

# DVT – Für & Wider aus Sicht des Anwenders (5)

Nachdem sich die ersten vier Teile dieser Serie mit den hohen forensischen, datenschutz-, computer- und medizinprodukttechnischen Anforderungen sowie betriebswirtschaftlichen Risiken – insbesondere bedingt durch die hohen versteckten sekundären Kosten beim gesetzes- und richtlinienkonformen Betrieb eines DVT-Scanners – beschäftigt haben, soll nun die praxisingerechte Aufarbeitung der DVT-Daten im Vordergrund stehen. Von Prof. Dr. Axel Bumann, Vincent Richter, Margarita Nitka und Prof. Dr. James Mah.

## Digitale Volumentomografie – praxisingerechte KFO-Reporterstellung

Um einen 3-D-Datensatz einer DVT medizinisch sinnvoll für die kieferorthopädische Behandlungsplanung nutzen zu können, ist eine spezifische Aufbereitung durch eine/n DVT-Spezialistin/-en im Sinne

nur über eine eingeschränkte Aussagekraft. Die Fehler variieren mit der Größe und Form der knöchernen Strukturen. Asymmetrien im Bereich der aufsteigenden Äste sind in einer Panoramaschichtaufnahme ebenfalls nicht eindeutig zu beurteilen. Darüber hinaus ist die Aussagekraft einer Panoramaschichtaufnahme hin-

4. Die Beurteilung der Achsenstellung der Zähne ist absolut unzuverlässig (McKee et al. 2002, Peck et al. 2007).
5. Apikale Veränderungen können sowohl in Panoramaschichtaufnahmen als auch in Zahnfilmen nicht sicher beurteilt werden, da 34 % nicht erkannt werden (Low et al. 2008).

lagerungen durch kontralaterale Strukturen oder die Halswirbelsäule (Huang et al. 2005). Es ist sowohl eine Panoramansicht von vestibulär als auch von lingual möglich. Bei einem großem Overjet ist in einer konventionellen Panoramaschichtaufnahme ohnehin keine vernünftige Darstellung der oberen und unteren Frontzähne in einer einzigen Aufnahme möglich. Für die medizinisch sinnvolle Darstellung der Fronten sind in diesem Fall zwei Schichtaufnahmen – einmal für den Oberkiefer und einmal für den Unterkiefer – erforderlich, die sich problemlos aus einem DVT-Datensatz generieren lassen.

### DVT-generierte „Fernröntgenbilder“

Die Qualität konventioneller seitlicher oder frontaler Fernröntgenbilder hängt in hohem Maße vom Abstand der Anode zum Film ab. Dieser Abstand bestimmt den Vergrößerungsfaktor der Aufnahme. Eingebaute Maßstäbe in der Medianebene täuschen nur eine Pseudogenauigkeit vor, da beispielsweise der rechte und linke aufsteigende Ast eines Patienten außerhalb dieser Schicht liegen und zudem noch unterschiedlich vergrößert werden. Aus einem einzigen DVT-Datensatz kann sowohl eine seitliche als auch eine frontale Fernröntgenaufnahme ohne die Nachteile der herkömmlichen Fernröntgenaufnahmen generiert werden (Abb. 2). Der Patient muss dafür nicht einer zusätzlichen Strahlenbelastung ausgesetzt werden. Selbstverständlich ist auch die Darstellung jeder erdenklichen Zwischenposition (Abb. 3) oder der isolierten Weichteile (Abb. 4) möglich. Fehlpriorisierungen bei der Durchführung der Röntgenaufnahme können im Falle einer DVT jederzeit nachträglich korrigiert werden. Dies ist bei den bisherigen Fernröntgenbildern nicht möglich. Zudem sind wichtige Referenzpunkte, wie z. B. Porion und Condylare, im seitlichen Fernröntgenbild nicht zuverlässig zu bestimmen (Adenwalla et al. 1988). Im Gegensatz dazu zeigen zahlreiche wissenschaftliche Studien, dass ein DVT konventionelle Fernröntgenaufnahmen erfolgreich ersetzen kann (Adams et al. 2004, Cattaneo et al. 2008, Muramatsu et al. 2008, Periagio et al. 2008, Stratemann et al. 2008, Brown et al. 2009). Darüber hinaus gibt es auch schon 3-D-Analysen (Abb. 5a, b), die erstmalig das gesamte Potenzial einer 3-D-Aufnahme richtig ausschöpfen (Bumann et al. 2009, Cho et al. 2009).

### Impaktierte Eckzähne

Die Diagnostik von verlagerten Eckzähnen ist eine der Domänen der DVT. Um das diagnostische Potenzial der DVT voll ausnutzen zu können, sollte von der/dem DVT-Spezialistin/-en immer ein Eckzahnreport mit drei ver-

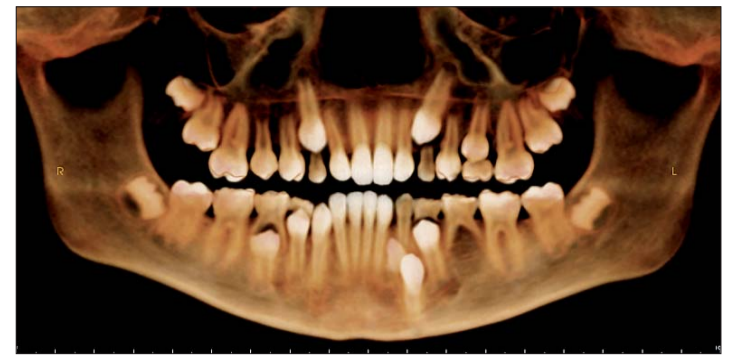


Abb. 1: Panoramaschichtaufnahme, die aus einem DVT generiert wurde. Es gibt keine Distorsionen, Vergrößerungsfaktoren und Überlagerungen.

- schiedenen Darstellungen erstellt werden (Abb. 6a-c):
- 3-D-Rendering aus drei Betrachtungsrichtungen
- Sagittale Cross Sections der Frontzähne zur Beurteilung des vestibulären Knochen-

- angebotes für den Fall der eventuell erforderlichen Lückenöffnung
- Axiale Schichten zur Beurteilung etwaiger Wurzelre-

Fortsetzung auf Seite 8

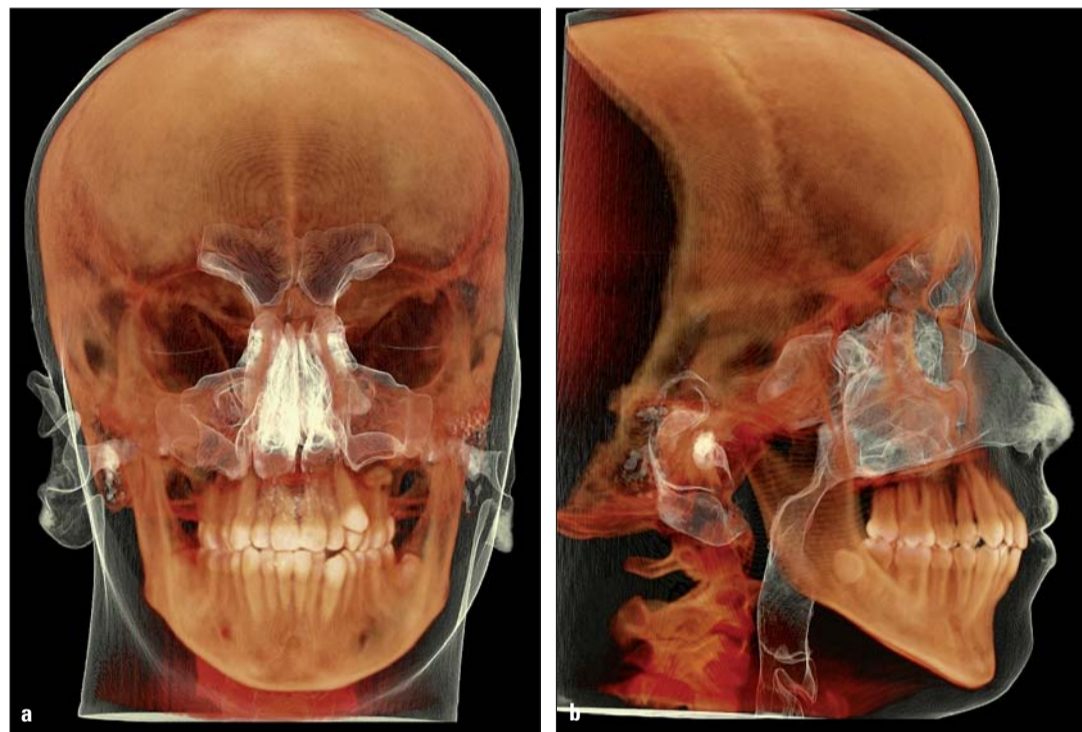


Abb. 2a, b: Frontale (a) und seitliche Schädeldarstellung (b) aus einem DVT-Datensatz ohne Vergrößerungsfaktoren.

eines sogenannten kieferorthopädischen Reports (KFO-Report) erforderlich. Im Folgenden soll die spezifische Aufbereitung der Daten für die Kieferorthopädie und die sich daraus ergebenden, signifikant verbesserten diagnostischen Möglichkeiten dargestellt werden.

### DVT-generierte Panoramaschichtdarstellung

Eine konventionelle Panoramaschichtaufnahme verfügt bekanntermaßen wegen der vorhandenen Distorsionen und Vergrößerungsfaktoren

sichtlich zahlreicher weiterer Parameter sehr eingeschränkt:

1. Die Relation der Weisheitszähne zum N. alveolaris inferior kann in 34 % der Fälle nicht korrekt beurteilt werden (Bell 2003).
2. Eine zuverlässige Beurteilung der Kiefergelenke ist aufgrund von 45 % falschen Befunden nicht möglich (Honey et al. 2007).
3. Palatinal verlagerte Eckzähne können in 37 % der Fälle nicht korrekt beurteilt werden (Armstrong et al. 2003).

6. Endodontologen übersehen in Panoramaschichtaufnahmen bzw. Zahnfilmen in 40 % der Zähne mindestens einen Kanal (Matherne et al. 2008).

Sämtliche Studien belegen, dass der langjährig hochstilisierte Goldstandard „Panoramaschichtaufnahme“ einem „Goldstandard“ nicht annähernd gerecht wird. Die aus einem DVT generierten Panoramansichten weisen keinerlei Distorsionen und Vergrößerungsfaktoren auf (Abb. 1). Außerdem gibt es keine Über-

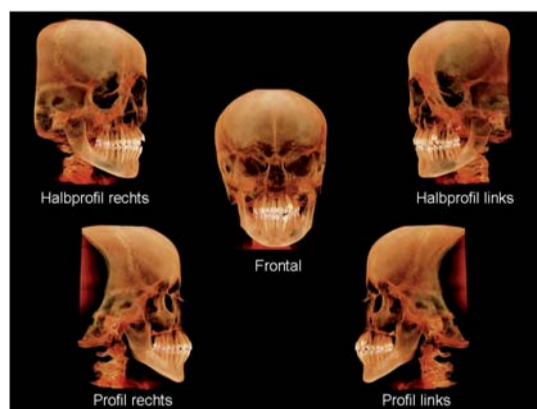


Abb. 3: Standardisierte Darstellung des knöchernen Schädels für die dreidimensionale kieferorthopädische Behandlungsplanung.

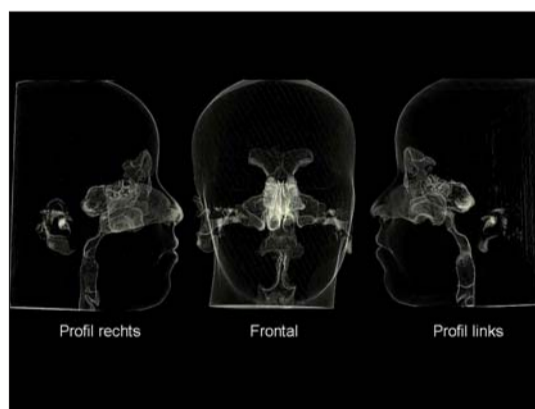


Abb. 4: Isolierte 3-D-Weichteildarstellung aus einem DVT-Datensatz.

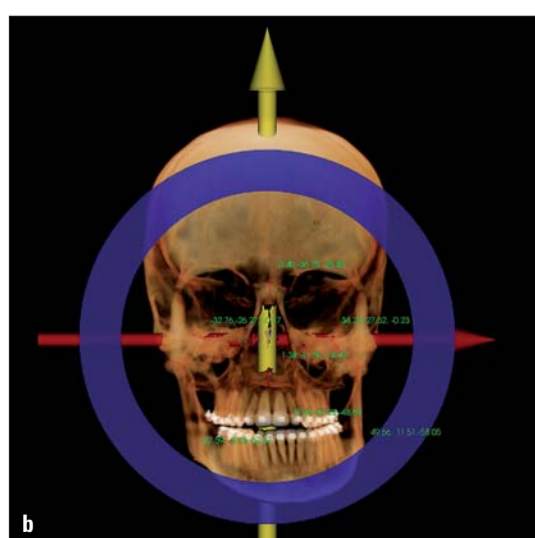
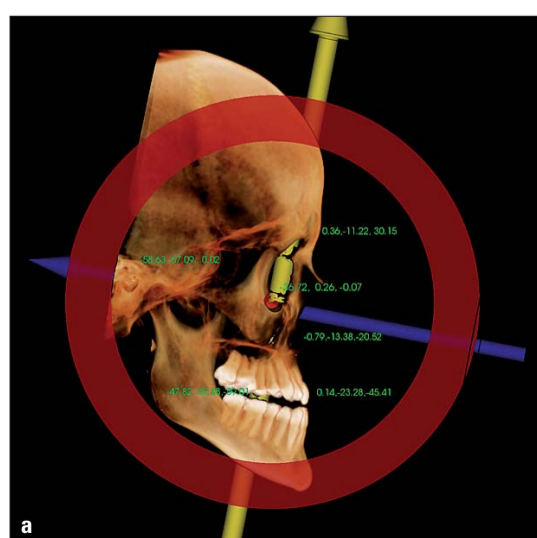


Abb. 5a, b: Essenzielle Voraussetzung für eine sinnvolle kephalometrische 3-D-Analyse ist die Reorientierung des Datensatzes in allen drei Ebenen. Anschließend kann jeder Punkt mit seinen drei Koordinaten erfasst und tabellarisch dargestellt werden.

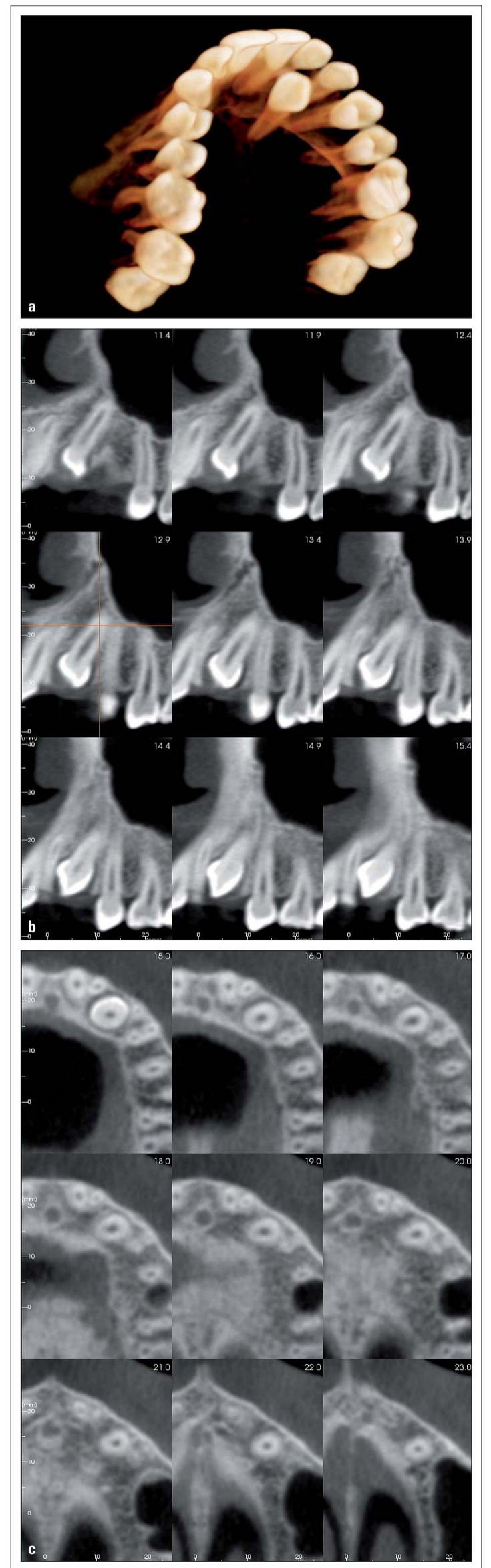


Abb. 6a-c: Standardisierter Eckzahnreport mit 3-D-Rendering (a), sagittalen (b) und axialen Schichten (c).

www.linudent.de

**Microsoft®**  
**GOLD CERTIFIED**

Partner



## Weil Liebhaberstücke Zeit und Geld kosten: Steigen Sie jetzt um auf digitales Röntgen.

Blicken Sie in die Zukunft. Mit hochauflösenden Röntgenbildern in 2-D und 3-D von MORITA Einfach per Knopfdruck auf Ihrem Bildschirm. Für perfekte Diagnosen und zufriedene Patienten. Als unabhängiger Komplettanbieter für digitale Praxislösungen liefern wir Ihnen alles, was Sie dazu brauchen. Beratung, Installation und Wartung. Herausragende Technologie, Kleinbildröntgen und Nachrüstsätze. Faire, individuelle Finanzierungsangebote für Miete, Kauf oder Leasing. Und eines können wir Ihnen jetzt schon versichern: Es wird Liebe auf den ersten Klick: [www.linudent.de](http://www.linudent.de)



Software

Hardware

Digitales Röntgen

Service

Fortbildung

Alles kann so einfach sein.

**LinuDent - KFO**

powered by PHARMATECHNIK

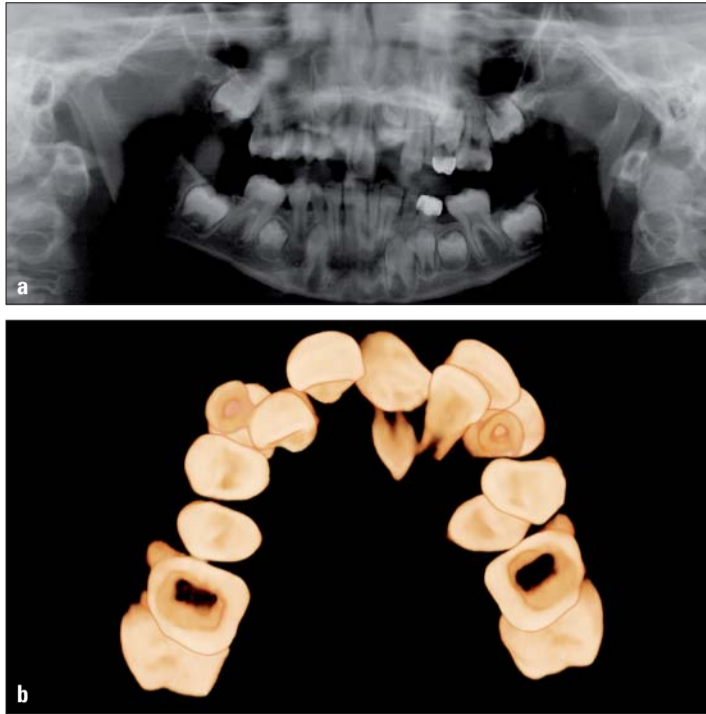


Abb. 7a, b: Typische Darstellung zweier Mesiodentes im konventionellen OPG ohne wesentliche diagnostische Aussagekraft (a) und im eindrucksvollen 3-D-Rendering nach Bearbeitung des DVT-Datensatzes mit der Software „MESANTIS-3D“ (b).

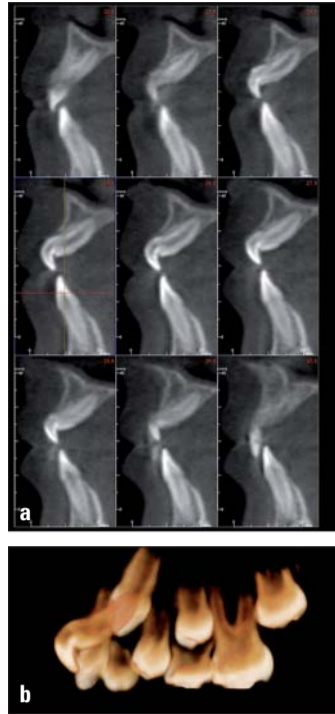


Abb. 8a, b: Darstellung eines oberen Frontzahnes mit Wurzelanomalie in sagittalen Einzelschichten (a) und im 3-D-Rendering (b). Diese Wurzelanomalie wäre in konventionellen Röntgenaufnahmen nicht darstellbar.

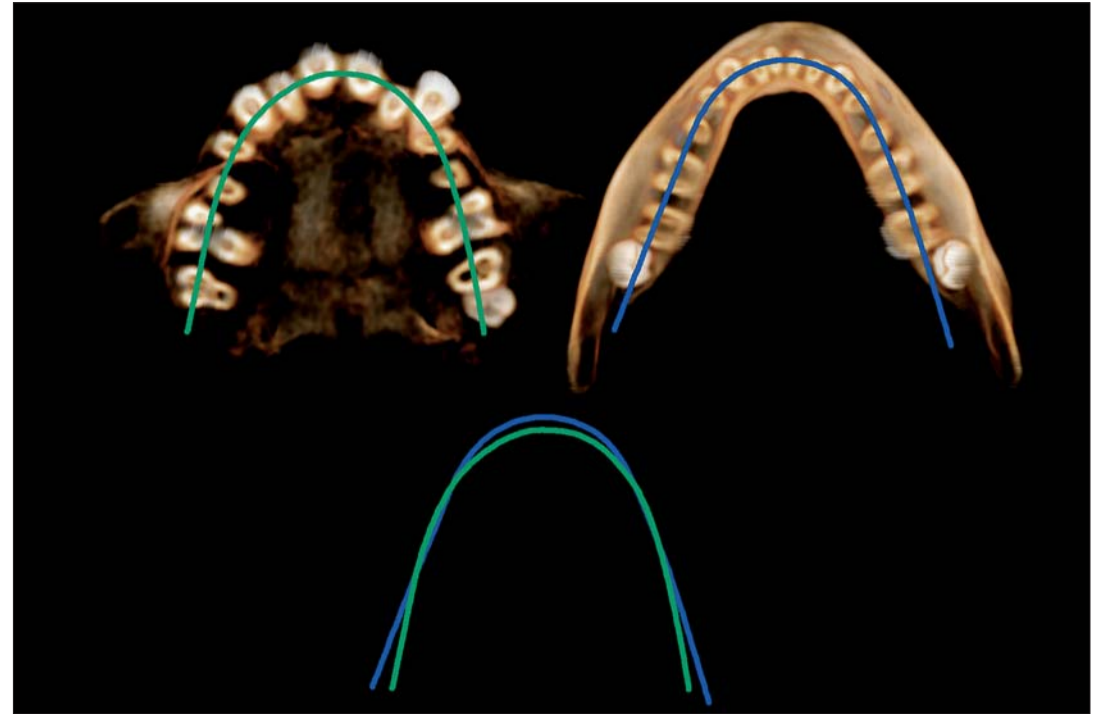


Abb. 9: Bestimmung der alveolarfortsatzbezogenen Bestimmung der Zahnbogenform, um die Zahnwurzeln nicht außerhalb des individuellen Knochenangebotes zu positionieren.

#### Fortsetzung von Seite 6

sorptionen der benachbarten Zähne.

Durch die neuen Möglichkeiten der DVT sind Computertomografien (CTs) zur Diagnostik von impaktier-

ten Eckzähnen nicht zuletzt wegen des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable) bei Anwendung

von ionisierenden Strahlen obsolet. Wer heutzutage noch CTs zur Knochendiagnostik im kraniofazialen Be-

reich anwendet, verstößt gegen § 2c der Röntgenverordnung und setzt sich forensisch dem Vorwurf der Körperverletzung aus.

transversalen Defiziten ist die am häufigsten durchgeführte kieferorthopädische Behandlungsmaßnahme in der täglichen Praxis. Dafür sind zuverlässige Informationen – vor allen Dingen

über das vestibuläre Knochenangebot – von fundamentaler Bedeutung. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass 40 bis 75 Prozent der Patienten im klassischen kieferorthopädischen Alter zwischen 11 und 13 Jahren bereits vestibuläre Knochendefizite im Unterkiefer aufweisen (Bumann et al. 2009). Andere Studien deuten darauf hin, dass kieferorthopädische Behandlungen mit selbstligierenden Brackets zu einer deutlichen Verschlechterung der vestibulären Knochenverhältnisse führen (Carlsson und Thorgeirsson 2007, Cattaneo et al. 2009, Paventy 2009). Cross Sections von allen bei einer Expansion oder Protrusion betroffenen Zähnen sind daher obligat (Abb. 10a, b).

#### Knochenangebot bei Lückenschluss

Ein Lückenschluss nach frühzeitigem Molarenverlust oder bei Nichtanlage eines Zahnes stellt eine weitere kieferorthopädische Herausforderung dar. Für einen erfolgreichen Lückenschluss ohne Gingivarezessionen kommt es in erster Linie auf das vertikale und transversale Knochenangebot im Bereich der Lücke an. Dies kann am besten mit sagittalen und transversalen Sections der Lückenregion beurteilt werden (Abb. 11). Zudem kann auch die Breite des zu bewegenden Zahnes und die Breite des vorhandenen Knochenangebotes quantitativ erfasst werden.

#### Planung von Verankerungspins

Der Einsatz von kieferorthopädischen Verankerungspins erfreut sich in der modernen KFO zunehmender Beliebtheit, da sie auf sehr einfache Art und Weise eine signifikante Verbesserung der kieferorthopädischen Verankerung erlauben. Untersuchungen von Kuroda und Mitarbeitern haben gezeigt, dass für eine hohe Erfolgsrate bei der Verwendung von Verankerungspins ein ausreichender Abstand von der Wurzel von eminenter

#### Oligo- und Hypodontie

Die häufigste Form von überzähligen Zähnen ist die Anlage eines Mesiodens. Diese Anlagen sind meistens so versteckt, dass sie in einer Panoramaschichtaufnahme nur sehr schwer mit hinreichender Genauigkeit lokalisiert werden können. Der ohnehin für die kieferorthopädische Behandlungsplanung vorliegende DVT-Datensatz ist auch in diesen Fällen extrem hilfreich, da die spezifische Aufarbeitung des Datensatzes durch die DVT-Spezialistin dem Kieferorthopäden und Oralchirurgen eine klare Vorstellung von der Lage des Mesiodens gibt (Abb. 7a, b).

#### Zahnwurzelanomalien

Zahnwurzelanomalien sind wegen ihrer Komplexität in der Regel in konventionellen Röntgenbildern nur schlecht auszumachen. Die dreidimensionale Darstellung der individuell interessierenden Schichten ermöglicht eine exakte Diagnostik und demzufolge auch eine zielgerichtete Therapie (Abb. 8a, b).

#### Zahnbogenform auf Knochenbasis

In der Vergangenheit wurde in der Kieferorthopädie die Zahnbogenform eines Patienten für die Anpassung der zu verwendenden Stahlbögen anhand des Ausgangsmodells bestimmt. Mit den neuen Möglichkeiten der dreidimensionalen Knochendarstellung kann die Zahnbogenbestimmung nun an das individuelle Knochenangebot des Patienten angepasst werden. Dazu sucht man eine möglichst weit okklusal gelegene Schicht des Alveolarfortsatzes auf, um das aktuelle Knochenangebot mit der individuellen Bogenform in Einklang zu bringen (Abb. 9).

#### Peridentales Knochenangebot

Eine der wichtigsten Erkenntnisse, die die kieferorthopädische Behandlungsplanung mittels DVT mit sich bringt, sind spezifische Informationen über das peridentale Knochenangebot. Die Dehnung der Zahnbögen bei Engständen oder

ANZEIGE

# Ästhetische Bögen

## Sentalloy und Bioforce

die ideale Ergänzung wenn es um "unsichtbare" Behandlungstechniken geht ...

*Ästhetisch*

- **Identische Produkteigenschaften**  
wie gewohnt bei Sentalloy und Bioforce
- **Beschichtung mit Rhodium**  
das optimale Verfahren für eine beständige ästhetische Oberfläche

**Exklusiv bei GAC!**

**GAC Deutschland**  
Am Kirchenhölzl 15 - D-82166 Gräfelfing  
Tel: 0 89 - 85 39 51 - Fax: 0 89 - 85 26 43  
e-mail: info@gac-deutschland.de



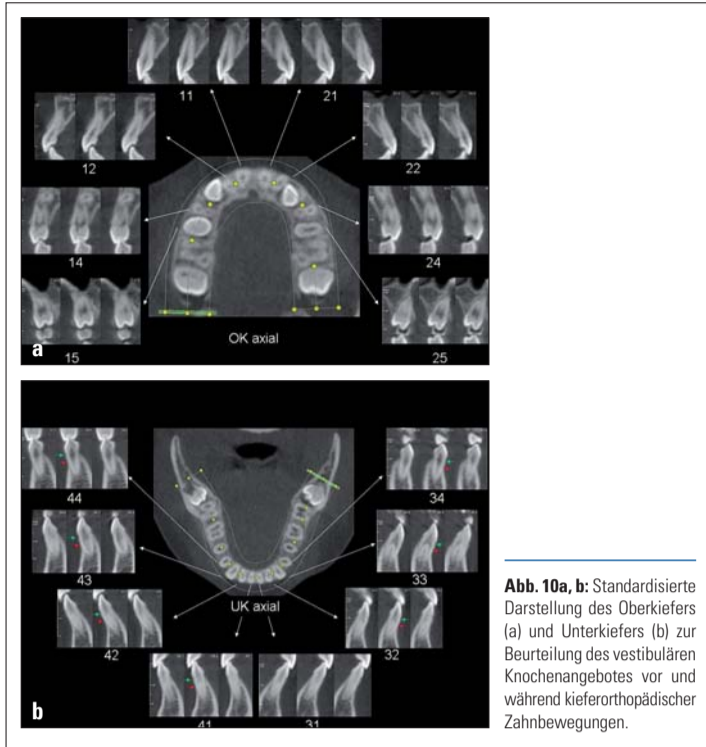


Abb. 10a, b: Standardisierte Darstellung des Oberkiefers (a) und Unterkiefers (b) zur Beurteilung des vestibulären Knochenangebotes vor und während kieferorthopädischer Zahnbewegungen.

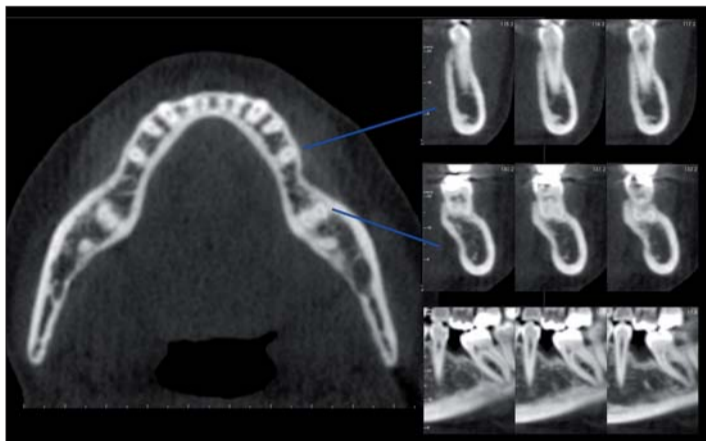


Abb. 11: 3-D-Diagnostik des aktuellen Knochenangebotes vor kieferorthopädischem Lückenschluss.

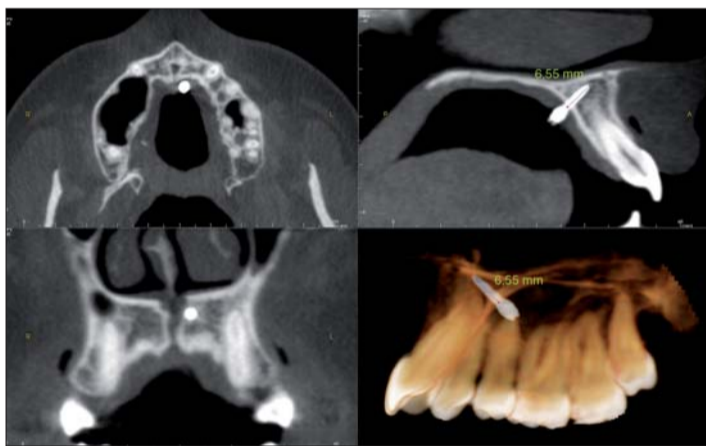


Abb. 12: Standardisierte 3-D-Planung eines Verankerungspins im anterioren Gaumen. Durch die Planung soll eine Schädigung des N. nasopalatinus und der Wurzelspitzen der mittleren Schneidezähne vermieden werden.

Bedeutung ist (Kuroda et al. 2007). Da die Knochenverhältnisse im Gaumen individuell auch stark variieren können, ist selbst beim Set-

zen von Verankerungspins im Gaumen eine präzise Diagnostik des Knochenangebotes erforderlich (Baumgärtel 2009). Um ein Schädi-

gen des N. nasopalatinus und der Wurzelspitzen der Frontzähne sowie Knochenperforationen zu vermeiden, sind sagittale Schichten vom Frontzahnbereich und axiale Schichten vom Bereich des Canalis N. nasopalatinus erforderlich (Abb. 12).

**Diagnostik von Asymmetrien**  
Aufgrund der Distorsionen und Vergrößerungen sind kraniofaziale Asymmetrien in konventionellen Röntgenbildern für die kieferorthopädische Behandlungsplanung nicht sicher zu beurteilen. Bedingt durch die sogenannte Clipping-Funktion kann die DVT-Spezialistin jeweils nicht interessierende Strukturen entfernen und somit zu einer ausgezeichneten Differenzialdiagnostik beitragen (Abb. 13a, b). Unsere 3-D-Koordinatenanalyse erleichtert zudem die quantitative Erfassung der Asymmetrie und damit eine gezielte Planung der Behandlung (Abb. 14).

**KFO-Chirurgieplanung**  
Im Bereich der kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädischen Behandlung hat der Einsatz der digitalen Volumentomografie sowohl die Diagnostik als auch die Therapie revolutioniert. Zur Behandlungsplanung setzen wir heutzutage routinemäßig DVTs und digitale Modelle ein (Abb. 15a, b). Nach dem Zusammenführen der beiden digitalen Datensätze (Abb. 16) erfolgt die gesamte Operationssimulation durch den Kieferorthopäden am PC. Das Ergebnis wird dann vorab dem Kieferchirurgen zur Verfügung gestellt, um die operative Umsetzbarkeit abzustimmen (Abb. 17). Aus der virtuellen Planung werden dann direkt die Operationssplinte über einen 3-D-Drucker oder ein Stereolithografiegerät hergestellt. Einen Tag vor der Operation werden die Brackets von 15 bis 25 und 35 bis 45 geklebt. Zu diesem Zeitpunkt erhält der

# TOPJET

## lingual molar distalizer






**TopJet ist absolut Compliance unabhängig und unsichtbar.**

- ▶ Das Einsetzen erfolgt in einer Sitzung – ohne zusätzliche Laborarbeiten.
- ▶ Einbauzeit von JS Schraube und TopJet innerhalb von 15 min – sofort belastbar.
- ▶ Maximaler Tragekomfort. Besonders hygienisch durch gekapselte Bauweise.
- ▶ Einfaches Nachaktivieren des TopJet durch Stopp-Gummis.



TopJet für eine effektive Distalisation.



Dual-Top™ JS Schraube zur sicheren Verankerung des TopJet.

**Kurs-Termine Molarendistalisation:**

- 16.10.2009** 2-tägiges Seminar: Molarendistalisation mit dem TopJet Distalizer mit Dr. Heinz Winsauer, Dr. Ehmer und Dr. Ziebur in Münster
- 13.11.2009** Molarendistalisation mit dem TopJet Distalizer mit Herrn Dr. Heinz Winsauer in München
- 14.11.2009** Molarendistalisation mit dem TopJet Distalizer mit Herrn Dr. Heinz Winsauer in Nürnberg

**Mehr Informationen: [www.topjet-distalisation.de](http://www.topjet-distalisation.de)**



**PROMEDIA**  
MEDIZINTECHNIK

**Promedia Medizintechnik**  
A. Ahnfeldt GmbH  
Marienhütte 15 · 57080 Siegen  
Telefon: 0271 - 31 460-0  
Fax: 0271 - 31 460-80  
eMail: [info@promedia-med.de](mailto:info@promedia-med.de)  
[www.promedia-med.de](http://www.promedia-med.de)



**Dual-Top™**  
Anchor-Systems






Patient noch keine Bänder und keine Bögen. Sechs Wochen nach der Operation beginnt dann die eigentliche kieferorthopädische Zahnfehlstellungskorrektur. Durch die exakte dreidimensionale Planung ohne

vorherige Ausformung der Zahnbögen und die präzise operative Umsetzung kann die aktive kieferorthopädische Behandlungszeit der KFO-Chirurgie-Patienten extrem verkürzt werden. In der Regel beträgt

die aktive kieferorthopädische Behandlungszeit eines relativ komplexen KFO-Chirurgiefalls heutzutage nicht mehr als 12 Monate (Abb. 18a-c).

Fortsetzung in KN 10/09 KN



Abb. 13a, b: Isolierte Darstellung eines rechten (a) und linken aufsteigenden Unterkieferastes (b) bei vorhandener Asymmetrie. Eine derartige Differenzierung ist aus einem seitlichen Fernröntgenbild nicht möglich.

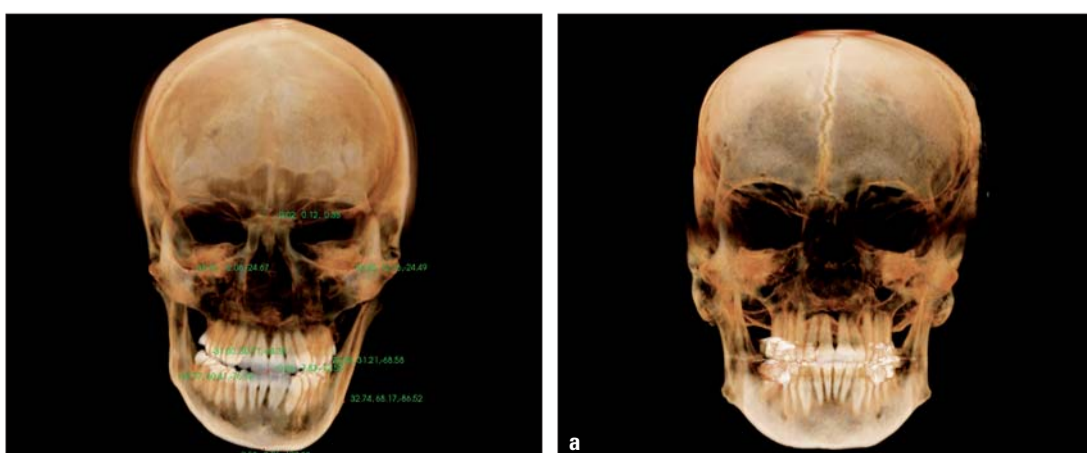


Abb. 14: Typische Koordinatenanalyse nach Bumann zur differenzialtherapeutischen Behandlungsplanung bei Asymmetrien in der Frontalebene.



Abb. 15a-b2: In der modernen Kieferorthopädie sind ein DVT (a) und digitale Modelle (b) essenzielle Module zur präzisen Behandlungsplanung für eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung.