

# Vorteile und Nutzen von 3-D-Röntgen in Diagnostik, Planung und Therapie

Behandler und Patienten profitieren gleichermaßen vom technischen Fortschritt bei bildgebenden Verfahren. Von Dr. med. dent. Viktoria Kalla und Dr. med. dent. Robert Kalla, Basel, Schweiz.

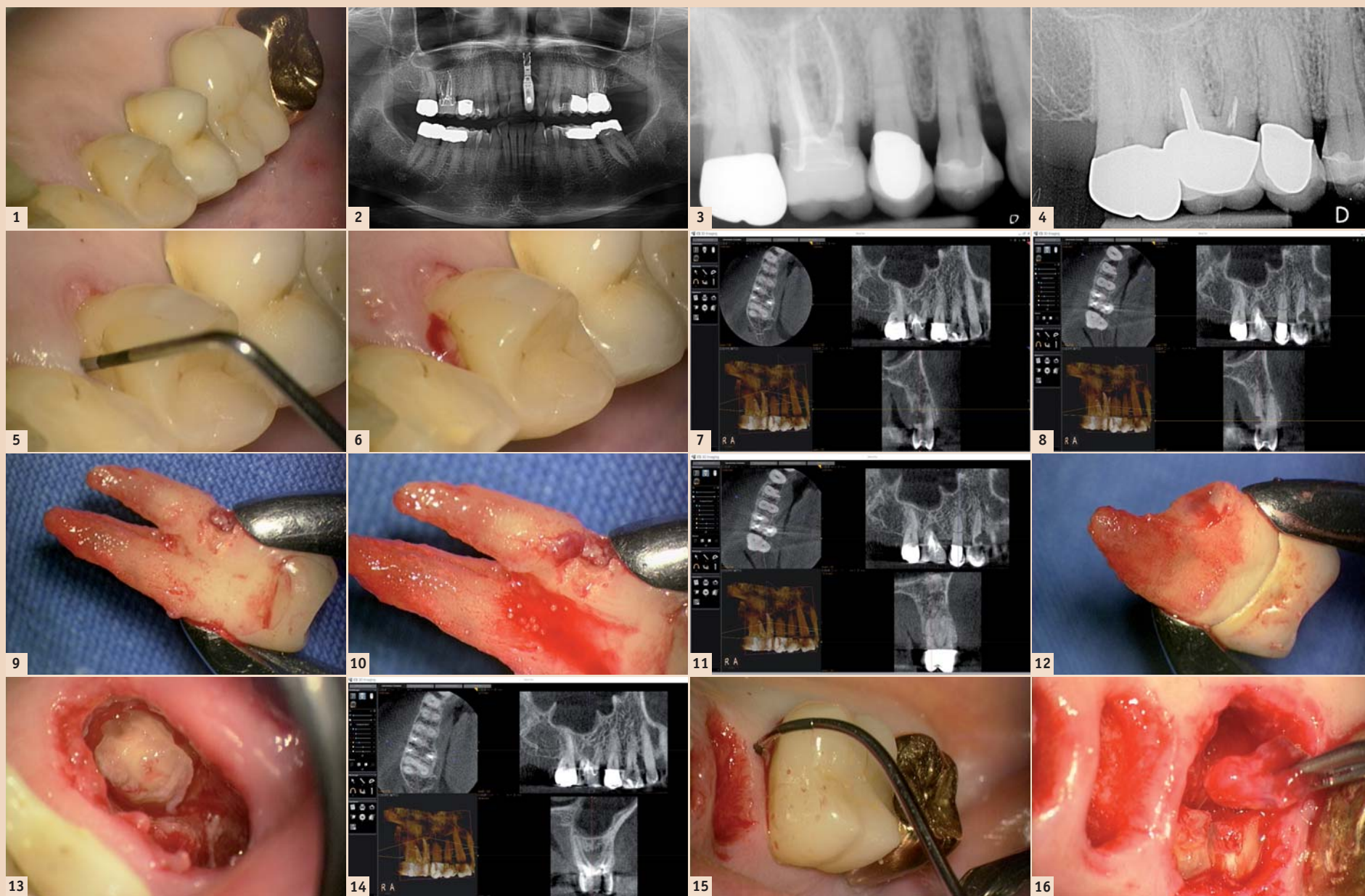


Abb. 1: Intraorale Situation 14, 15 und 16. – Abb. 2: Panorama-Schichtaufnahme. – Abb. 3: Einzelröntgenbild ungefiltert (Hochauflösend: 21 Linienpaare) 20.03.2011. – Abb. 4: Vergleichs-Röntgenbild: Situation vom 14.01.2004 vor der Revision Zahn 16. – Abb. 5: Zahn 14: mesio-palatinale Sondierungstiefe 7 mm und strukturelle Weichgewebeveränderung. – Abb. 6: Zahn 14: Blutung auf Sondierung. – Abb. 7: Zahn 14: mesio-palatinale Sondierungstiefe 7 mm, effektiver Knochenverlust: 5 mm. – Abb. 8: Zahn 14: mesio-palatinale externe Resorption. – Abb. 9: Zahn 14: mesio-palatinale externe Resorption. – Abb. 10: Zahn 14: mesio-palatinale externe Resorption: Detailvergrößerung. – Abb. 11: Zahn 15: horizontale Fraktur der palatinalen Wurzel. – Abb. 12: Zahn 15: horizontale Fraktur der palatinalen Wurzel. – Abb. 13: Zahn 15: horizontale Fraktur der palatinalen Wurzel. – Abb. 14: Zahn 16: interradikuläre Aufhellung. – Abb. 15: Zahn 16: interradikuläre Sondierung nach Extraktion der Zähne 14 und 15. – Abb. 16: Zahn 16: Entfernung des interradikulären Entzündungsgewebes.

Die Möglichkeiten der dreidimensionalen radiologischen bildgebenden Verfahren, welche der Zahnmedizin in Form der Cone-Beam Computertomografie (CB-CT), oder in Deutschland besser bekannt unter der Bezeichnung „Digitale Volumen-Tomografie“ (DVT), heute zur Verfügung stehen, hat die radiologische bildgebende Diagnostik enorm verändert. Die meisten Publikationen sprechen einfach von „der CB-CT“, respektive DVT-Aufnahme“, als ob die dargestellte Bildqualität und damit die Möglichkeiten in der Befundung für alle Systeme auf dem Markt dieselben wären. Dem ist aber nicht so: Die Bildqualität und damit die Möglichkeit der Befundung von Strukturen und Prozessen ist abhängig von den technischen Möglichkeiten, welches das eingesetzte System bietet und damit für jedes der auf dem Markt erhältlichen Systeme unterschiedlich.

## Möglichkeiten der Cone-Beam Computertomografie

Die Radiografie stellt eines der wichtigsten diagnostischen bildgebenden Verfahren in der Zahnmedizin dar, welche nicht invasiv Aufschluss über Prozesse ermöglicht. Diese können mit anderen Methoden nicht oder nur ungenü-

gend dargestellt werden. Röntgenaufnahmen sind aus der modernen Zahnmedizin nicht mehr wegzudenken und nicht selten gründen sich Misserfolge auf nicht oder nur ungenügend durchgeführte radiologische Diagnostik. Doch zeigt auch die Radiologie nur Prozesse, welche in ihrem Darstellungsspektrum liegen. Hier hat die kumulative zweidimensionale Röntgendiagnostik den Nachteil, dass alle darstellbaren Objekte, welche zwischen der Strahlungsquelle und dem Bildaufnahmesystem liegen, auf eine einzige zweidimensionale Bildebene übereinander projiziert werden. Entsprechend werden stärker radioopake Strukturen stärker dargestellt als weniger radioopake Strukturen. Dies führt dazu, dass gewisse pathologische Prozesse nur unzureichend oder gar nicht auf zweidimensionalen Röntgenbildern zur Darstellung gebracht werden können. Anhand eines klinischen Beispiels soll aufgezeigt werden, wie hier die dreidimensionale Radiologie in spezifischen Situationen helfen kann.

## Ein Fallbeispiel mit multiplen Pathologien

Eine 69-jährige Patientin wird mit unspezifischen Beschwerden anlässlich

der Recall-Untersuchung vorgestellt. Sie berichtet darüber, dass sich die Zähne im Bereich des ersten Quadranten „anders anfühlen“ als die restlichen. Zudem klagt sie über sporadisch auftretende Aufbissbeschwerden im Bereich der Zähne 16, 15 und 14, ohne die Lokalisation näher eingrenzen zu können. Die Zähne sind auf Wärme und Kälte indifferent und reagieren alle gleich „negativ“. Keiner der Zähne ist perkussionsempfindlich und die Aufbissbeschwerden können klinisch nicht reproduziert werden. Die parodontale Sondierung ergibt erhöhte Sondierungswerte am Zahn 14 von mesio-palatal, mit Blutung auf Sondierung, aber kein Exsudat. Die Gingiva an diesem Zahn weist eine leichte Strukturabweichung zum umliegenden Gewebe auf. Das zweidimensionale Röntgenbild zeigt keinen auffälligen pathologischen Befund und auch keine pathologische Veränderung beim Vergleich mit früheren radiologischen Aufnahmen desselben Gebietes.

## Die Befunde mittels Cone-Beam Computertomogramm

Aufnahmefeld-Größe 5x3,7 cm, Auflösung: 76 µm Voxelkantenlänge (Carestream CS 9000 3D)

Die dreidimensionalen Röntgenbildaufnahmen zeigen die effektiven Ausmaße des parodontalen Einbruchs mesial am Zahn 14 sowie eine externe Resorption der palatinalen Wurzel, am Zahn 15 eine horizontale Fraktur der palatinalen Wurzel und eine interradikuläre Aufhellung am Zahn 16. Diese Befunde konnten weder mit der zuvor angefertigten Panorama-Schichtaufnahme noch mittels hochauflösenden Einzelröntgenbildes dargestellt werden. Auch wäre die Darstellung dieser Befunde mittels zweidimensionaler Röntgenbilder für die Patientin kaum dahingehend darlegbar gewesen, dass sie der Entfernung der Zähne 14, 15 und 16 zugestimmt hätte. Am Befundungsmonitor in dreidimensionaler Darstellung war dies für die Patientin einleuchtend. Hierfür ist eine einfache und effizient zu bedienende Ansichts- und Diagnosesoftware notwendig, welche einerseits Schnitte in beliebiger Orientierung durch das Aufnahmevolumen, andererseits aber die Wiedergabe auch für Patienten einfach verständlich ermöglicht. Die Software muss ohne größeren Schulungsaufwand bedient werden können, damit auch unerfahrene Anwender (z.B. Überweiser) diese bedienen können.

Die CS 3D Imaging Software (Carestream) erfüllt diese Ansprüche hervorragend. Befunddarstellungen können zur Dokumentation und späteren Ansicht oder Befundweiterleitung einfach auf einem integrierten Dash-Board abgespeichert werden. Zudem ist in diesem Programm eine intuitiv einfach zu bedienende, aber trotzdem sehr hochwertige Implantat-Planungssoftware ohne Zusatzkosten integriert. Bei Bedarf können aus diesen Daten sogar direkt Implantat-Bohrschablonen hergestellt werden. Die gesamten Informationen können zudem auch direkt auf einen Datenträger (CD, DVD oder USB-Stick) gespeichert werden.

Das Aufnahmevolumen sollte bei CB-CT auf das „Field of Interest“ eingeschränkt werden. So wird die Röntgendosis und das Datenvolumen minimal gehalten. Alles, was auf dem Aufnahmevolumen dargestellt wird, muss auch einer Befundung unterzogen werden und erfordert zusätzlich Zeit. Die Röntgendosis kann zudem durch Vergrößerung der Voxelkantenlänge (Voxel = dreidimensionaler Pixel = „Volumen-Pixel“) bei der Aufnahmeerstellung weiter heruntersetzt werden, doch wird dadurch

# Stumpfaufbau leicht gemacht... mit Encore® D/C MiniMix®



Mit unserer speziellen Einheitsdosis-Technologie MiniMix ist das Einbringen von Material ein Kinderspiel!



Unser Encore D/C MiniMix-Kit enthält 36 Kartuschen und zwei Mischdüsen pro Kartusche sowie unsere spezielle Kanülenspitze. Dieses Kit reicht für 72 Stumpfaufbauten praktisch ohne Abfälle! Unser Produkt ist dualhärtend, für eine schnelle Lichtaktivierung, und die Kanülenspitze ermöglicht das Einbringen des Materials bis zum Boden eines Wurzelkanals. Darüber hinaus reduziert die geringere Größe und die einfache Verwendung die Behandlungszeit und verringert den Stress beim Patienten. Testen Sie Encore D/C MiniMix noch heute, und lassen Sie sich davon überzeugen, wie Centrix Zahnbehandlungen einfacher macht!



Bei Bestellung von Encore D/C MiniMix erhalten Sie **KOSTENLOS** eine 32er Packung unseres **Fluorid-Kavitätenlacks FluoroDose®!**

**Bestellen Sie telefonisch unter 0800 2368749**  
und geben Sie den Code an: **DT-ENC-813**

Weitere Informationen unter [centrixdental.de](http://centrixdental.de)  
Dieses Angebot gilt bis zum 31. September 2013



FINDEN SIE UNS  
AUF FACEBOOK  
Centrix, Inc



FOLGEN SIE UNS @  
CentrixInc



**centrix**®

Macht Zahnheilkunde einfacher.™

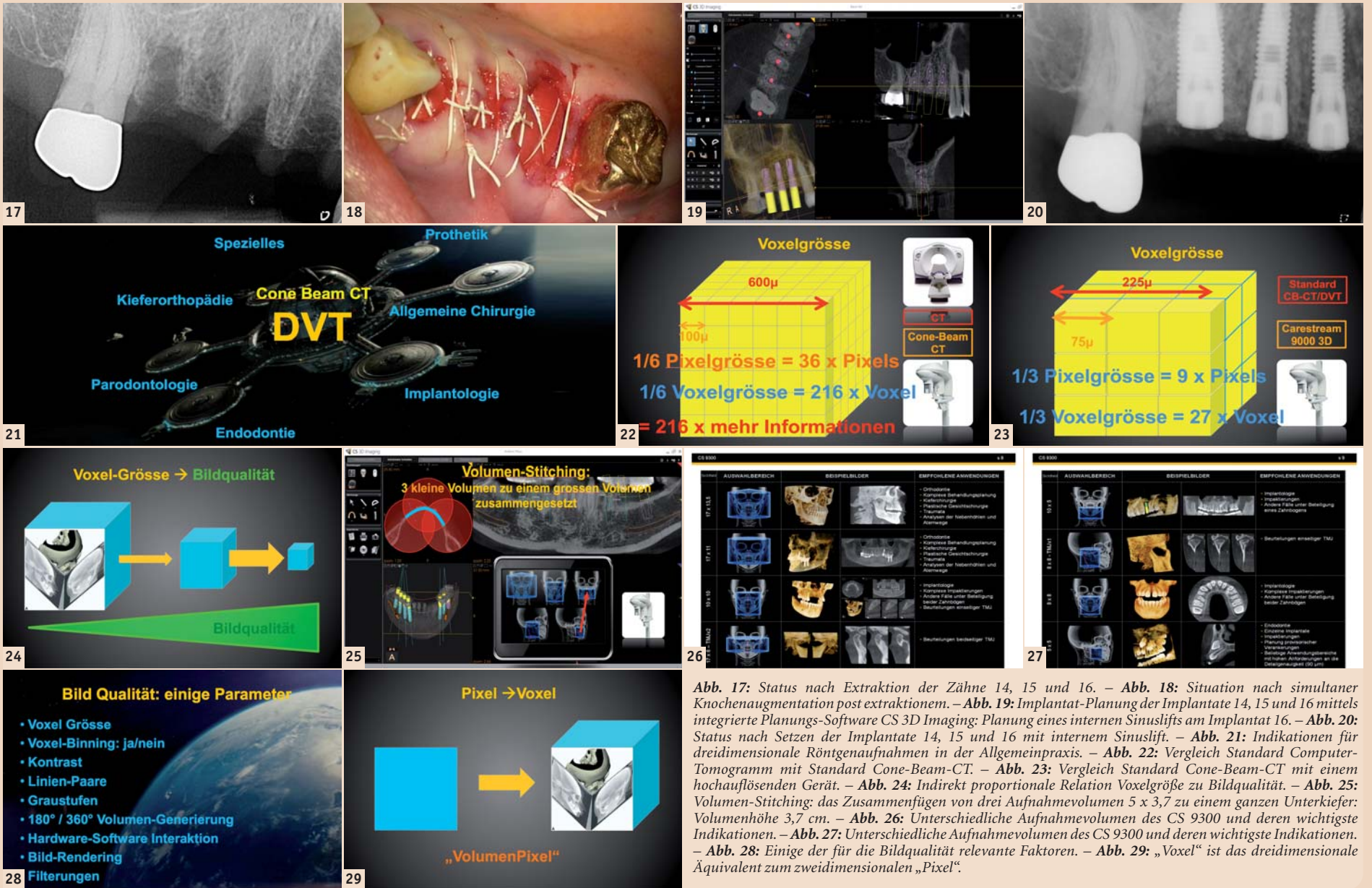


Abb. 17: Status nach Exzision der Zähne 14, 15 und 16. – Abb. 18: Situation nach simultaner Knochenaugmentation post exzisionem. – Abb. 19: Implantat-Planung der Implantate 14, 15 und 16 mittels integrierte Planungs-Software CS 3D Imaging: Planung eines internen Sinuslifts am Implantat 16. – Abb. 20: Status nach Setzen der Implantate 14, 15 und 16 mit internem Sinuslift. – Abb. 21: Indikationen für dreidimensionale Röntgenaufnahmen in der Allgemeinpraxis. – Abb. 22: Vergleich Standard Computer-Tomogramm mit Standard Cone-Beam-CT. – Abb. 23: Vergleich Standard Cone-Beam-CT mit einem hochauflösenden Gerät. – Abb. 24: Indirekt proportionale Relation Voxelgröße zu Bildqualität. – Abb. 25: Volumen-Stitching: das Zusammenfügen von drei Aufnahmevolumen 5 x 3,7 zu einem ganzen Unterkiefer: Volumenhöhe 3,7 cm. – Abb. 26: Unterschiedliche Aufnahmevolumen des CS 9300 und deren wichtigste Indikationen. – Abb. 27: Unterschiedliche Aufnahmevolumen des CS 9300 und deren wichtigste Indikationen. – Abb. 28: Einige der für die Bildqualität relevante Faktoren. – Abb. 29: „Voxel“ ist das dreidimensionale Äquivalent zum zweidimensionalen „Pixel“.

die Aufnahmequalität bezüglich Detaildarstellung drastisch reduziert. So hat eine konventionelle CT-Aufnahme mit 600 µ Voxelkantenlänge im Vergleich zu einer hochauflösenden CB-CT-Aufnahme mit 100 µ Voxelkantenlänge eine 216 Mal höhere Auflösung ( $6 \times 6 \times 6 = 216$ ), bei einer zurzeit maximal hochauflösenden CB-CT-Aufnahme mit 75 µ Voxelkantenlänge aber eine 512 Mal höhere Auflösung ( $8 \times 8 \times 8 = 512$ ) und eine Aufnahme mit 100 µ Voxelkantenlänge zeigt im Vergleich zu einer mit 300 µ Voxelkantenlänge eine 27 Mal höhere Auflösung ( $3 \times 3 \times 3 = 27$ )! Die Bildqualität und damit der Informationsgehalt der Aufnahmen werden also sehr stark von der gewählten Auflösung und dem eingesetzten System beeinflusst und muss dementsprechend vor der Aufnahme auf die Fragestellung abgestimmt werden.

Wichtig ist, dass die Röntgendosis-Exposition des Patienten gegen den Gewinn an Informationen abgewogen werden muss, doch sind die heutigen

modernen dreidimensionalen Röntgensysteme, was die benötigte Strahlendosis betrifft, massiv verbessert worden. Die Dosis kann mittels Aufnahmebereich-Eingrenzung und Anpassung der Bildauflösung an die Fragestellung zusätzlich gesenkt werden. So benötigt eine dreidimensionale Volumenaufnahme für ein hochauflösendes Volumen von 5 x 3,7 cm bei 75 µ Voxelkantenlänge mit dem CS 9300 3D in etwa dieselbe Strahlendosis wie eine niedrig dosierte moderne Panoramaschichtaufnahme.

Über 90 Prozent der Indikationen können in unserer Praxis mit dem kleinsten Volumen (5 x 3,7 cm beim CS 9000 3D und 5 x 5 cm beim CS 9300) dargestellt werden. Bei komplexeren Abklärungen oder aufwendigeren Planungen sind aber bei ca. zehn Prozent der Fälle größere Aufnahmevolumen sinnvoll: Bei modernen Geräten wie dem CS 9000 3D, welches nur ein Aufnahmevolumen von 5 x 3,7 cm\* (\* Carestream Dental: „Fokussiertes Aufnahmevolumen“) hat, können drei Volumenfelder zu einem einzel-

nen Volumen der Höhe 3,7 cm zusammengesetzt werden. Man spricht hier von einem „Volumen-Stitching“. Dies ermöglicht die Darstellung von ganzen Kiefern. Größere Systeme wie das CS 9300 können variable Felder darstellen. Für den Bedarf der meisten Indikationen in einer allgemeinen Zahnarztpraxis ist ein Aufnahmevolumen von 5 x 3,7 cm mit der Möglichkeit eines Stitchings eines kompletten Kiefers völlig ausreichend. Eine hohe Auflösung von mindestens 100 µ Voxelkantenlänge ist hier viel wichtiger!

Für die Bildqualität und damit für die Möglichkeiten in der Befundung, welches ein eingesetztes CB-CT liefert, sind verschiedene technische Faktoren relevant, u. a. die Voxelkantenlänge und damit die Voxelgröße als kleinste darstellbare Bildeinheit (entspricht der „Pixelgröße“ in der zweidimensionalen Bildgebung), das Voxel-Binning (softwaregesteuertes Zusammenfügen der kleinsten Bildinformationseinheiten zu größeren Strukturen), das Kontrast-

verhältnis des Aufnahmesystems und des Befundungsmonitors, die darstellbaren Linienpaare als Bildauflösungsparameter, die Erstellungsart des Aufnahmevolumens (180°- oder 360°-Aufnahmeverfahren), die Interaktion der Hardware des Aufnahmesystems mit demjenigen der angesteuerten Computersysteme und deren Verarbeitung in der eingesetzten Software (herstellereigener oder systemfremder Hard- und Software), der Bildprozessierung oder dem sogenannten Bildrendering und den zur Verfügung stehenden Filtermöglichkeiten in der Anwendersoftware. Die Bildbetrachtungssoftware mit den Filtermöglichkeiten sollte nach Möglichkeiten vom Hersteller des CB-CT-Systems stammen, da diese dadurch optimal auf die individuellen Spezifikationen des eingesetzten Gerätes abgestimmt werden kann. Herstellerfremde Softwareapplikationen sind immer mit Qualitätseinschränkungen in der Bild-darstellung verbunden.

ger und kann je nach Fragestellung zusätzlich eingegrenzt werden. Sie muss dennoch immer gegen den Gewinn an Informationen abgewogen werden.

Die dreidimensionale Radiografie ersetzt die zweidimensionale Radiografie aber nicht, sondern ergänzt diese. Dort, wo von vornherein eine klare Indikation für dreidimensionale Radiografie gestellt werden kann, sollte auf gleichzeitige zweidimensionale Röntgenaufnahmen innerhalb desselben Bildbereiches verzichtet werden, da die dreidimensionalen Aufnahmeverfahren diagnostisch den zweidimensionalen in allen Bereichen überlegen sind. [D]

**ANZEIGE**

**DIXI®**

**Tablet PC + App + Sensor**

Sensor DIXI III ✓  
Hst.-Abnahme ✓  
Einweisung ✓  
Installation ✓  
vor Ort ✓

**4.986,--€**  
excl. MwSt.

**ANTERAY GmbH** Brückkanalstraße 3 · 90537 Feucht · 09128 / 92 66 - 60 · info@dent-xray.de

**Kontakt**

Infos zum Autor

**Dr. Viktoria Kalla**

Infos zum Autor

**Dr. Robert Kalla**

**Zahnarztpraxis Kalla und EiD: Excellence in Dentistry Privates Dentales Forschungsinstitut**  
Margarethenstr. 59  
4053 Basel, Schweiz  
Tel.: +41 61 272 63 63  
zahnarztpraxis@kalla.ch  
www.kalla.ch

# » Informieren, bestellen und kaufen.

## Das Direct Sales & Information Tool

### Direct Sales & Information Tool

Einfach Informationen anfordern, Termine vereinbaren,  
Produkte bestellen oder Firmenprofile besuchen.

The image displays a collage of screenshots from the ZWP online website. The top left shows an article titled 'Deckprothesen mit Steganker'. The middle left shows a product page for 'BEGO Semados RI-Line TrayPlus'. The bottom left shows a search interface. On the right side, there are four navigation icons: 'Information' (i), 'Termin' (calendar with '28'), 'Bestellung' (shopping cart), and 'Firmenprofil' (house). A magnifying glass is positioned over the text 'Bego i Semados® S-Implantation' on one of the screenshots.

Mit einem Klick auf Fachartikel, Newsartikel, E-Paper oder Produktinformationen erreichen Sie schnell und einfach das Direct Sales & Information Tool auf ZWP online.

Direct Sales & Information Tool  
Erfahren Sie jetzt mehr!



# www.zwp-online.info

FINDEN STATT SUCHEN.

**ZWP** online