

## Röntgen in der KFO – analog, digital und 3-D (1)

Wie viel Fach- und Sachkunde braucht ein Kieferorthopäde für die tägliche röntgenologische Diagnostik? Dieser und weiterer Fragen widmen sich Prof. Dr. Axel Bumann, Dr. Christine Hauser, ZÄ Margarita Nitka, ZA Vincent Richter sowie Dr. Kerstin Wiemer im Rahmen einer dreiteiligen KN-Artikelserie.



Abb. 1: 3-D-Diagnostik eines verlagerten Zahnes 23 zum Ausschluss von Wurzelresorptionen am Zahn 22.

### Teil I: „Entwicklung bildgebender Verfahren in der Kieferorthopädie“

Röntgenologische Untersuchungsverfahren sind seit ungefähr 80 Jahren integraler Bestandteil der kieferorthopädischen Diagnostik. Ähnlich wie viele andere diagnostische Methoden stehen auch die bildgebenden Verfahren für den niedergelassenen Kieferorthopäden im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Indikation, forensischer Indikation sowie den dokumentativen Erfordernissen einer qualitätsorientierten Behandlung sowie Aus- und Weiterbildung im Bereich Kieferorthopädie.

Obwohl Stiftung Warentest und manche Krankenkassen bzw. deren Gutachter zwischen „wissenschaftlich-medizinischer Indikation“ und unnötiger „foren-

sischer Indikation“ unterscheiden, ist diese Trennung für den/ die Behandler/-in in der täglichen Praxis faktisch nicht möglich. Ein Kliniker muss bei jedem Patienten immer beide Aspekte bedienen, um sowohl medizinisch als auch forensisch nicht angreifbar zu sein. Zudem gibt es gerade in Deutschland große Diskrepanzen zwischen der Anzahl erforderlicher Röntgenbilder für eine mehrjährige qualitätsorientierte kieferorthopädische Behandlung und dem Erstattungsverhalten der Kostenträger. Dies betrifft aber nicht nur die wirtschaftliche Seite, sondern auch die gesetzlichen und wissenschaftlichen Anforderungen an die Qualität der kieferorthopädischen Weiterbildung und Behandlung. So fordert jeder Weiterbildungsausschuss der deutschen Zahnärztekammern, das nationale Board (GBO) und jedes internationale Board (EBO, ABO, Angle Society) für den Nachweis einer qualitätsorientierten KFO-Behandlung bzw. für die Prüfung zur Weiterbildungsermächtigung mehr Röntgenbilder als Stiftung Warentest und Krankenkassen bzw. deren Gutachter den Patienten als „medizinisch notwendig“ glauben machen. Allein diese verwaltungstechnischen und forensischen Aspekte machen eine sinnvolle Anwendung bildgebender Verfahren in der täglichen kieferorthopädischen Praxis besonders schwierig.

### Klinische Entwicklung röntgenologischer Verfahren in der Kieferorthopädie

Die ersten Panoramaschichtaufnahmen wurden bereits 1922 von Zulauf und 1933 von Numata in Form der Pantografie angefertigt<sup>1</sup>. Heckmann entwickelte das Verfahren 1939 theoretisch weiter.<sup>2</sup> Das erste funktionstüchtige Gerät stellte 1949 Paatero vor.<sup>3</sup> Im Jahre 1961 ging das erste serienreife Orthopantomografiegerät in Produktion.<sup>1</sup> Von Mouyen et al. leiteten 1987 dann die Digitalisierung der zahnärztlichen Röntgenaufnahmen ein.<sup>4</sup>

Die Nachteile der Panoramaschichtaufnahme bestehen in der Unschärfe durch die Schichtaufnahmetechnik, der eingeschränkten Detailerkennbarkeit, der uneinheitlichen Objektvergrößerung sowie der Überlagerung anatomischer Strukturen. Zahlreiche wissenschaftliche Studien der letzten Jahre belegen, dass die diagnostische Aussagekraft der Panoramaschichtaufnahme zudem deutlich schlechter ist als jahrelang angenommen wurde.<sup>5-13</sup> Aktuell sind immer noch 70 % der Röntgengeräte in der Zahnmedizin analoge Geräte und nur 30 % sind digital.

Mit dem Gnathostatverfahren konnte Simon bereits 1919 die anatomischen Beziehungen zwischen Zahnreihen und Schädel rekonstruieren.<sup>14</sup> Die ersten Röntgenaufnahmen des Schädels stammen von Pacini und Carrera (1922).<sup>15</sup> Unter dem Begriff „Kephalmetrie“ versteht man das Vermessen der äußeren und inneren Strukturen des Kopfes. Die röntgenologische Kephalmetrie wurde unabhängig voneinander 1931 von Broadbent<sup>16</sup> in den Vereinigten Staaten und Hofrath<sup>17</sup> in Deutschland für die Kieferorthopädie eingeführt. Seit der Einführung versuchen Kieferorthopäden und Kieferchirurgen die Beziehungen zwischen Zähnen, Knochen und Gesichtsteilen zu analysieren. Ziel einer kephalometrischen Analyse ist die Gegenüberstellung der dentofazialen Relationen eines Patienten und einer Vergleichsgruppe, um die Abweichungen eines individuel-



Abb. 2: Dreidimensionale Relation der Zähne zueinander in der axialen Schicht zur exakten Lagebestimmung.

len Patienten von einer Normgruppe darzustellen. Das seitliche Fernröntgenbild ist eine zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Gebildes. Schon aus diesem Grund geht eine Vielzahl von Informationen über den räumlichen Aufbau des Schädels verloren.<sup>18</sup> Die wichtigsten Abbildungsfehler sind Vergrößerungen, Distorsionen, Doppelkonturen und Abbildungsunschärfen. 1959 bezeichnete Korkhaus das Fernröntgenseitenbild noch als das „einzige und vollkommene Mittel, um in das Wesen der Abweichungen vorzudringen“.<sup>19</sup> Erst 40 Jahre später wird diese Aussage durch die Einführung der digitalen Volumentechnologie drastisch relativiert. 1948 publiziert Downs eine umfassende Analyse, um dentofaziale Beziehungen zu erfassen und eine profilorientierte Auswertung durchzuführen.<sup>20</sup> Der Analyse lagen Mittelwerte von 20 Kindern

mit exzellenter Okklusion zugrunde. Es folgten zahlreiche weitere Analysen wie z. B. nach Steiner<sup>21</sup>, Tweed<sup>22</sup>, Sassouni<sup>23</sup>, Ricketts<sup>24</sup> und Jarabak<sup>25</sup>, die auch überwiegend auf Mittelwerten von „Normpatienten“ basierten. Im Gegensatz dazu bedient sich die BERGEN-Analyse im Sinne der individualisierten Kephalmetrie fließender Normen und wird somit den individuellen Eigenheiten hinsichtlich der kraniofazialen (Dis-)Harmonie des einzelnen Patienten deutlich gerechter.<sup>26</sup>

Die Computertomografie (CT) wurde erstmals 1973 von Hounsfield vorgestellt<sup>27,28</sup> und fand in der Zahnmedizin zunächst nur für die Kiefergelenke Anwendung.<sup>29</sup> Die neue dreidimensionale Darstellung von Knochenstrukturen führte in der Folge zur Diagnostik von Anomalien der Kiefer-, Gesichts- und Schädelknochen.<sup>30</sup> Schon Anfang der 90er-Jahre ermöglichten die CT-Daten dreidimensionale Operationsplanungen und Modellplanungen.<sup>31,32</sup> Fuhrmann et al. beschrieben bereits 1995 die Möglichkeit, dass dreidimensionale Analysen von Schädelstrukturen mit einem PC durchführbar sind.<sup>33</sup> Jedoch stand und steht bis heute trotz vielfältiger klinischer Möglichkeiten die sehr hohe Strahlenbelastung von CTs einer routinemäßigen Anwendung in der Kieferorthopädie entgegen.

Mit der digitalen Volumentechnologie (DVT) wurde erstmals 1998 eine neue Aufnahmetechnik in die Zahnmedizin eingeführt, die der CT vergleichbare Darstellungsmöglichkeiten mit Rekonstruktionen in verschiedenen Ebenen ermöglichte.<sup>34-36</sup> Im Gegensatz zur CT wird bei der DVT das Volumen des aufzunehmenden Bereiches durch ein kegelförmiges Strahlenbündel erfasst (Abb. 1). Dieses Verfahren basiert auf der sogenannten Cone-Beam-Technologie und wird daher auch CBCT genannt.<sup>55,56</sup>

Im deutschsprachigen Raum wurde in den ersten Jahren vornehmlich der Begriff „Digitale

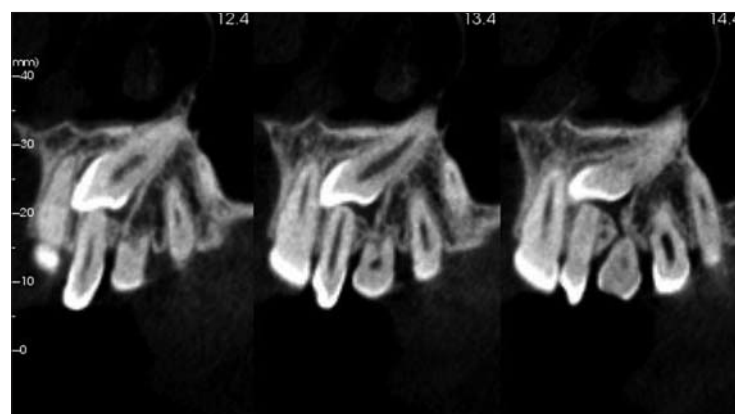


Abb. 3: Sicherer Nachweis einer Wurzelresorption am Zahn 22 in den einzelnen Sections der 3-D-Aufnahme.

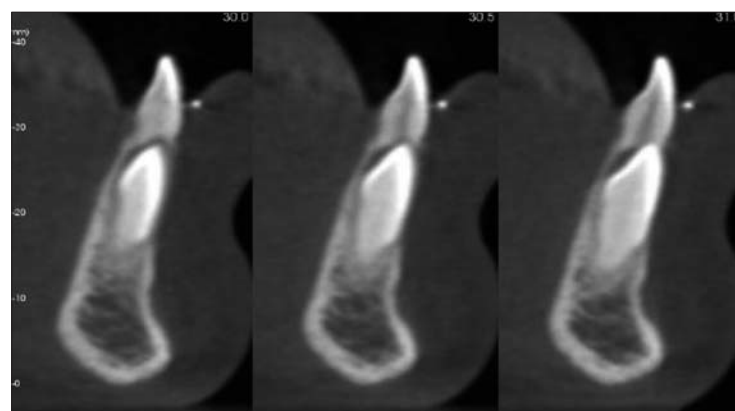


Abb. 4: 3-D-Diagnostik zum Nachweis des Wurzelresorptionsausmaßes am Zahn 22 durch den verlagerten Zahn 33.

### KN Termine

#### DVT-Fachkurseseminare (2-tägig)

##### Termine 2011:

Sa.,	16.04.2011 (Teil I),	9 bis 17.30 Uhr
So.,	17.07.2011 (Teil II),	9 bis 16.00 Uhr
So.,	03.07.2011 (Teil I),	9 bis 17.30 Uhr
Fr.,	04.11.2011 (Teil II),	9 bis 16.00 Uhr
Sa.,	05.11.2011 (Teil I),	9 bis 17.30 Uhr
Fr.,	10.02.2012 (Teil II),	9 bis 16.00 Uhr

##### Veranstaltungsort:

MESANTIS Ausbildungszentrum  
Friedrichstraße 147  
10117 Berlin

##### Referenten:

Prof. Dr. Axel Bumann (Berlin)  
Margarita Nitka  
Vincent Richter

##### Kursgebühr:

990,00 € pro Teilnehmer zzgl. MwSt.  
(für Teil I + II), inkl. Pausenverpflegung  
und Unterrichtsmaterial

##### Anmeldung:

Veranstaltungsmanagement  
im Zentrum (VIZ)  
Frau Brigitte Wegener  
Caroline-von-Humboldt-Weg 28  
10117 Berlin  
Tel.: 030/27 89 09 30  
E-Mail: bw@viz.de  
www.viz.de



Abb. 5: 3-D-Diagnostik bei Verdacht auf skelettale Asymmetrie zur spezifischen kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlungsplanung.

Volumentomografie“ verwendet. Seit einigen Jahren findet man jedoch auch den Terminus „Dentale Volumentomografie“ in der einschlägigen Literatur. Streng genommen sind beide Begriffe falsch, weil es sich beim DVT nicht um eine Tomografie handelt. Es werden primär keine Schichten (= Tomografien) aufgenommen, sondern ein Volumen. Dieses Volumen kann dann

sekundär mithilfe einer Software in unterschiedlichsten Schichten dargestellt werden. Für die sinnvolle klinische Anwendung der DVT in der Kieferorthopädie ist ein ausreichendes Field of View (FOV = Ausschnitt, den ein Gerät maximal darstellen kann) essenziell. Dieses FOV sollte für eine sinnvolle kieferorthopädische Behandlungsplanung die Abmessungen von 13 cm

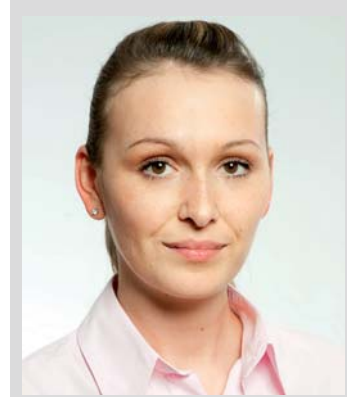
(Höhe) x 16 cm (Durchmesser) nicht unterschreiten. Durch die kontinuierliche Verbesserung des Field of View sowie der Bildqualität und Dosisreduktion bei den Geräten gibt es für die DVT ein breites Indikationsspektrum in der Kieferorthopädie und damit ist sie auf dem besten Weg, zu einem essenziellen Bestandteil der kieferorthopädischen Behandlungsplanung zu werden.<sup>37</sup> Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen – insbesondere aus den vergangenen zwei Jahren – belegen einerseits die Eignung der DVT für die kieferorthopädische Behandlungsplanung und andererseits die Überlegenheit über bisherige konventionelle Techniken.<sup>38-52</sup> Es konnte auch gezeigt werden, dass es statistisch signifikante sowie klinisch relevante Unterschiede zwischen konventionellen Aufnahmen und DVTs gibt.<sup>53,54</sup> Durch die zuvor genannten Studien wird auch die Geschwindigkeit des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns im Bereich DVT deutlich.

Mit der wissenschaftlichen Stellungnahme der DGKFO vom Oktober 2008 wurde neben der allgemeinen Akzeptanz der Digitalen Volumentomografie die Notwendigkeit einer weiteren wissenschaftlichen Untermauerung des klinischen Potenzials der DVT angemahnt. Jedoch ist diese Forderung nur 1,5 Jahre nach deren Veröffentlichung bereits überholt.

Aus den oben aufgeführten Aspekten ergeben sich für eine forensisch abgesicherte kieferorthopädisch-röntgenologische Tätigkeit eine Vielzahl von interessanten Fragen:

- } Wer darf in der Kieferorthopädie röntgen?
- } Was muss dokumentiert werden?
- } Wann brauche ich eine Auffrischung der Fachkunde?
- } Wer darf ein DVT anfertigen, wer darf ein DVT betreiben?
- } Inwieweit darf eine Assistenz beim DVT helfen?
- } Reicht ein erweiterter DVT-Fachkunde-Kurs für einen sinnvollen klinischen Betrieb aus?

KN Kurzvita



Margarita Nitka

- 4/2002–8/2007 Studium der Zahnmedizin, Charité Berlin
- 8/2007 Approbation als Zahnärztin
- seit 3/2005 Promotion an der Charité Berlin (Zahnerhaltung), Promotions-thema: Einfluss der Sättigung von Speichelerersatzmitteln bezüglich verschiedener Kalziumphosphatverbindungen auf demineralisiertes Dentin in vitro
- 9/2007–9/2009 Zahnärztin, Zahnklinik Berlin
- seit 4/2009 Zahnärztin, MESANTIS Berlin
- seit 10/2010 Assistentin in kieferorthopädischer Praxis, Berlin

KN Kurzvita



Dr. Christine Hauser

- 1988–1993 Studium der Zahnmedizin und Promotion in Tübingen
- 1994–1995 allgemein zahnärztliches Jahr, Heubach
- 1996–1998 Fachzahnarzt Ausbildung (Kieferorthopädie) in Heidelberg
- 1997–2001 Visiting Professor an der Abt. für Kieferorthopädie, New York University
- 2002–2008 in eigener KFO-Praxis, Heidelberg; Seminare für Weiterbildungsassistenten an den Universitäten Heidelberg und Würzburg
- 2010 in zahnärztlicher Praxisgemeinschaft, Berlin
- 2011 in kieferorthopädischer Gemeinschaftspraxis, Berlin

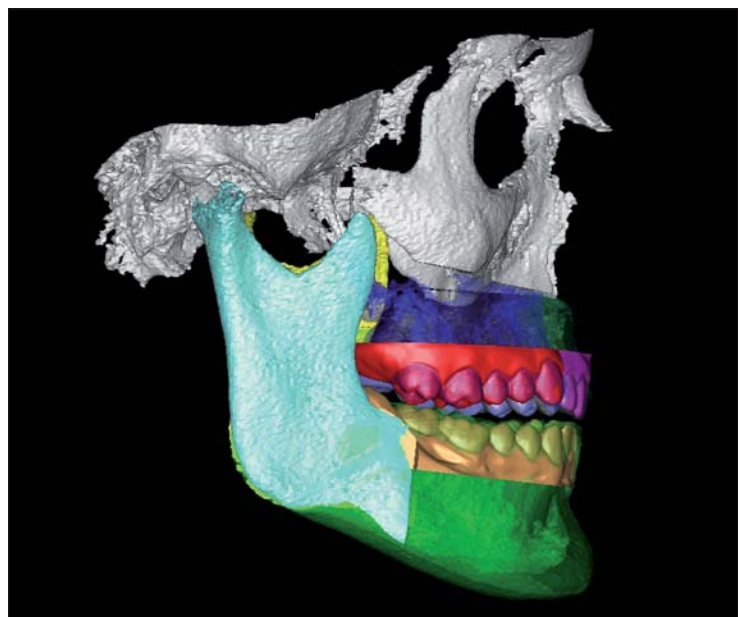


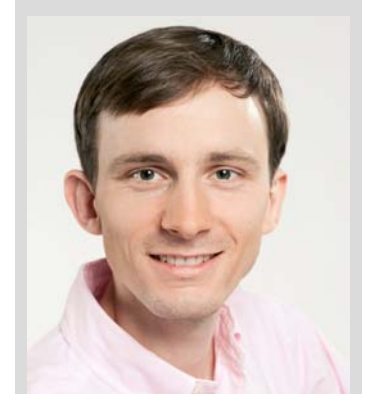
Abb. 6: Virtuelle Operationsplanung mit einer zusätzlichen Software zur signifikanten Verkürzung der aktiven Behandlungszeit. (Bilder: ©MESANTIS)

} Was hat es mit dem Verbot des Herausrechnens von OPGs aus einem DVT auf sich?

} Was sind die versteckten Probleme, die ein kieferorthopädischer Betreiber/Käufer, der erfolgreich und sicher eine konventionelle Röntgenanlage betrieben hat, beim Betrieb eines DVT beachten muss?

Diesen und weiteren Fragen widmet sich die vorliegende Artikelserie, deren Ziel es ist, ein wenig Licht ins Dunkel der täglichen kieferorthopädischen Praxis zu bringen. KN

KN Kurzvita



Vincent Richter

- 2000–2005 Studium der Zahnheilkunde, Freie Universität Berlin
- 2005 Staatsexamen im Fach Zahnheilkunde
- 2006 Approbation als Zahnarzt
- 2006–2008 Vorbereitungsassistent in allgemein-zahnärztlicher Praxis
- seit 2008 tätig in kieferorthopädischer Gemeinschaftspraxis Dr. Wiemer/Prof. Bumann und am 3D-Röntgeninstitut MESANTIS Berlin, Prof. Bumann, Berlin
- 2006/2007 Forschungsaufenthalte Universität Heidelberg und Boston University
- 2007 Posterpräsentation, Jahrestagung der BMES, Los Angeles
- 2008 Vortrag im Rahmen der DGKFO-Jahrestagung in Köln

KN Kurzvita



Prof. Dr. Axel Bumann

- 1980–1985 Studium der Zahnmedizin in Kiel
- 1986–1989 Fachzahnarzt Ausbildung „Oralchirurgie“ in Kiel
- 1988 Promotion
- 1989–1992 Fachzahnarzt Ausbildung „Kieferorthopädie“ in Kiel

- 1991 Lehrer der „Akademie Praxis und Wissenschaft“
- 1992 Habilitation
- 1992 Oberarzt und stellv. Abteilungsdirektor der Abt. KFO in Kiel
- 1993 Visiting Professor, University of Manitoba in Winnipeg (Kanada)
- 1996 Ernennung zum apl. Professor an der Universität Kiel
- 5/97 bis 6/98 Visiting Professor an der Harvard Medical School, Boston (USA)
- 5/97 bis 6/00 Visiting Professor an der Harvard School of Dental Medicine, Boston (USA)
- 7/98 bis 6/00 Research Associate im Laboratory for Musculoskeletal Disorders an der Boston University, Boston (USA)
- Autor Farbatlanten der Zahnmedizin „Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien“ (Band 12, Thieme; übersetzt in 7 Sprachen)

- 14 nationale und internationale Forschungs- und Posterpreise
- Geladener Hauptreferent auf zahlreichen nationalen und internationalen wissenschaftlichen Kongressen

Gegenwärtige Tätigkeiten

- Internationaler Referent (Themenschwerpunkte DVT, KFO sowie Funktionsdiagnostik/-therapie)
- seit 2000 Clinical Professor am Dept. of Craniofacial Sciences and Therapy, University of Southern California, Los Angeles (USA)
- seit 2000 Kieferorthopädische Gemeinschaftspraxis in Berlin
- seit 2002 Vizepräsident Advanced Dental Imaging in Las Vegas und Palm Desert (USA)
- seit 2006 Geschäftsführer MESANTIS – 3D-Röntgenprofis GmbH

KN Kurzvita



Dr. Kerstin Wiemer

- 10/1991–02/1998 Studium der Zahnmedizin, Universität Kiel
- 2/1998 Approbation
- 3/1998 Promotion
- 4/1998–1/2000 Ausbildungsassistentin
- 2/2000–7/2003 Weiterbildungsassistentin
- 7/2003 Fachzahnärztin für Kieferorthopädie
- seit 2004 Niederlassung in Gemeinschaftspraxis für Kieferorthopädie in Berlin

KN Adresse

Praxis für Kieferorthopädie  
Prof. Dr. Axel Bumann  
Georgenstraße 25  
10117 Berlin  
Tel.: 0 30/2 00 74 42 80  
E-Mail: info@kfo-berlin.de