heute als unverzichtbares diagnostisches Mittel in der Kieferorthopädie. Mit digitaler Technik lassen sich hier auch hervorragende Abbildungen erzeugen, die einer Zahnfilmaufnahme mitunter nicht nachstehen. Diese Technik wurde erstmals von Y. V. Paatero⁴ (Finnland) 1949 angewendet und veröffentlicht. Erst 1954 erreichte Paatero⁵ die in ihrer Grundlage heute übliche Technik, bei der durch Bewegungen des Röntgenstrahls und des Röntgenstrahlrezeptors die vorderen und dahin-



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

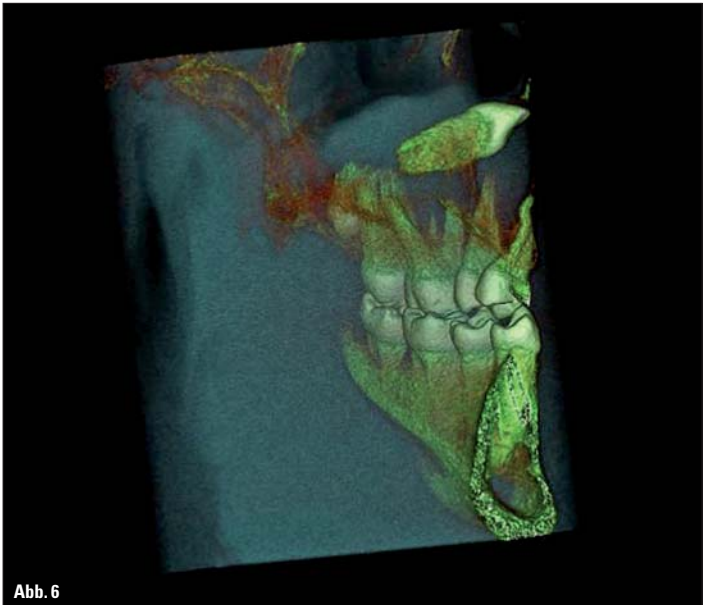


Abb. 6

Abb. 3: Radioopake Erscheinung im Bereich der linken Kieferhöhle. – Abb. 4-6: Im DVT wird der Grund der radioopaken Erscheinung in der Kieferhöhle erst deutlich sichtbar. Ein von der linken Kieferhöhle aus aufsteigender Eckzahn, dessen Krone nach kranial ragt und erst unterhalb der Orbita endet, macht die Aussicht auf eine Freilegung mit kieferorthopädischer Einordnung hoffnungslos.



Abb. 7: Halbgeteiltes DVT zur Beurteilung der verzögerten Eruption des Zahnes 23. Eine Retention liegt hier nicht vor. Geduld ist in diesem Falle der Meister.

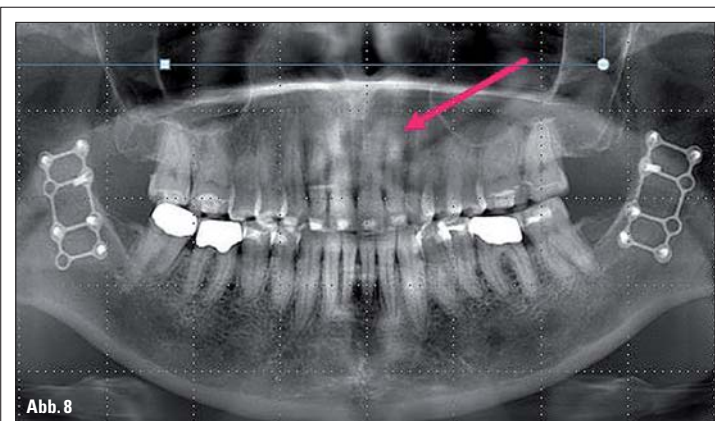


Abb. 8

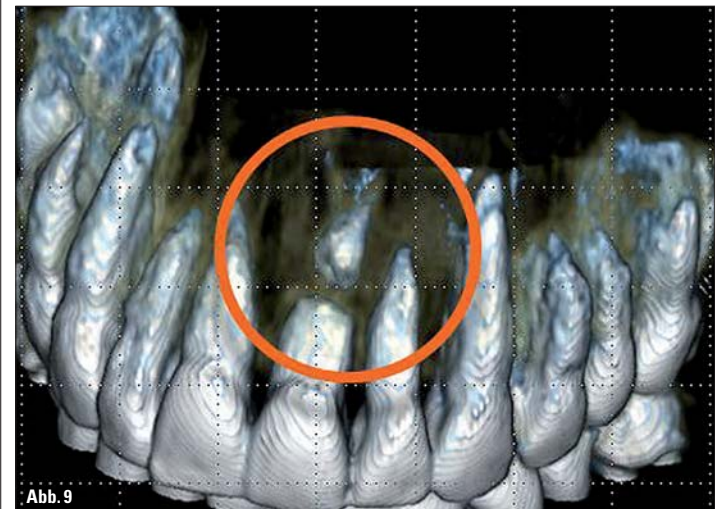


Abb. 9



Abb. 10

Abb. 8: OPT nach kieferchirurgischer Vorverlagerung des UK. Der Zahn 12 erscheint allenfalls unauffällig. – **Abb. 9, 10:** Deutlich sichtbare Wurzelfraktur des mittleren Frontzahns bei einer erwachsenen Patientin. Der Zahn zeigt immer noch Vitalität. Der Patientin ist auf die nähere Befragung hin zu diesem Trauma wieder eingefallen, dass sie im Mädchenalter mit ihrer Freundin Mohrenkopffessen gespielt hatte und sich dabei die Zähne gestoßen hatten. Der Vorfall lag über dreißig Jahre zurück und dennoch ist ihr der gebrochene Zahn erhalten geblieben.

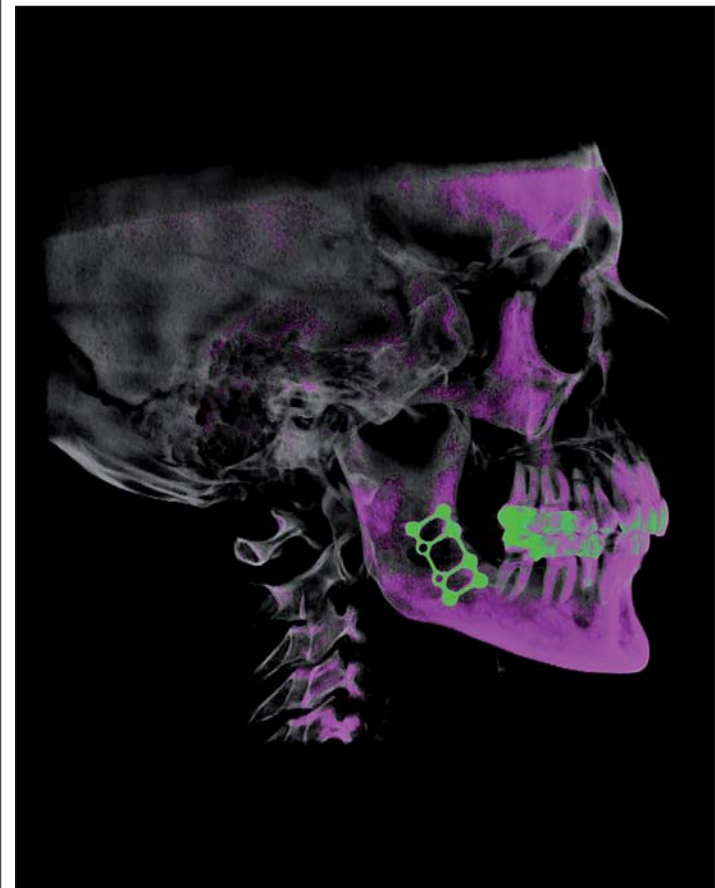


Abb. 11: Osteosyntheseplatte in Halbseitenbetrachtung mit deutlicher farblicher Hervorhebung.



Abb. 12



Abb. 13



Abb. 14

Abb. 12–14: In der Frontalansicht sind die stabilisierenden Osteosyntheseplatten sichtbar. Erst in der Ansicht von kaudal und von innen nach außen ist zu erkennen, dass der Osteotomiespalt der linken Maxillaseite noch nicht stabil ist. Mit einer Entfernung der chirurgischen Platten sollte noch gewartet werden.

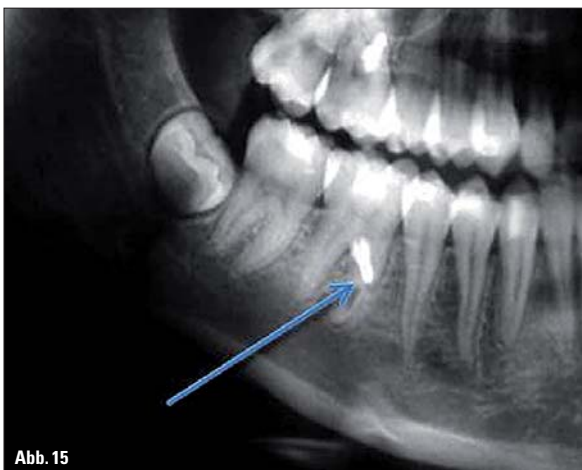


Abb. 15

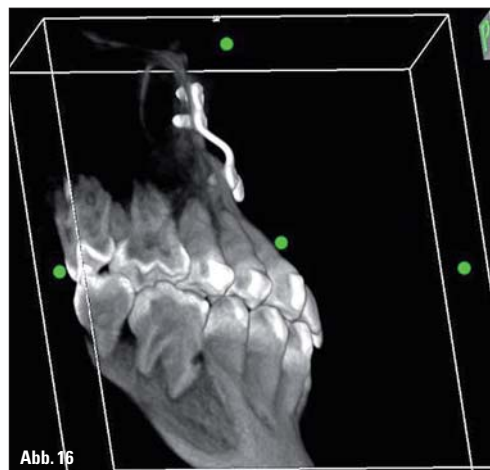


Abb. 16

Abb. 15: Ausschnitt aus einem OPT mit chirurgischer Schraube. – **Abb. 16:** DVT nach Schraubenentfernung zeigt eine Perforation der Molarenwurzel.

KN Fortsetzung von Seite 9

ter liegenden Strukturen verwischen und das Rotationszentrum mehrere Achsen entlang des Kieferkammes aufweist. Für Patienten mit Deformation des Kiefergelenkes sind in besonderen Fällen neben der Standard-Panoramiaschichtaufnahme auch noch zusätzlich Kiefergelenkaufnahmen erforderlich. Während die schon veraltete Schüller-Aufnahme eine hohe Strahlenbelastung aufweist und deren diagnostische Aussagekraft begrenzt ist, können moderne OPT-Röntgengeräte in einem speziellen Kiefergelenkmodus strahlenärmere und bessere Auf-

nahmen produzieren. Insbesondere bei Chirurgiepatienten mit Laterognathie und auch bei heranwachsenden Patienten mit hemifazialer Dyskinesie ist zur Beurteilung der Symmetrieabweichung und zur Planung eventuell vorzunehmender kieferchirurgischer Korrekturen eine posterior-anteriore Aufnahme erforderlich. Fasst man die Ergebnisse aller sechs etablierten Röntgenuntersuchungen zusammen, so kommt man zu dem Ergebnis, dass sie auch in Kombination nicht den gleichen Informationsgehalt aufweisen, der durch eine einzige DVT-Aufnahme des Schädels erreicht wird. Mit einem DTV mit

einem Untersuchungsfeld von 17 x 20 cm als Zylinder sind alle diagnostischen Möglichkeiten der oben beschriebenen herkömmlichen Aufnahmen ebenso möglich. Die FRS-Analyse wird zudem an realen Punkten vorgenommen, was ihre Plausibilität im Grunde nach rechtfertigt. Nicht hypothetische, verzerrte und vergrößerte Abbildungen dienen der diagnostischen Betrachtung, sondern reale Punkte, die von der Methode der Untersuchung nicht mehr abhängig sind. Zusätzlich gibt die DVT-Aufnahme wichtige Hinweise auf die Atemwege, die Kieferhöhlen und weiterer HNO-immanenter Befunde sowie gerade bei der Er-



Abb. 17



Abb. 18



Abb. 19

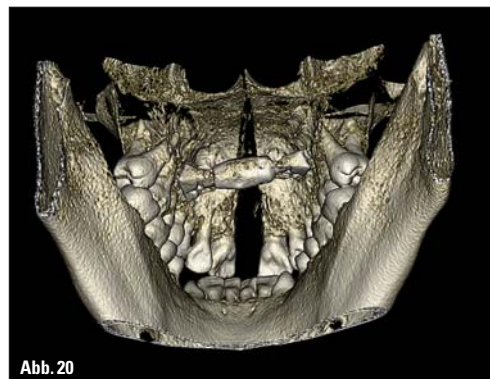


Abb. 20

Abb. 17, 18: Intraorale Fotos nach Aktivierung einer knochenfixierten Schraube zur Gaumennahterweiterung. – **Abb. 19, 20:** Erst die DVT-Aufnahme mit Sicht von distokaudal offenbart, dass sich die Gaumennaht im dorsalen Bereich gar nicht geöffnet hat. Vermutlich führte ein Ablösen der medianen Fixierpunkte zu der ungleichmäßigen Erweiterung.

wachsenkieferorthopädie eine vollständige Aussage über den Alveolarkamm in allen drei Dimensionen. Nebenwirkungen der kieferorthopädischen Therapie, wie Wurzelresorptionen oder Rezessionen des Limbus alveolaris, sind in ihrem Ausmaß erst durch eine DVT-Aufnahme (hier reicht eine Feldgröße von 80 x 120 cm) sicher diagnostizierbar. Die Honorierung der radiologischen Leistungen als Summe der einzelnen Aufnahmen entspricht in etwa der Honorierung einer einzelnen DVT-Aufnahme: Konventionelle Einzelaufnahmen: Ä5090, Ä5095 = 2x, Ä5004, 5037, PA Ä5090 mit Ä370, und je Ä5298 dig. Zuschlag = 253,84 € // DVT: Ä5370, Ä5377 = 253,84 €). Die Strahlenbelastung aller Einzelaufnahmen im analogen wie im digitalen Verfahren dürfte die Strahlenbelastung einer einzigen DVT-Aufnahme (40–100 Mikrosievert biologische Dosis) weit überschreiten (ein OPT hat ca. 40ms).

Indikationen der DVT im KFO-Bereich

Die wohl naheliegendste und typischste kieferorthopädische Indikation zur Herstellung einer DVT-Aufnahme dient zur Feststellung verlagelter Zähne. Insbesondere die häufig verlagerten oberen Eckzähne bedürfen einer besseren Einschätzung, ob diese eher palatinal

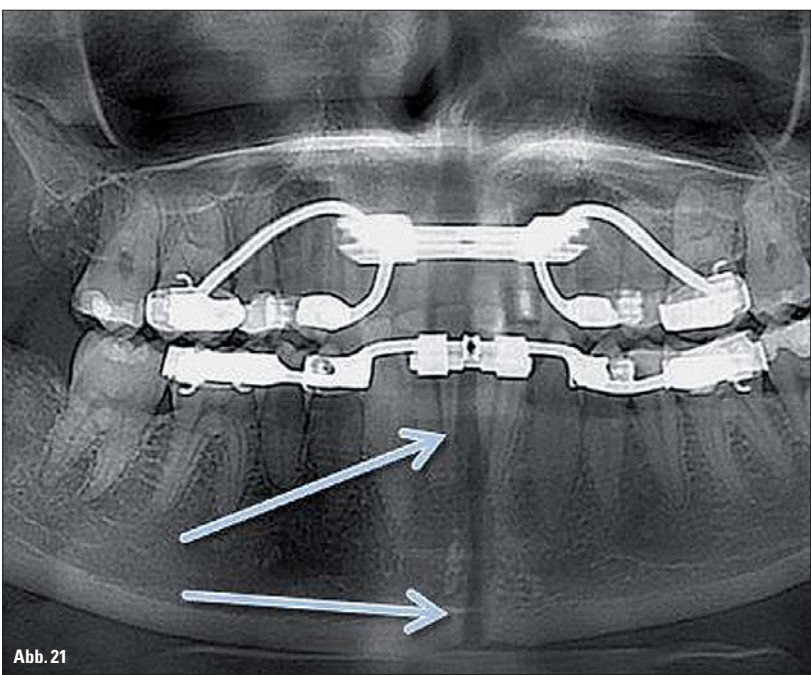
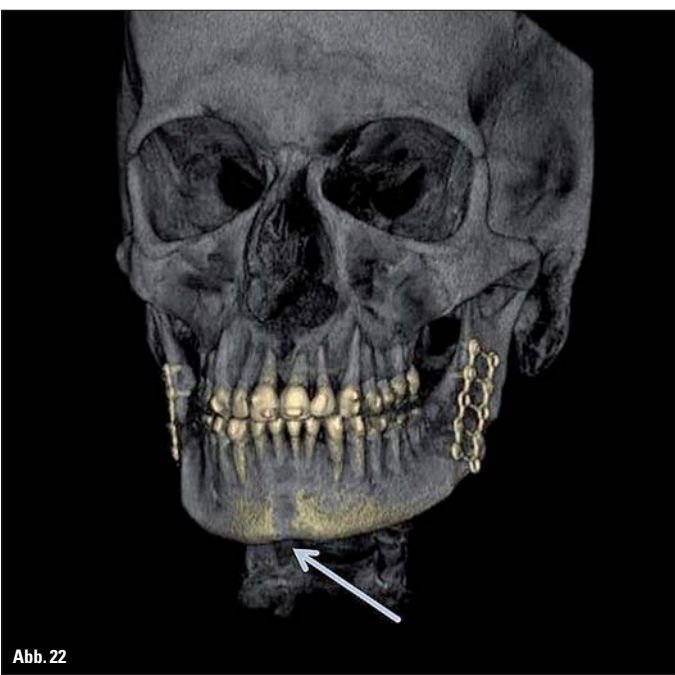


Abb. 21: OPT-Ausschnitt unmittelbar nach Distraktionsosteogenese im UK und Gaumennahterweiterung im OK. Die Knochenspaltbildung ist gut sichtbar. – Abb. 22: Bei der Kontrolle der darauffolgenden Unterkieferverlagerung ist auch der Erfolg der Distraktionsosteogenese sichtbar. Neuer Knochen hat sich im Distraktionsspalt gebildet.



oder eher vestibulär verlagert sind (Abb. 1, 2). Danach richtet sich auch oft das weitere Prozedere, entweder einer palatinalen oder einer vestibulären Freilegung zur Einordnung der Zähne. Oder der Zahn ist derart ungünstig verlagert, dass nur noch eine Osteotomie oder ein Belassen der Zähne infrage kommt (Abb. 3–6). Auch die Fragestellung, ob ein noch nicht durchgebrochener Eckzahn sich von allein einstellen kann oder eine chirurgische Unterstützung braucht, kann mit einer

DVT-Aufnahme geklärt werden (Abb. 7). Zahnfrakturen, die in der Panoramaschichtaufnahme nicht ohne Weiteres zu diagnostizieren sind, können mit der DVT-Aufnahme eindeutig nachgewiesen werden (Abb. 8–10). Zur Planung und nachfolgenden Kontrolle kombinierter kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Fälle ist die DVT-Aufnahme eine sehr hilfreiche Unterstützung (Abb. 11). Es ist mit besserer Sicherheit bestimmbar, ob die stabilisierenden Osteosynthese-

platten schon entfernt werden können oder ob es besser ist, diese aufgrund noch unvollständiger Knochenneubildung für Weiteres in situ zu belassen (Abb. 12–14). Chirurgische Traumata, wie Perforationen der Zahnwurzel, sind ebenso nachweisbar (Abb. 15, 16). Die Kontrolle des Osteosynthespaltes bei forcierter Gaumennahterweiterung (Abb. 17–20) oder auch bei Distraktionsosteogenese im UK ist in der 3-D-Ansicht mittels DVT in exakter Weise gegeben (Abb. 21, 22).

Zur Kontrolle der Atemwege bei verengtem Kiefer mit Kreuzbiss infolge hypertrophierter adenoider Wucherung ist das DVT bestens geeignet (Abb. 23–25). Es können Rückschlüsse über das Ausmaß der Atemwegverengung getroffen werden. Die engste Stelle der Atmung befindet sich nicht, wie die meisten vermuten, im Bereich der Nasenscheidewand, sondern im Bereich des oberen Drittels der Gaumenmandeln und wurde

Fortsetzung auf Seite 12 KN

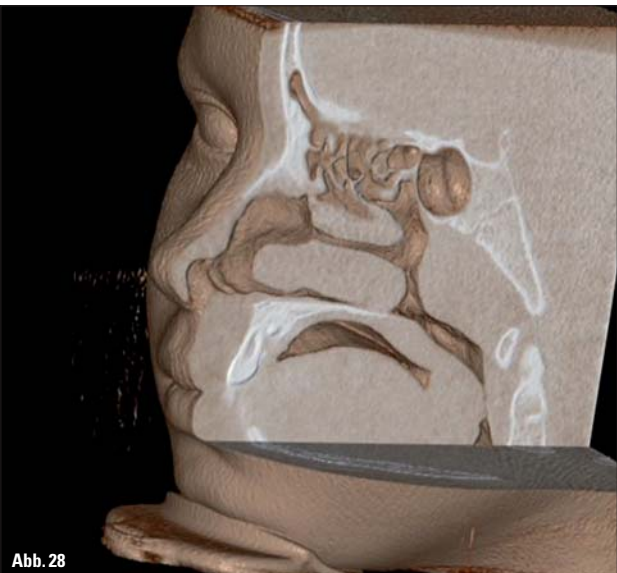
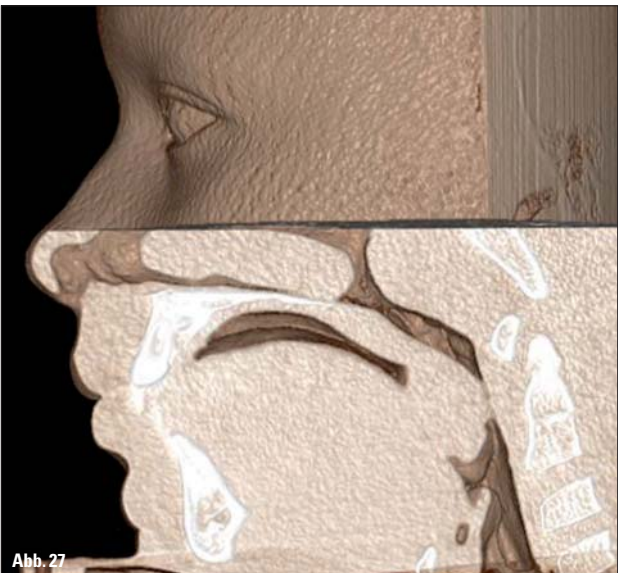
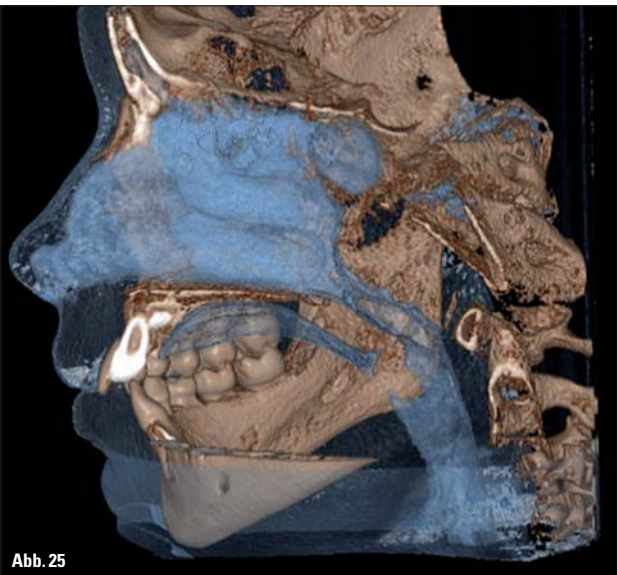


Abb. 23: DVT-Ausschnitt einer jungen Patientin mit seitlichem Kreuzbiss. – Abb. 24: Das DVT zeigt die sagittale Schnittebene paramedian durch die deutlich vergrößerten und die Atemwege verengenden Tonsillen. – Abb. 25: 3-D-Darstellung der Atemwege und skelettalen Strukturen. Die Atemwegsobstruktion durch die hypertrophierten Tonsillen ist in plastischer Weise deutlich sichtbar. – Abb. 26: Horizontale Schnittebene durch die engste Stelle der Atemwege im Pharynx. Der Isthmus tonsillaris polzari kann mit der WhiteFox4 Software sehr schnell und einfach vermessen werden. Die Patientin hat an der engsten Stelle lediglich 39,39mm² in sitzendem Zustand zur Atmung zur Verfügung. Dies entspricht einem Strohhalm von ca. 7mm Durchmesser und kann als massive Atemwegsstörung gewertet werden. – Abb. 27, 28: 3-D-Einschnittdarstellung zur besseren plastischen Hervorhebung der Atemwegsobstruktion.

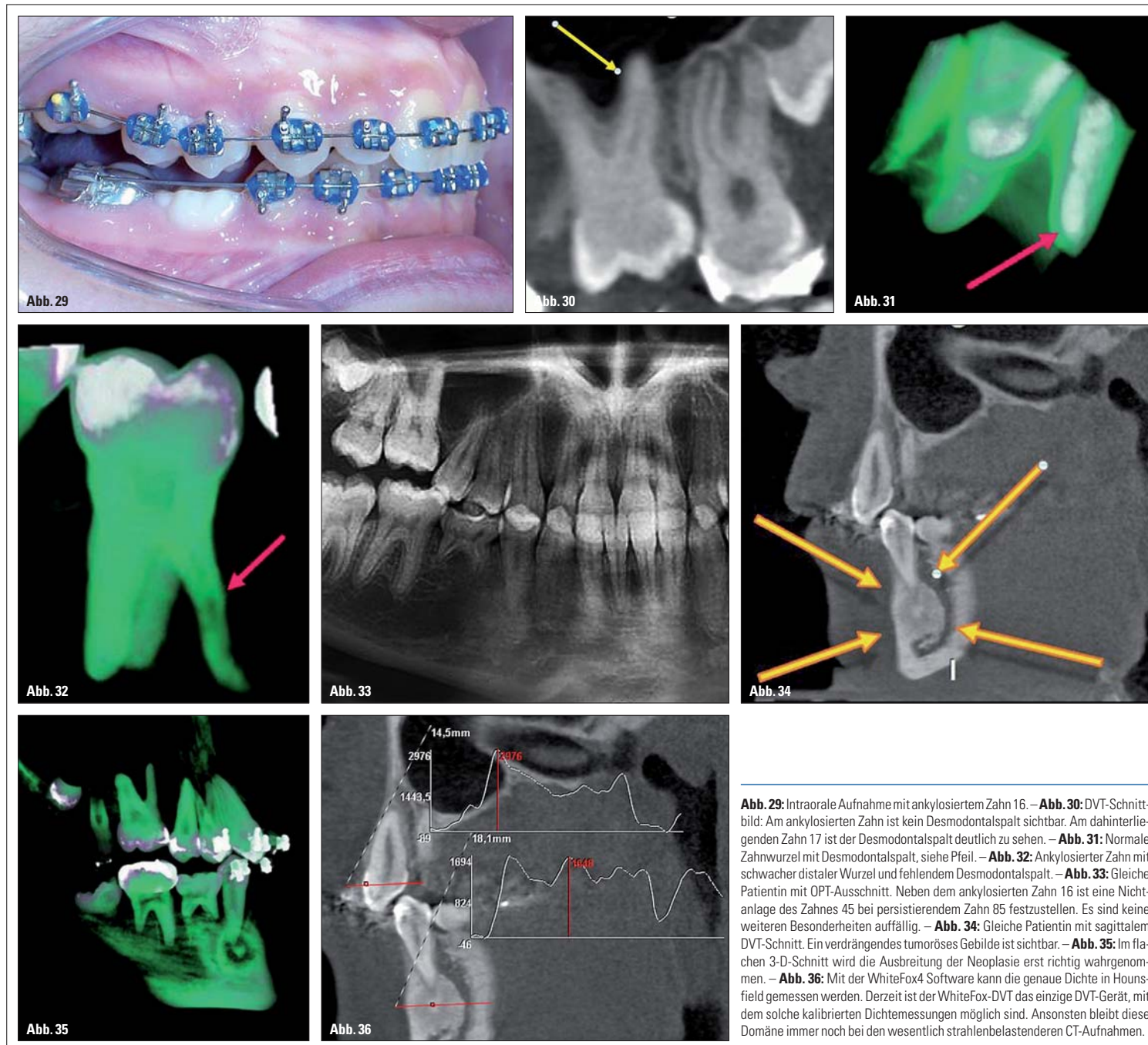


Abb. 29: Intraorale Aufnahme mit ankylosiertem Zahn 16. – **Abb. 30:** DVT-Schnittbild: Am ankylosierten Zahn ist kein Desmodontalspalt sichtbar. Am dahinterliegenden Zahn 17 ist der Desmodontalspalt deutlich zu sehen. – **Abb. 31:** Normale Zahnwurzel mit Desmodontalspalt, siehe Pfeil. – **Abb. 32:** Ankylosierter Zahn mit schwacher distaler Wurzel und fehlendem Desmodontalspalt. – **Abb. 33:** Gleiche Patientin mit OPT-Ausschnitt. Neben dem ankylosierten Zahn 16 ist eine Nichtanlage des Zahnes 45 bei persistierendem Zahn 85 festzustellen. Es sind keine weiteren Besonderheiten auffällig. – **Abb. 34:** Gleiche Patientin mit sagittalem DVT-Schnitt. Ein verdrängendes tumoröses Gebilde ist sichtbar. – **Abb. 35:** Im flachen 3-D-Schnitt wird die Ausbreitung der Neoplasie erst richtig wahrgenommen. – **Abb. 36:** Mit der WhiteFox4 Software kann die genaue Dichte in Hounsfield gemessen werden. Derzeit ist der WhiteFox-DVT das einzige DVT-Gerät, mit dem solche kalibrierten Dichtemessungen möglich sind. Ansonsten bleibt diese Domäne immer noch bei den wesentlich strahlenbelastenderen CT-Aufnahmen.

KN Fortsetzung von Seite 11

erstmals vor acht Jahren vom Autor beschrieben (Abb. 26). Dieser Isthmus tonsillaris polzari kann mit geeigneter Softwareunterstützung an seiner engsten Stelle vermessen werden. Die Aufnahmen erleichtern dem HNO-Arzt die Entscheidung zur Tonsillotomie oder auch bei chronisch entzündeter Dysplasie zur Tonsillektomie (Abb. 27, 28).

Bewegt sich ein Zahn nicht in der vorgesehenen Weise und bleibt an seiner Stelle stehen, so kann die DVT-Aufnahme eine Ankylose des Zahnes sichtbar machen (Abb. 29–33). Auch hier erleichtert der röntgenologisch sichtbare Befund des fehlenden Alveolarspalt des Kieferorthopäden die Entscheidung zum weiteren notwendigen Prozedere. Dysplastische Neubildungen im Kiefer, Tumore, Osteome oder

Zementome sind in Form und Umfang oft erst im DVT sichtbar (Abb. 33, 34). Die standardmäßig durchgeführten OPT-Aufnahmen sind hier der DVT-Aufnahme weit unterlegen (Abb. 35). Bei kalibrierbaren DVT-Geräten, wie dem WhiteFox*, kann die Ermittlung der Gewebedichte Aufschluss über die Neoplasie geben (Abb. 36). Nichtanlagen mit persistierenden Milchzähnen und Positions-

verschiebungen oder Verlagerungen von bleibenden Eckzähnen bei OK-Frontzahnaplasien bergen oft die Gefahr, dass der verlagerte Eckzahn mit seiner Krone die davor liegenden Frontzahnwurzeln angreift (Abb. 37, 38). Hier ist die DVT eine wichtige Entscheidungsgrundlage für das weitere kieferorthopädische Vorgehen.

Fortsetzung in KN 5/14 KN

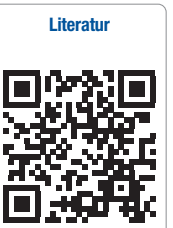


Abb. 37



Abb. 38

Abb. 37: DVT-Lateralansicht einer Transposition des Zahnes 13 zwischen den Prämolaren mit beginnender Wurzelresorption am vorderen Prämolaren 14. – **Abb. 38:** DVT in 3-D-Farbansicht, wie Abbildung 37.



KN Kurzvita



Dr. Gerhard Polzar
[Autoreninfo]



Dipl.-Inform. Frank Hornung
[Autoreninfo]



KN Adresse

Dr. med. dent. Gerhard Polzar
Fachzahnarzt für Kieferorthopädie
Funktionsdiagnostik und -therapie
Vogelsbergstraße 1+3
63654 Büdingen
Tel.: 060 422221
Fax: 060 422223
dr-polzar@gmx.de
www.zahnspange-kieferorthopaedie.de

KN Adresse*

Acteon Germany GmbH
Industriestraße 9
40822 Mettmann
Tel.: 02104 956510
Fax: 02104 956511
info@de.acteongroup.com
http://de.acteongroup.com

KN Adresse

DORNMEDICAL GmbH
Olberhauer Str. 22
09125 Chemnitz
Tel.: 0371 517636
Fax: 0371 517627
info@dornmedical.de
www.dornmedical.de

Ihr Adenta Effekt EINFACH NUR EINFACH!

ACCURATE BRACKET POSITIONER™ Bracketpositionierung ohne Set-Up!



4time LABTEC



- ✓ Positionierung der Brackets **direkt am Malokklusionsmodell**
- ✓ In **30 - 45 Minuten** pro Kiefer
- ✓ Torque, Angulation, IN/OUT, Rotation, Intrusion, Extrusion **individuell** in einzelnen Grad- und Millimeterschritten einstellbar
- ✓ **Kompatibel mit allen** Lingualen und vestibulären Brackets

Mit dem Accurate Bracket Positioner™ können linguale Brackets einfach, schnell und sicher im eigenen Labor dreidimensional direkt am Malokklusionsmodell eingestellt werden. Bei 30-45 Minuten je Kiefer bietet dieses Verfahren nicht nur eine herausragende Präzision in der Bracketpositionierung, sondern reduziert deutlich die sonst üblichen hohen Kosten für die Lingualtechnik. Auch können die gewohnten labialen Werte, wie z. B. ROTH oder MBT, direkt auf die linguale Apparatur übertragen werden. Selbst unerfahrene Behandler oder Techniker können somit einfach und sicher linguale Apparaturen erstellen und einsetzen. Ein weiterer Grund, mit der Lingualtechnik zu beginnen.

Lernen Sie den ABP™ LIVE im Hands-On Kurs kennen!

16. + 17. Mai 2014

in der Poliklinik der LMU München

Weitere Informationen unter info@adenta.com!



Bringing German Engineering to Orthodontics

