

# Vor und Nachteile von 3D bildgebenden Verfahren in der Zahnheilkunde

Dr. Maurice Thoneick

Mehr als ein Viertel aller Röntgenuntersuchungen werden derzeit in der Zahnmedizin ausgeführt. Die Relevanz wird zudem verdeutlicht, wenn man bedenkt, dass zwei Wochen, nachdem Röntgen die gleichnamige Strahlung entdeckte, ein deutscher Zahnarzt 1896 schon die erste Röntgenaufnahme von Zähnen machte.

Die Computertomographie wurde 1972 von Hounsfield eingeführt. Dies brachte ihm 1979 den Nobelpreis ein, da es die moderne Medizin revolutionierte. In den folgenden Jahren wurde die Technik kontinuierlich weiterentwickelt bis hin zur modernen digitalen, dentalen Volumentomographie.

Das NewTom 9000 (QR, Verona, Italien) war das erste kommerziell erhältliche Gerät, welches 1996 auf den Markt kam und für die Zahnmedizin entwickelt wurde. Die damalige Konstruktion erforderte eine horizontale Lagerung des Patienten. Entsprechend groß fiel deshalb das Gerät aus. Mittlerweile gibt es über 50 Geräte auf dem Markt, welche mit OPG und Fernröntgen kombiniert werden können. Zudem können verschiedenen FOV (Field of view) Größen eingestellt werden. Die modernen Geräte sind zudem kleiner und günstiger und erlauben so eine Integration in normale Zahnarztpraxen.

Das Indikationsspektrum für die 3D-Bildgebung ist sehr breit. Es umfasst alle Bereiche der Zahnmedizin und die daran angrenzenden Disziplinen. Unglücklicherweise gibt es mittlerweile eine Diskrepanz zwischen der Anzahl der verschiedenen Geräte/Hersteller und wissenschaftlicher Evidenz. Zudem können die Daten eines Herstellers nicht auf andere Hersteller übertragen werden, so dass eine breite mittlere Streuung der effektiven Dosis bezogen auf alle Geräte (mittlere effektive Dosis  $221 \pm 275 \mu\text{Sv}$ ) zu messen ist.

Abb. 1: Das 20-Punkte-Papier der European Academy of Dentomaxillofacial Radiology (EADMFR, 2009)

**EADMFR Basic Principles on the use of Cone Beam CT**

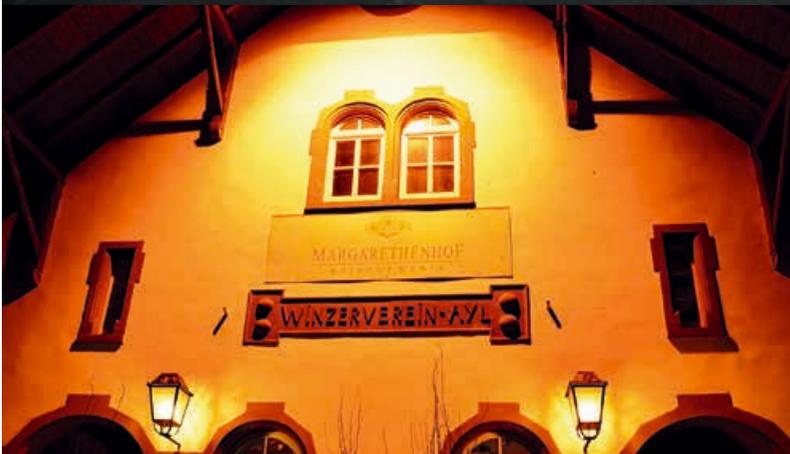
1	CBCT examinations must not be carried out unless a history and clinical examination have been performed
2	CBCT examinations must be justified for each patient to demonstrate that the benefits outweigh the risks
3	CBCT examinations should potentially add new information to aid the patient's management
4	CBCT should not be repeated 'routinely' on a patient without a new risk/benefit assessment having been performed
5	When accepting referrals from other dentists for CBCT examinations, the referring dentist must supply sufficient clinical information (results of a history and examination) to allow the CBCT Practitioner to perform the Justification process
6	CBCT should only be used when the question for which imaging is required cannot be answered adequately by lower dose conventional (traditional) radiography
7	CBCT images must undergo a thorough clinical evaluation ('radiological report') of the entire image dataset
8	Where it is likely that evaluation of soft tissues will be required as part of the patient's radiological assessment, the appropriate imaging should be conventional medical CT or MR, rather than CBCT
9	CBCT equipment should offer a choice of volume sizes and examinations must use the smallest that is compatible with the clinical situation if this provides less radiation dose to the patient
10	Where CBCT equipment offers a choice of resolution, the resolution compatible with adequate diagnosis and the lowest achievable dose should be used
11	A quality assurance programme must be established and implemented for each CBCT facility, including equipment, techniques and quality control procedures
12	Aids to accurate positioning (light beam markers) must always be used
13	All new installations of CBCT equipment should undergo a critical examination and detailed acceptance tests before use to ensure that radiation protection for staff, members of the public and patient are optimal
14	CBCT equipment should undergo regular routine tests to ensure that radiation protection, for both practice/facility users and patients, has not significantly deteriorated
15	For staff protection from CBCT equipment, the guidelines detailed in Section 6 of the European Commission document 'Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology' should be followed
16	All those involved with CBCT must have received adequate theoretical and practical training for the purpose of radiological practices and relevant competence in radiation protection
17	Continuing education and training after qualification are required, particularly when new CBCT equipment or techniques are adopted
18	Dentists responsible for CBCT facilities who have not previously received 'adequate theoretical and practical training' should undergo a period of additional theoretical and practical training that has been validated by an academic institution (University or equivalent). Where national specialist qualifications in DMFR exist, the design and delivery of CBCT training programmes should involve a DMF Radiologist
19	For dento-alveolar CBCT images of the teeth, their supporting structures, the mandible and the maxilla up to the floor of the nose (eg 8cm x 8cm or smaller fields of view), clinical evaluation ('radiological report') should be made by a specially trained DMF Radiologist or, where this is impracticable, an adequately trained general dental practitioner
20	For non-dento-alveolar small fields of view (e.g. temporal bone) and all craniofacial CBCT images (fields of view extending beyond the teeth, their supporting structures, the mandible, including the TMJ, and the maxilla up to the floor of the nose), clinical evaluation ('radiological report') should be made by a specially trained DMF Radiologist or by a Clinical Radiologist (Medical Radiologist)

Wein erleben!



# MARGARETHENHOF

WEINGUT WEBER



## Willkommen im Margarethenhof

Treten Sie ein und erleben Sie die faszinierende Welt des Weines



## Jürgen & Dorothee Weber

Leidenschaft für den Wein und die Menschen



## Erleben & Genießen

Im einzigartigem Ambiente des Margarethenhofs



## Feste feiern

Empfänge, Familien- & Betriebsfeiern, Weinproben usw.

Kirchstraße 17 · D-54441 Ayl / Saar · Fon 0 65 81 / 25 38  
www.margarethenhof-ayl.de · mail@margarethenhof-ayl.de

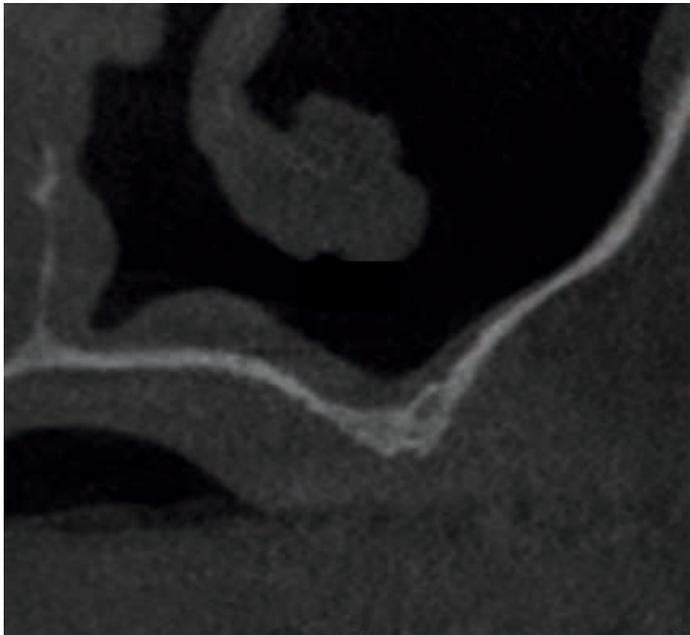


Abb. 2: Fehlede mediale KH Wand. Cave: nicht sichtbar im OPG

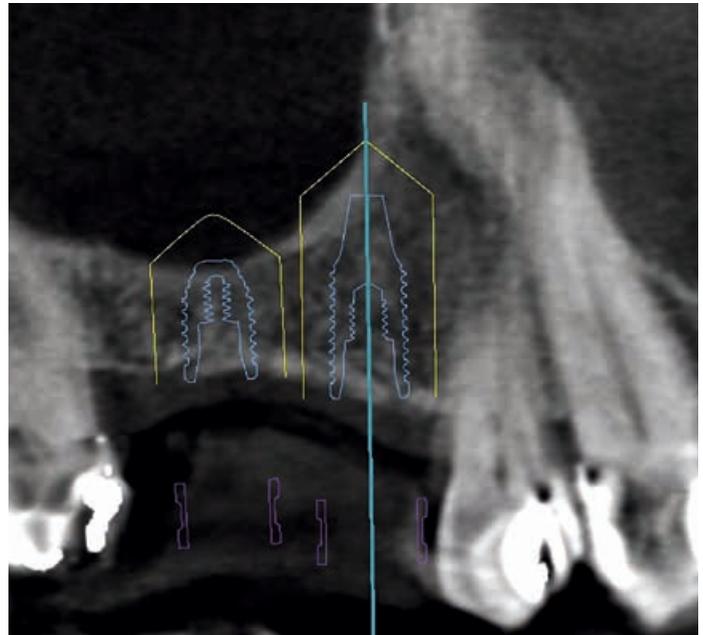


Abb. 3: Geplante Implantate Regio 15, 16. Man beachte die Metallartefakte

Die Anwendung von 3D bildgebenden Verfahren sollte dabei verschiedenen Prinzipien gehorchen. Es gilt zuerst das ALARA Prinzip: keep radiation dose **as low as reasonable achievable**. Eine systematische Übersichtsarbeit (SEDENTEXCT Guidelines) hat sich mit den Kernanforderungen beschäftigt. Diese wurden durch die European Academy of Dentomaxillofacial Radiology (EADMFR, 2009) ausgearbeitet und in einem 20-Punkte-Papier formuliert (Abb. 1). In Deutschland ist hierfür die Röntgenverordnung rechtsbindend und fordert zusätzlich in § 23 RÖV, „dass der gesundheitliche Nutzen der Anwendung am Menschen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt“.

Die moderne Computertomographie rekonstruiert ein 3D-Bild aus einer Vielzahl 2D-Projektionen, welche durch einen umlaufenden Projektor und Rezeptor entstehen. Rein geometrisch lassen sich Tomogramme durch die Strahlengeometrie unterscheiden. Es ist mittlerweile möglich, submillimeter Scans mit kurzen Umlaufzeiten unter einer Sekunde zu generieren, wobei mehrfache Rotationen immer noch notwendig bleiben. Dadurch wird allerdings die Strahlendosis höher als im DVT und beträgt im Mittel  $788 \pm 334 \mu\text{Sv}$ .

Im Kontrast zur multislice Technik hat das DVT eine kegelförmige Strahlengeometrie und scannt damit den Scankörper in einer Rotation. Dies erlaubt eine geringere Strahlendosis, verursacht aber einen schlechteren Kontrast, so dass Weichgewebe nicht optimal darzustellen sind. Im Vergleich zum klassischen CT verursachen bei der DVT Aufnahme sehr dichte Strukturen (Metall, Zähne, Implantate) stärkere Artefakte.

Die gute Auflösung der knöchernen Strukturen, die relativ niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten und der geringe Platzbedarf führen zu einer großen Verbreitung dieser Röntengeräte. Obwohl das DVT eine überragende Auflösung für den zahnärztlichen Bereich zu haben scheint, muss bedacht werden, dass es zwischen den verschiedenen Geräten große Unterschiede geben kann. Das gleiche gilt im Übrigen auch für die einstellbaren Parameter innerhalb eines Gerätes. DVT Geräte erlauben häufig eine Veränderung der Parameter wie mAs, KV, Voxelgröße, Anzahl frames. Der genaue Effekt ist vielen Betreibern unklar. Spezifische Protokolle für definierte Indikationen, welche es derzeit nicht gibt, wären hilfreich.

TOP ANGEBOT

Wellness intensiv mit Vollpension  
im \*\*\*\*Hotel Schneeberg - Family Resort & Spa

4 Tage um 259€ p.Pers.



südtirol

Die ganze Vielfalt Südtirols unter  
einem Namen [www.schneeberg.it](http://www.schneeberg.it)



### Unsere Vollpensions-Leistungen beinhalten:

- Frühstücksbuffet mit Schauküche
- Mittagsbuffet (Suppen, Salatbuffet, Nudelgerichte, Kuchen)
- Abendliches Vier-Gang-Wahlmenü
- Kulinarische Themenabende
- Hauseigene Pizzeria
- 4-Bahnen-Kegelanlage
- Freie Benützung der über 6.000 m<sup>2</sup> großen Spa & Wellnesslandschaft
- 25 m langes Freischwimmbad mit 32°C Wassertemperatur
- Naturteich zum Tretboot fahren
- Miniclub, Indoor Spielpark
- Family-Acquapark „Bergi-Land“ mit Wasserrutschen, Erlebniswelt, einer Burg und Bergstollen
- NEU: Reitstall und 6-Feld-Trampolinanlage
- uvm.

+39 0472 656232 / [info@schneeberg.it](mailto:info@schneeberg.it)

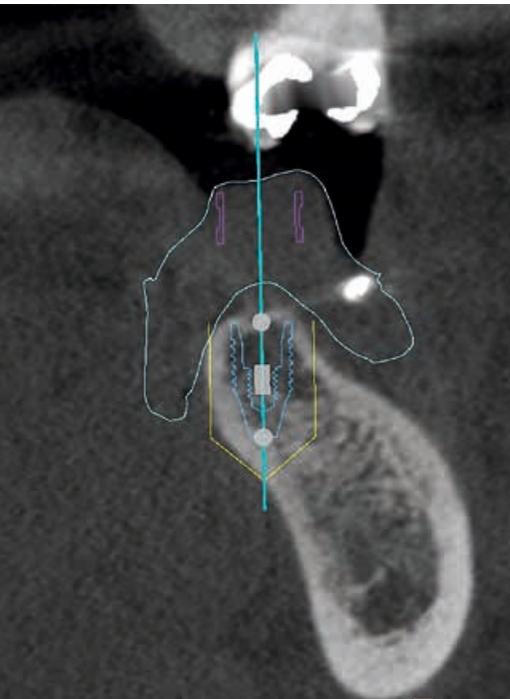


Abb 4: Geplantes Implantat Regio 46. Man beachte die ausgeprägte Nierenform des corpus mandibulae

Trotz aller Vorteile sollte man sich auch der Nachteile der DVT bewusst sein. Bedingt durch die Vielzahl an Herstellern gibt es auch eine entsprechende Vielzahl an wichtigen Unterschieden in den geometrischen Konfigurationen. So kann das Rotationszentrum variieren oder der Strahlwinkel unterschiedlich sein, was zu unterschiedlichen Fields of view und lokalen Effekten führen kann, da der Detektor nicht den ganzen Bereich abdeckt. Weiterhin wird die Rekonstruktion des Datensatzes durch verschiedene Rekonstruktionstechniken berechnet, die einen Qualitätsunterschied zwischen den Geräten bewirken können. Artefakte, bedingt durch Füllungen oder andere Objekte, werden so entweder verkleinert oder vergrößert.

Ein klarer Vorteil gegenüber den herkömmlichen 2D-Techniken ist der Zugewinn der dritten Dimension. So werden beispielsweise Zuordnungen von anatomischen Strukturen häufig erst durch die dritte Ebene möglich. Es muss aber auch deutlich gemacht werden, dass für viele augenscheinliche Vorteile keinerlei Evidenz vorliegt, so dass es fraglich ist, ob durch die erweiterte Diagnostik überhaupt ein zusätzlicher Nutzen entsteht.

(Für eine Übersicht siehe die S1 Empfehlung DVT der DGZMK [www.dgzmk.de/uploads/tx\\_sdzgmkdocuments/083005I\\_S2k\\_Dentale\\_Volumentomographie\\_2013-10.pdf](http://www.dgzmk.de/uploads/tx_sdzgmkdocuments/083005I_S2k_Dentale_Volumentomographie_2013-10.pdf)).

Die Verbreitung der DVT Technik ist vor allem der dentalen Implantologie zu verdanken. Obwohl die Überlebensraten für die konventionelle Implantologie mittels 2D-Diagnostik und Implantation mit oder ohne laborgefertigter Schablone mit über 95% über fünf Jahre angegeben werden, bieten digitale Techniken eine Reihe klinischer Vorteile.

Die initiale Planung in der 3. Ebene erlaubt die Implantatinsertion mit oder ohne Lappenbildung. Dies ändert die Arbeit des Chirurgen grundlegend. Die Ausrichtung geht also hin zu einer prothetik-orientierten Implantatplanung, macht aber eine gute Kommunikation zwischen Labor und Behandler notwendig. Dieses Konzept wird als Rückwärts-Planung oder Backward-Planning bezeichnet. Die spätere Suprakonstruktion gibt die Implantatposition vor und nicht umgekehrt. Trotz anfänglicher Skepsis scheint es doch so zu sein, dass mittels dieser Technologie Implantate und deren Suprakonstruktionen bei gleicher Überlebensrate genauer platziert werden können als auf herkömmliche Weise. (siehe Konsensuskonferenz der EAO 2012 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/clr.2012.23.issue-s6/issuetoc> freier Download). Scheinbar sind Deviationen von 0,2 mm bis zu 3,7 mm apikal (1,6 mm Mittelwert) mit der Schablonenführung möglich, jedoch ist das „freihändige“ Übertragen mittels einer herkömmlichen Bohrschablone aus dem Labor signifikant ungenauer (2,7 mm Mittelwert Min 0,3 mm Max 8,3mm) (Vercruyssen et al 2014). Gerade die Genauigkeit spielt eine große Rolle bei der Vermeidung von biologischen Komplikationen. Für die Planung einer Implantatversorgung mit Hilfe einer dreidimensionalen Röntgenuntersuchung empfiehlt die DGZMK (s. S1 Empfehlung) die dentale, digitale Volumentomographie vor der Computertomographie.

Die DVT Technologie ist auch ein Baustein im weiteren Bestreben, den Patienten und dessen prothetische oder rekonstruktive Behandlung in einem neuen Workflow komplett zu digitalisieren. Es gibt Bestrebungen, das DVT mit intraoralen Scannern und Gesichtsscantechnik zu kombinieren. Intraorale Scanner können derzeit schon zehnmals präziser arbeiten als das DVT. Eine Implantatplanung, die Insertion und die anschließende Restauration könnten mit Hilfe von CAD/CAM ohne Abdrücke oder herkömmliche Fertigung im Labor auskommen.

In der konservierenden Zahnheilkunde kann zudem das DVT in der Endodontie und Parodontologie angewendet werden. Jedoch ist die Volumentomographie nicht dazu geeignet, proximale Kariesläsionen zu diagnostizieren. Dagegen ist es möglich, apikale Veränderungen oder Resorptionen an Zähnen oder die parodontale Architektur zu beurteilen. Es sei hier noch einmal angemerkt, dass keine Evidenz nach Evidenzgrad A oder B vorliegt, welche einen höheren Therapieerfolg nahelegt.

Zur funktionsanalytischen Diagnostik der Kiefergelenke wird derzeit das DVT vor den klassischen Röntgenaufnahmen empfohlen. Untersuchungen am anatomischen Präparat haben gezeigt, dass die Messungen im DVT sehr gut mit den tatsächlichen Messwerten übereinstimmen. Hier sei nochmals angemerkt, dass nur knöcherne Strukturen gut darzustellen sind. Weichgewebsstrukturen, wie beispielsweise Knorpel, sind schlecht beurteilbar.

In der Kieferorthopädie kann die DVT Technologie genutzt werden. In der Diskussion stehen folgende Indikationen: Diagnostik von Zahnanomalien und Zahnbestand, Beurteilung des Parodontes zur prognostischen Einschätzung und die Diagnostik von craniofaszialen Fehlbildungen (siehe Stellungnahme der DGKFO). Die routinemäßige Anwendung wird hier wohl kritisch gesehen, da die erhöhte Strahlenexposition, gerade bei Kindern, die erhöhte Investition und eine fehlende Regelung mit den GKVen in Bezug auf Abrechenbarkeit dagegen sprechen.

Das DVT besitzt somit einen gewissen Stellenwert in der Zahnmedizin und wird derzeit zumeist zur digitalen Planung und Rekonstruktion von implantatgetragendem Zahnersatz verwendet. Der routinemäßige Einsatz ist dennoch kritisch zu bewerten, da die Strahlenbelastung im Vergleich zum OPG um ein Vielfaches höher ist und Daten, welche eine höhere Therapiesicherheit und einen höheren Therapieerfolg nachweisen, immer noch nicht vorliegen. Im Vergleich zum herkömmlichen CT ist die Strahlenbelastung jedoch um ein Vielfaches niedriger, so dass für den zahnmedizinischen Gebrauch eher das DVT empfohlen wird.

Wenn eine Indikation für die dentale, digitale Volumetomographie vorliegt, sollte diese nicht ohne Optimierungsstrategien angewendet werden, um eine unnötige Strahlenexposition zu vermeiden. Dies umfasst eine Eingrenzung des Fields of view auf die zu untersuchende Region und eine Bewertung der notwendigen Bildqualität, welche minimal notwendig ist, um ein maximales Ergebnis zu erzielen. Zudem können Soft- und Hardware optimiert werden, um eine Verbesserung der Bildwiedergabe ohne zusätzliche Strahlenbelastung zu erreichen. Die Schnittstelle zwischen CAD/CAM und DVT könnte zukünftig ebenfalls zu geringerer Strahlenbelastung und somit einer zunehmenden Verbreitung dieser Technologien führen.



**Dr. Maurice Thoneick, M. Sc.**

- *Fachärztliche Ausbildung an der Universität Nijmegen/NL*
- *Aufenthalt in London*
- *Tätigkeit in der MKG-Chirurgie*
- *M. Sc. in Parodontologie / EFP-certificate in Periodontology (European Federation for Periodontology)*
- *DGP-Spezialist für Parodontologie® (Deutsche Gesellschaft für Parodontologie)*
- *Zertifizierter Implantologe der DGI (Deutsche Gesellschaft für Implantologie)*
- *Dozententätigkeit in der Abteilung für Implantologie/Parodontologie der Universität Nijmegen/NL*

**Kontakt:**

*info@dres-thoneick.de*  
*www.dres-thoneick.de*