

## J. Morita Europe

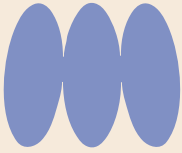
### Besser sehen, optimal therapieren

Mit DVT-Technik Fehldiagnosen vorbeugen



Risiken: erkennen - bewerten - handeln





# MORITA

Morita – bildgebende Diagnostik

## Besser sehen, optimal therapieren

### Mit DVT-Technik Fehldiagnosen vorbeugen

*Es ist nicht so, dass sie die Lösung nicht sehen. Es ist so, dass sie das Problem nicht sehen.*

Gilbert Keith Chesterton (1874–1936), englischer Kriminalautor, Erzähler und Essayist

Räumliche Tiefe fasziniert und schafft neue Einblicke. Das kann wahrscheinlich jeder bestätigen, der seinen Lieblingsfilm schon einmal in 3-D genossen hat. Doch nicht nur die Unterhaltungsindustrie ist in der dritten Dimension angekommen. Wissenschaftler verschiedenster Fachrichtungen entwickeln diese Technik schon lange nutzbringend weiter, denn was passionierten Kinogängern das Leben versüßt, kann anderen das Leben retten. Auch die Zahnmedizin ist nicht mehr zweidimensional, insbesondere was die bildgebende Diagnostik betrifft. Mit DVT, der „digitalen“ Volumetomografie, eröffnen sich Zahnärzten heute Möglichkeiten, von denen ihre Kollegen vor zwanzig Jahren nur träumen konnten. Das Schreckgespenst eines jeden Mediziners ist die Fehldiagnose. Das gilt auch und gerade in der Zahnmedizin. Viele Ursachen für Schmerzen und Beeinträchtigungen liegen unter dem Zahnfleisch oder unter der Mundschleimhaut. Der Arzt ist also auf die Bilder angewiesen, die ihm die zahnärztliche Röntgenologie liefert. Denn egal wie kompetent und erfahren ein Zahnmediziner auch ist, was er nicht sieht, kann er nicht behandeln. Wie fundiert seine Diagnose ist, hängt von seiner Sachkenntnis ab, doch die Röntgenaufnahme als wichtiger Teil der gesamten zahnärztlichen Diagnostik ist die Basis für seine Einschätzung. Dabei eröffnet gerade die DVT-Technik neue Optionen zur Risikominimierung, die in den verschiedensten zahnmedizinischen Gebieten zum

Tragen kommen, zum Beispiel in der Kieferchirurgie, Traumatologie, Parodontologie, Endodontie oder Implantologie. Doch während die Fachwelt den diagnostischen Fortschritt einhellig positiv bewertet, besteht im Hinblick auf die Indikationen nicht immer Einigkeit. Dieser Beitrag soll Risikogruppen in den einzelnen Gebieten differenzieren und zeigen, inwiefern moderne DVT-Geräte diese Herausforderungen meistern können. Experten sprechen dabei über ihre Erfahrungen und den Umgang mit Risiken in ihrem Fachgebiet.

### **„Vielschichtig“ röntgen – neue Perspektiven mit DVT**

Mit der digitalen Volumentomografie steht der Zahnmedizin seit 1997 eine Aufnahmetechnik zur Verfügung, die – ähnlich einer klassischen CT-Aufnahme – Rekonstruktionen in verschiedenen Ebenen und dreidimensionale Abbildungen erlaubt. Die Technik basiert auf einfachen zweidimensionalen Röntgenaufnahmen, aus deren Vielzahl durch einen komplexen mathematischen Algorithmus ein dreidimensionaler Bilddatensatz errechnet wird. Dem hohen Tempo, in dem sich die Computertechnik weiter entwickelt, ist es zu verdanken, dass diese Rekonstruktion heute mithilfe der sogenannten „gefilterten Rückprojektion“ fast in Echtzeit stattfindet. Die 3-D-Information liegt deshalb sofort digital vor und steht dem Zahnarzt zur Weiterverarbeitung zur Verfügung. Ähnlich wie bei der Computertomografie besteht bei dieser Aufnahmetechnik für den Zahnarzt die Möglichkeit, eine Sekundärrekonstruktion anzufertigen. Die in der Radiologie üblicherweise verwendeten axialen, koronalen und sagittalen Schichten kann er in beliebiger Größe und in definierten Abständen zueinander herstellen. Ebenfalls möglich ist die Rekonstruktion einer Panoramaschicht- oder einer dreidimensionalen Darstellung. Die Sekundärrekonstruktion hält außerdem eine ganze Reihe interessanter Zusatzfunktionen bereit – beispielsweise Möglichkeiten der Bildoptimierung, wie Veränderungen von Kontrast oder Helligkeit, Längen- und Winkelmessungen, farbliche Markierung anatomischer Strukturen oder die automatische Übertragung der Farbmarkierungen in allen Ebenen sowie die Vermessung von Distanzen im Raum.

Insgesamt bietet die dentale Volumentomografie gegenüber einer Spiral-CT einige erwähnenswerte Vorteile. Während bei Letzterer eine Strahlungsquelle die untersuchte Körperregion in Schichten von 0,5 bis 3,0 Millimetern in mehreren Rotationen scannt, erfasst die DVT den gesamten Ausschnitt in einem einzigen Umlauf. Daraus resultiert nicht nur eine Dosisreduktion um bis zu 80 Prozent verglichen mit einem CT-Standardprotokoll<sup>1</sup>, sondern die Methode ist auch einfacher in der Anwendung.

<sup>1</sup> 1 Millimeter Schichtdicke, 1,5 Millimeter Pitch, 120 mAs/Umlauf, 87 Millimeter Scanhöhe.



**Abb. 1** Entstehung der Drei-Ebenen-Darstellung der digitalen Volumentomografie aus einem Röntgenkegel. Quelle: cranium

Den Unterschied macht in diesem Falle ein kegel- bzw. konusförmiger Röntgenstrahl als Funktionsprinzip bei der DVT. Hierzu sind bei DVT-Geräten ein Flatpaneldetektor und eine Strahlenquelle auf den gegenüberliegenden Seiten eines drehbar gelagerten Arms montiert. Der Zahnarzt positioniert den Patienten im Isozentrum, während sich der Arm bei der Aufnahme-prozedur um mindestens 180 Grad um ihn dreht. Während des Umlaufs wird an definierten Winkelpositionen mit dem kegelförmigen Röntgenstrahl die Röntgenprojektion eines zylinderförmigen Volumens erreicht. Der Durchmesser ist vom Gerätetyp abhängig. Ein Beispiel für die Generation der modernen, speziell für die dreidimensionale Bildgebung entwickelten Geräte ist der 3D-Accutomo 170 von Morita, der über neun verschiedene Scanvolumina von 40 x 40 mm bis hin zu 170 x 120 mm verfügt.



**Abb. 2** Dreidimensionale Bildgebung auf hohem Niveau – der 3D Accutomo 170 von Morita. Quelle: Morita

## Risiken erkennen – Nebenbefunde mit einbeziehen

In einigen zahnmedizinischen Fachbereichen gilt die digitale Volumentomografie mit ihren neuen Möglichkeiten der räumlichen Darstellung heute als Standard. So zum Beispiel in der zahnärztlichen Chirurgie, der Implantologie oder der Parodontologie. Hier bietet die stetig weiterentwickelte Technik Optionen, Risiken zu vermeiden, weil der Zahnarzt durch die dreidimensionale Darstellung Zugang zu Informationen erhält, die über Erfolg oder Misserfolg einer Behandlung entscheiden können. So zum Beispiel bei den sogenannten Nebenbefunden. Hierbei handelt es sich um Veränderungen, die in der klinischen Fragestellung nicht erfasst werden, weil sie beispielsweise symptomarm sind. Für den Patienten können diese individuellen Voraussetzungen jedoch von höchster Bedeutung sein. Deshalb ist es besonders wichtig, die gesamten röntgenologisch dargestellten Regionen sorgfältig zu betrachten und zu befunden.

Ein Beispiel, bei dem dies zum Tragen kommt, ist die implantologische Therapie zur Wiederherstellung der Kaufunktion. Um den therapeutischen Umfang genau zu bestimmen, ist es besonders wichtig, das vorhandene Knochenangebot unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten zu evaluieren. Lange Zeit galt es Experten als ausreichend, eine Panoramaschichtaufnahme für die Implantatplanung anzufertigen. Mittlerweile setzt sich eine andere Meinung durch, die auf zunehmender klinischer Erfahrung mit der DVT basiert. Unveröffentlichte Ergebnisse einer quantitativen Auswertung von Volumentomografien bei ausreichendem vertikalem Knochenangebot in der Panoramaschichtaufnahme zeigten, dass in ca. 20 Prozent der Fälle überraschende Nebenbefunde sichtbar wurden, die für die Implantatplanung relevant waren.<sup>2</sup> Setzt ein Behandler zur Diagnostik vor operativen Eingriffen dreidimensionale Bildgebungstechniken ein, kann er damit zur Reduktion der Invasivität und folglich zur Senkung des Komplikationsrisikos und der postoperativen Beschwerden für den Patienten beitragen. Daher lautet die aktuelle Empfehlung der DGZMK, dass eine computer-gestützte Implantatplanung auf der Basis dreidimensionaler Röntgenverfahren mithilfe der DVT empfehlenswert ist.<sup>3</sup>

Doch auch in der zahnärztlichen Routinediagnostik werden digitale dreidimensionale Bildgebungstechniken immer häufiger zum Thema. Dabei stehen die damit verbundenen Mehrinvestitionen finanzieller und zeitlicher Natur den Fortschritten bei der Diagnose pathologischer Prozesse im Kieferbereich gegenüber. Wer an die Anschaffung eines DVT-Geräts denkt, wird sich auf einen erhöhten Aufwand bei der Ausbildung und dem diagnostischen Prozess selbst einstellen müssen. Hinzu kommt die ständige Abwägung, ob eine Indikation

<sup>2</sup> KZV aktuell RLP April 2010; S. 10.

<sup>3</sup> KZV aktuell RLP April 2010; S. 11.

vorliegt, die die höhere Strahlendosis gegenüber der bisher traditionell mit sehr niedrigen Strahlendosen verbundenen zahnärztlichen Bildgebung rechtfertigt.

Erfordert die Ausgangssituation bei einem Patienten aber eine räumliche Sichtweise, kann die digitale Volumentomografie andere dreidimensionale Bildgebungsverfahren, wie zum Beispiel die Computertomografie (CT) im zahnärztlichen Indikationsspektrum weitgehend ersetzen. Damit vermeidet der Zahnarzt auch die Nachteile einer CT, denn häufig ist eine solche Aufnahme nicht ohne Weiteres verfügbar. Darüber hinaus ist die Strahlendosis bei einer CT bis zu 40-mal höher als bei einer modernen DVT-Aufnahme.

### Plastisch sehen, besser entscheiden – Indikationen für die digitale Volumentomografie

Die dreidimensionale Bildgebung hat grundsätzlich einen wichtigen Vorteil: Sie kann anatomische Strukturen ohne Dimensionsverlust wiedergeben, was letztendlich dazu führt, dass der Behandler mehr Informationen aus den Daten ziehen kann. Denn die räumliche Zuordnung von anatomischen Strukturen wird in drei Dimensionen oft überhaupt erst möglich. So sieht der Zahnarzt zum Beispiel die räumliche Beziehung von Zahnwurzeln zum Verlauf eines Nervs oder die genaue Lage von verlagerten Zähnen oder er kann das zur Verfügung stehende Knochenangebot richtig beurteilen.



**Abb. 3** Mehr Informationen aus den Daten ziehen – mit dem 3D Accuitomo 170 von Morita. Quelle: Morita

Die dreidimensionale Darstellung von Volumendaten gilt deshalb heute als wichtiges Hilfsmittel in der klinischen Diagnostik und findet ein breites Anwendungsspektrum. Der Nutzen der neuen Technik zeichnete sich jedoch schon weitaus früher ab. Bereits 1989 wurde der Einsatz dreidimensionaler Bild Darstellungen in einer prospektiven Studie klinisch erprobt. In 90 Prozent der insgesamt 150 untersuchten Fälle haben die behandelnden Chirurgen die 3-D-Bild Darstellung als therapeutisch hilfreich eingestuft.<sup>4</sup> Insbesondere im kieferchirurgischen Bereich, aber auch in anderen zahnmedizinischen Fachbereichen ermöglicht die dreidimensionale Darstellung des Gesichtsschädels einen besseren räumlichen Eindruck.

<sup>4</sup> Langer et al, 1989.

Indikationen zur DVT liegen demnach vor allem dann vor, wenn die räumliche Darstellung von besonderer Bedeutung ist oder bei hartgewebsorientierter Diagnostik. Dazu zählen zum Beispiel dentoalveoläre pathologische Veränderungen wie Zysten oder parodontale und periapikale Läsionen, aber auch Form- und Lageanomalien von Zähnen und deren Relation zu Nachbarstrukturen wie Zahnwurzeln, Kiefer- und Nasenhöhle oder Nervenverläufe.

### **DVT als Teil der Diagnostik in der zahnärztlichen Chirurgie**

Schnittbildverfahren machen in der zahnärztlichen Chirurgie vor allem dann Sinn, wenn die Situation eine detaillierte räumliche Beurteilung der Morphologie und der pathologischen Veränderungen im Zahn-, Mund- und Kieferbereich erfordert. Ebenso relevant für den Erfolg einer Operation sind aber die räumlichen Beziehungen zu operativ bedeutsamen Nachbarstrukturen. Gleichzeitig kann die dreidimensionale Darstellung Risiken vermindern, die durch das OP-Trauma entstehen oder intraoperative Verfahren unterstützen.

### **„Den Patienten schon vor der OP unter der Schleimhaut kennen“**

*Dr. Markus Blume über Risiken bei der Operation, Qualität und den Stellenwert der Weiterbildung*

**Redaktion:** *Herr Dr. Blume, Sie leiten gemeinsam mit zwei Kollegen ein unabhängiges Überweiserzentrum für DVT-Diagnostik. Welcher Gedanke steht dahinter und wie läuft diese Diagnostik typischerweise ab?*

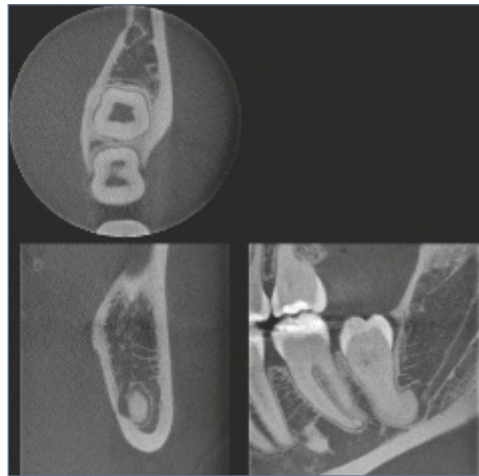
**Dr. Blume:** Zunächst einmal sind wir, das heißt meine Kollegen aus den Fachbereichen Implantologie, Parodontologie, Endodontologie und ich überzeugt, dass die digitale Volumentomografie in jedem dieser Gebiete helfen kann, Risiken zu minimieren. Der Anschaffungswert für qualitativ hochwertige Geräte ist mit rund 250 000 Euro aber immer noch sehr hoch. Wenn ein Zahnarzt eine DVT-Aufnahme benötigt, überweist er seine Patienten daher in der Regel für den röntgenologischen Befund zu uns. Wir erstellen die Aufnahmen mit dem Accuitomo von Morita, interpretieren die Bilder und schicken diese zum Überweiser, damit er selbst dann mit seinem Patienten darüber sprechen kann. Denn eines möchte ich ganz klar herausstellen: Eine Diagnose ist immer das Ergebnis mehrerer Befunde – und der röntgenologische Befund ist nur einer davon. Wenn ein Patient darauf besteht, teilen wir ihm den Befund auch sofort mit. Aber in der Regel verweisen wir an den überweisenden Zahnarzt, weil der den Patienten besser kennt. Bei den Aufnahmen ist dennoch immer ein Zahnarzt anwesend, das schreibt schon das Gesetz vor.



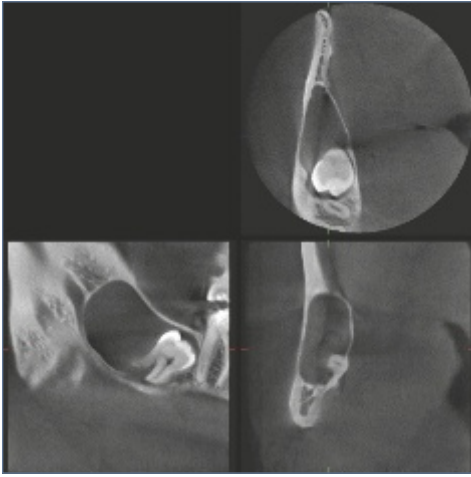
**Redaktion:** *Wo sehen sie in ihrem Fachgebiet Bedarf für die digitale Volumentomografie? Lassen sich bestimmte Risikogruppen definieren?*

**Dr. Blume:** Ein wichtiges Thema in diesem Zusammenhang sind Weisheitszähne beziehungsweise deren Lage oder Anzahl (Abb. 4). Es gibt zum Beispiel überzählige Zähne, die man auf konventionellen Röntgenaufnahmen nicht erkennt, weil sie gestaffelt hintereinanderliegen. Wenn der Behandler diese Besonderheit übersieht, besteht das Risiko, dass er einen Weisheitszahn aufwendig herausoperiert und der Patient nach einiger Zeit wieder Beschwerden hat.

Erwähnenswert ist auch das Problem der Zystenbildung. Follikuläre Zysten wachsen beispielsweise langsam, und da sie keine Schmerzen verursachen, werden sie oft erst im Rahmen eines Nebenfunds entdeckt (Abb. 5). Die größte Zyste dieser Art, die ich bei einem Patienten gesehen habe, hatte einen Durchmesser von sechs Zentimetern. Es kann dann tatsächlich passieren, dass bei kleinsten Belastungen der Kiefer bricht. Verschiedene Zysten haben im Röntgenbild auch eine charakteristische Ausbildung. Manche davon sind gekammert oder bilden mikroskopisch kleine Fortsätze. Wir befinden uns da quasi schon auf der Grenze zwischen Zyste und Tumor. Das erfordert auch einen anderen operativen Weg. Als Chirurg kann ich Risiken minimieren, wenn ich schon vor der OP weiß, um welche Art Zyste es sich handelt, weil ich auf der dreidimensionalen Aufnahme zum Beispiel die Mehrkammerigkeit erkennen kann. Wenn Zysten operativ entfernt werden müssen, gibt es noch weitere Lagebeziehungen im Kieferraum, die unbedingt beachtet werden müssen. So kann der Arzt zum Beispiel in der dreidimensionalen Darstellung sehen, wo der N. alveolaris inferior im Verhältnis zur Zyste entlang läuft. Bei den verhältnismäßig engen räumlichen Beziehungen sollte man vorher über dessen Lage Bescheid wissen, ansonsten können beim Patienten dauerhafte Schäden entstehen.



**Abb. 4** Lagebestimmung eines Weisheitszahns durch DVT. Quelle: cranium



**Abb. 5** Deutlich sichtbare folliculäre Zyste. Quelle: cranium

Was meiner Meinung nach unterschätzt wird, ist der Nutzen der DVT bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen. Gerade in der Altersgruppe der Elf- bis Vierzehnjährigen findet man häufig verlagerte Eckzähne, die dann operativ freigelegt werden sollen. Das ist ein sensibles Thema, denn bei diesen jungen Patienten hält sich die Begeisterung darüber, dass ihnen der Kiefer aufgeschnitten werden soll, in Grenzen. Die Situation sieht dann meistens so aus, dass man als Behandler einen unklaren Raum mit vielen neuen Zähnen sieht, in dem irgendwo die Eckzähne liegen können. Auf einer zweidimensionalen Aufnahme stellt sich das wegen der Überlagerungen oft sehr unklar dar.

Das ist nicht nur sehr schwierig zu operieren, es besteht auch das Risiko, gesunde Nachbarzähne zu beschädigen, wenn zum Beispiel eine Wurzel angefräst wird. Ein räumliches Bild vom gesamten Oberkiefer ist dann sehr hilfreich. Beim Accuitomo von Morita besteht auch die Möglichkeit, den Knochen vom Gerät quasi „herausrechnen“ zu lassen. Optisch stellt sich das als Zahnkranz dar, der in der Luft schwebt und den ich als Operateur beliebig drehen kann. Wenn der Patient in einer bestimmten Position vor mir liegt, drehe ich die Aufnahme entsprechend, sodass ich mir die Situation räumlich besser vorstellen kann. Wenn ich vorher weiß, wo der verlagerte Eckzahn liegt, benötige ich nur einen kleinen Zugang, um erfolgreich operieren zu können. Das verstehen die Patienten meist auch und investieren die private Zuzahlung.

**Redaktion:** *Weil wir gerade von zusätzlichen Funktionen sprechen – wie relevant sind für Sie die Unterschiede, was die Qualität der Aufnahmen betrifft?*

**Dr. Blume:** Meiner Meinung nach spiegelt momentan der Preis eines Geräts noch klar die Qualität wieder. Wir informieren uns regelmäßig, was der Markt anbietet. Denn natürlich läge es auch in unserem Interesse, einen kostengünstigen und trotzdem leistungsstarken Volumentomografen zu kaufen. Heute gibt es auch DVT-Geräte, die für 70 000 bis 90 000 Euro zu haben sind, allerdings mit aus meiner Sicht qualitativ deutlich schlechteren Bildergebnissen. Ich nehme an, die Entwicklung wird so verlaufen wie bei den CT-Geräten, wo nach einigen Jahren ebenfalls kostengünstigere Geräte verfügbar waren. Die Erfahrung hat aber gezeigt,

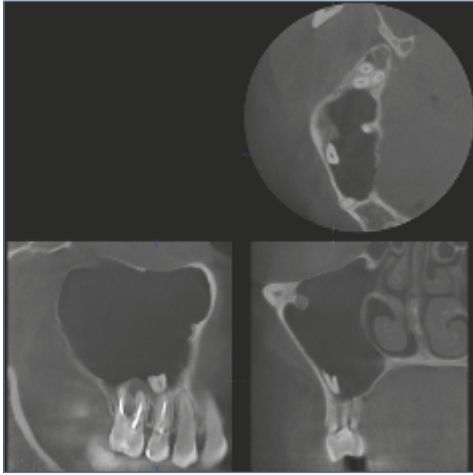
dass solche Geräte dann meist einfach auch nicht mehr zeitgemäß waren, und die hochwertigen Premium-Geräte weiterhin ihren Preis hatten. Deshalb bereuen wir auch nicht, dass wir uns für ein qualitativ überzeugendes Gerät entschieden haben. Die Überwieser erwarten von uns als Fachärzten und Spezialisten für digitale Volumentomografie sorgfältige Diagnosen. Diesen Ansprüchen fühlen wir uns verpflichtet.

**Redaktion:** *Gibt es noch weitere Beispiele für Risikominimierung durch DVT in der zahnmedizinischen Chirurgie?*

**Dr. Blume:** Durchaus. Die räumliche Darstellung macht bestimmte Anomalien sichtbar und verhindert dadurch unnötige operative Eingriffe. Ich denke da zum Beispiel an zusätzliche Zahnwurzeln, die beim konventionellen Röntgen nicht erkennbar sind. Nehmen wir einmal an, ein Patient hat nach ausgeführter Wurzelfüllung immer noch Beschwerden und es liegt kein nachvollziehbarer Grund vor. Dann kann es sein, dass in der dreidimensionalen Darstellung eine zweite Wurzel sichtbar wird, die Bakterien enthält und deshalb Schmerzen verursacht. Hätte man als Behandler keinen Zugang zu dieser Information, würde man anstelle einer einfachen zweiten Wurzelfüllung vielleicht unnötigerweise eine Wurzelspitzenresektion, vornehmen. Auch hier trennt sich, was die Qualität der Abbildung betrifft, wieder die Spreu vom Weizen. Geräte wie der Accutomo bieten auch bezüglich der Auflösung eine Qualität der Darstellung, die es dem Zahnarzt ermöglicht, auch dritte, vierte oder fünfte haarfeine Wurzelkanäle zu erkennen. Diese Kanalstrukturen kann man weder mit einem weniger leistungsstarken Tomografen noch mit herkömmlicher zahnmedizinischer Röntgentechnik abbilden.

Ein weiteres Beispiel für Anomalien, die DVT gut abbildet, sind Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Kiefergelenkdarstellungen lassen sich ebenfalls gut per DVT vollziehen. Die Lage der Kondylen kann mit 3-D-Renderings optimal kontrolliert werden.

Wenn wir von Risikovermeidung durch dreidimensionale Darstellung sprechen, sollten auch Operationen im Rahmen einer Kieferhöhlenentzündung angesprochen werden. Wenn eine frakturierte Wurzel bei einer Extraktion in die Kieferhöhle luxiert wird, gestaltet sich die Suche ohne räumliche Darstellung gern sehr langwierig. Die Wurzel muss aber auf jeden Fall gefunden werden, weil es sonst zu massiven Vereiterungen kommen kann. Früher wäre das ein typischer Fall für ein CT gewesen. Gerade in einem solchen Fall bietet die digitale Volumentomografie aber heute eindeutige Vorteile: Bei einer Computertomografie muss sich der Patient hinlegen. So entsteht das Risiko, dass die abgebrochene Wurzel in der Kieferhöhle verrutscht und die Position, die die Aufnahme dann anzeigt, nicht mehr stimmt. Diese Gefahr besteht beim DVT, wo der Patient in sitzender Position geröntgt wird, nicht (Abb. 6).



**Abb. 6** Schwierige Fälle durch DVT lösen: Radix in antro. Quelle: cranium

Ich würde aber gerne noch ein weiteres Risiko ansprechen: Bevor sich ein Zahnmediziner überhaupt an die 3-D-Diagnostik heranwagt, sollte er sich unbedingt gut und umfassend in diesem Spezialgebiet ausbilden lassen. Denn die hochwertigsten Aufnahmen sind nutzlos, wenn sie der Arzt nicht zu interpretieren vermag. Als Beispiel möchte ich hier nur die Komplikationen erwähnen, die durch Fehlinterpretationen wegen Artefakten entstehen. Das ist vor allem bei Metallfüllungen, Kronen, Brücken usw. der Fall. Artefakte werden bei mangelnder Erfahrung mit dieser Technik manchmal fälschlich als riesige Löcher interpretiert. Wir

haben bei cranium seit 2006 ungefähr 5 000 Aufnahmen ausgewertet und bilden auch aus.

**Redaktion:** Können Sie noch einmal zusammenfassen, welche Vorteile dem Zahnarzt als Chirurg aus der digitalen Volumentomografie erwachsen?

**Dr. Blume:** Der wichtigste Vorteil ist der verkürzte und genauere OP-Zugang. Der Chirurg kann dynamisch durch die 3-D-Aufnahmen fahren, die Operation quasi schon im Kopf durchführen. Das ist eine enorme Zeitersparnis, denn der Arzt kennt seinen Patienten sozusagen schon vor der OP unter der Schleimhaut. Für den Überweiser ergibt sich außerdem eine größere Kostensicherheit. Er muss dem Patienten einen Kostenvoranschlag liefern, der präziser ausfällt, wenn er bereits vor der Operation über eventuelle Komplikationen und den damit verbundenen Zeitaufwand informiert ist. Auf diese Weise vermeidet man nachträgliche Probleme auch bei der Erstattung von möglicherweise entstehenden Mehrkosten, die dem Patienten präoperativ nicht mitgeteilt wurden. Denn wenn es bei gerichtlichen Auseinandersetzungen um zusätzliche Kosten außerhalb des HKP-Rahmens geht, bekommt meist der Patient recht, da dieser nicht ausreichend Zeit hatte, über den Eingriff und damit verbundene Kosten nachzudenken. Der Zahnarzt bleibt dann gern auch mal auf seinen Kosten sitzen.



**Abb. 7** Dr. Markus Blume, Fachzahnarzt für Oralchirurgie. Quelle: cranium

*Dr. Markus Blume ist Fachzahnarzt für Oralchirurgie und Mitgeschäftsführer des unabhängigen Überweiserzentrums cranium in Köln. Seit 2006 ist das Institut einer der führenden praxisunabhängigen Dienstleister für 3-D-Navigation und DVT-Diagnostik im Rheinland. Im Gespräch gibt er Auskunft über risikobehaftete Ausgangssituationen und zeigt auf, welche Lösungen die digitale Volumentomografie bereitstellt.*

### **DVT als Hilfsmittel der Implantatplanung**

Die Bedeutung der digitalen Volumentomografie in der präimplantologischen Diagnostik hat in den vergangenen Jahren kontinuierlich zugenommen. Bei einfachen implantologischen Fällen kann eine Panoramaschichtaufnahme zwar ausreichen, sie ist aber nicht optimal. In der zweidimensionalen Aufnahme ist es für den Implantologen zum Beispiel schwierig, das vestibulo-orale Knochenangebot im Kiefer abzuschätzen. Darüber hinaus weist das Bild wegen des charakteristischen Aufnahmeverfahrens in verschiedenen Regionen Verzerrungen auf, die eine genaue Abstandsmessung erschweren. Der Zahnarzt muss dann unter Umständen zusätzliche Aufnahmen anfertigen.

Die digitale Volumentomografie hingegen liefert in der räumlichen Darstellung genaue metrische Daten. So kann der Arzt die ideale Position für das Implantat schon vor dem Eingriff festlegen, denn er kann dann entscheidende individuelle anatomische oder prothetische Erfordernisse in seine Überlegungen mit einbeziehen. Konkret hilft die dreidimensionale Darstellung dabei, vorhandenes Knochenmaterial optimal zu nutzen, einen notwendigen Knochenaufbau vorherzusehen und die traumatische Wirkung bei der Implantation so gering wie möglich zu halten. Um eine Schädigung von Nachbarstrukturen bei der OP zu vermeiden, wenden Zahnärzte in besonders schwierigen Fällen auch die dreidimensionale Bildgebung mittels CT an. Das Risiko, bei der Implantation benachbarte Zähne, Knochenmaterial oder Nervenbahnen zu schädigen, konnte so um 50 bis 60 Prozent reduziert werden. Bei der Entscheidung über die Art der Röntgendiagnostik muss aber auch die erheblich höhere Strahlenbelastung für den Patienten bedacht werden. Hinzu kommt, dass Zahnärzte

keine Computertomografen bedienen dürfen, während die zuständigen Radiologen wiederum nicht über die erforderliche dentalmedizinische Fachkenntnis verfügen. Dies legt nahe, die Computertomografie auf Fälle mit komplizierter Ausgangssituation beim Patienten zu beschränken. Die Einführung der digitalen Volumentomografie ermöglicht dagegen eine präoperative Planung auf Basis räumlicher Darstellung für nahezu alle implantologischen Fälle. Insbesondere muss der Implantologe keinen Radiologen mehr zurate ziehen.

### **„Ein guter Zahnmediziner ist immer auch ein guter Knochenmediziner“**

*Dr. Axel Roschker über präimplantologische Planung, virtuelle Welten, Legosteine und Risikoareale*

**Redaktion:** *Herr Dr. Roschker. In der Implantologie scheint der Nutzen der DVT-Technik zur Risikominimierung auf der Hand zu liegen. Können Sie bestimmte Fallgruppen festlegen, bei denen die dreidimensionale räumliche Abbildung besonders hilfreich ist?*

**Dr. Roschker:** Beginnen würde ich mit dem Thema Atrophien beziehungsweise Resorptionen in der implantologischen Rol (Regio of Interest), also dem Knochenverlust im zahnlosen Kiefer. Dieser Gewebeverlust findet in Stufen verschiedener Ausprägung statt, wobei bei den schwächeren Stadien nur das Volumen der Zellen abnimmt, während im fortgeschrittenen Stadium die Anzahl der Zellen rückläufig ist. Je ausgeprägter die Atrophie, desto mehr ist der Implantologe auf Vorplanung angewiesen, um das Risiko von Verletzungen und damit verbundenen Misserfolgen einzudämmen. Die Beschaffenheit des Knochenlagers ist die Grundinformation für jeden implantologischen Eingriff. Ein guter implantologisch tätiger Zahnmediziner sollte daher immer auch ein guter Knochenmediziner sein und den Umgang mit diesen sensiblen Geweben beherrschen. Dabei ist die Breite des Kieferkamms, die nur in der dreidimensionalen Darstellung zu erkennen ist, ebenso wichtig wie die Höhe des Kieferknochens, die auch auf zweidimensionalen Abbildungen dargestellt werden kann. Man kann also im Hinblick auf die Risikominimierung sagen: Wenn ein Zahnarzt ein Loch in den Kiefer bohrt, muss er wissen, welche Schäden er anrichten kann. Es gibt Areale, die im Rahmen der Implantatkavitätenbohrung problemlos aufbereitet werden können, weil dort keine wichtigen Nervenbahnen entlanglaufen. Es gibt jedoch sehr viel mehr anatomische Areale, die Risiken in sich bergen. Im Unterkiefer ist das im speziellen der 3. Trigeminusast, im Oberkiefer sind die Seitenzahnareale mit den Kieferhöhlen und die Frontzahnregion mit dem sensiblen Nasenboden problematisch. Insbesondere die den Sinus maxillaris begrenzenden Knochenwände beinhalten Nerven und Blutgefäße. All diese Besonderheiten, auch die Knochenkanäle, in denen Gefäß- und Nervanastomosen verlaufen, werden durch die digitale

Volumentomografie dreidimensional so erfasst, dass der Implantologe die damit verbundenen Risiken eindämmen kann.

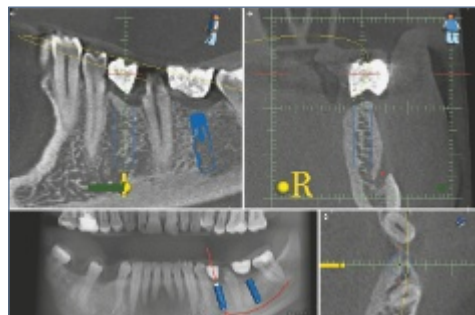
**Redaktion:** *Wir haben jetzt vorwiegend über die Quantität des Knochens gesprochen. Welche Rolle spielt die Knochenqualität?*

**Dr. Roschker:** Natürlich spielt auch die Qualität des Knochens eine bedeutende Rolle. Eine nicht erkannte niedrige Knochendichte erhöht das Risiko eines implantologischen Misserfolges beträchtlich. Generell gibt es vier verschiedene Abstufungen der Knochendichte, die von D1 bis D4 klassifiziert werden. Dabei bezeichnet D1 eine besonders hohe Dichte und D4 einen weichen, spongiösen Knochen. Diese Härtegrade sind für den Implantologen sehr wichtig, weil er den passenden Implantattyp zur Dichte auswählt und gegebenenfalls in sehr hartem Knochen ein Gewinde vorschneiden muss, um die Überhitzung des empfindlichen Gewebes bei der Implantatinsertion zu vermeiden. Die unterschiedlichen Härtegrade befinden sich auch in unterschiedlichen Regionen. Sehr harten Knochen finden wir beispielsweise im interforaminalen Bereich des Unterkiefers, einer Region, die aufgrund ihrer spangenartigen Form sehr bruchanfällig ist, und im Unterkieferseitenzahnbereich. Mittelharte Knochenstrukturen sind in der Regel im Oberkiefer anzutreffen, wo die trabekuläre Spongiosastruktur in gleichem Maße Gewicht reduziert und Festigkeit erzeugt. Im augmentierten Knochen mit xenogenen Ersatzmaterialien, sowie bei älteren Patienten ist die Knochendichte mittelhart bis weich.

Die digitale Volumentomografie erzielt hier sehr gute Ergebnisse bei der Abbildung der Knochendichte, weil die Spongiosaräume des Knochens sehr detailgetreu abgebildet werden, was dem Zahnarzt wieder Informationen zur Risikominimierung liefert.

**Redaktion:** *Viele Implantologen nutzen heute die Vorteile der Navigation. Inwiefern dient die digitale Volumentomografie bei diesem Thema konkret der Risikominimierung?*

**Dr. Roschker:** Die dreidimensional gestützte Implantatnavigation hilft bei der Operation, Risiken schon vorab zu mindern. Wenn ich in einem Risikobereich implantieren möchte, brauche ich vorher eine Sicherheit. Dabei ist die Navigation ein Zusatztool und zunächst einmal mit allen dreidimensionalen Rönt-



**Abb. 8** Sicherer implantieren: Ausschnitt aus einer modernen Planungssoftware (med3D). Quelle: cranium

genaufnahmen kombinierbar. Sie basiert auf der Technik, die durch die Volumentomografie oder mittels CT-Techniken erzeugten Bilder in eine separate Planungssoftware einzulesen, nachdem diese in ein spezielles Bilddatenformat (DICOM-Format) transferiert wurden. Die räumliche Darstellung als Hilfe für den Implantologen würde also grundsätzlich auch mit einem Multislice-CT funktionieren. Allerdings ist die DVT-Technik viel präziser und mehr auf die Erfordernisse der Zahnmedizin ausgerichtet. Konkret ist eine Implantatnavigation eine computergesteuerte Implantatlagebestimmung, die nicht in vivo am Patienten, sondern in einer Planungssoftware mit Unterstützung der digitalen Volumentomografie ausgeführt wird. Man könnte sagen, der Implantologe verlässt die reale „In-vivo-Welt“, begibt sich in eine virtuelle Welt und überträgt die erstellten digitalen Planungsdaten zurück auf eine reale Bohrhilfe, die zur Implantation im Mund inseriert wird. Es erfolgt also eine virtuelle Vor-Operation am Computer. Damit alles perfekt funktioniert ist eine genaue Ausrichtung und Abstimmung der Schablonen nötig, wenn die Röntgendaten in die Planungssoftware eingelesen werden. In der Planungssoftware wird die Schablone deshalb so lange gedreht, bis alles exakt übereinandersteht. Dabei dient oft ein in der Röntgenschablone integrierter Legostein zur Orientierung. Dieser ist von validierter Größe, seine Abmessungen bleiben immer gleich und das Material wird vom Röntgenstrahl erfasst. Man unterscheidet grundsätzlich die interne Navigation, welche der Zahnarzt mittels einer eigenen Planungssoftware (z. B. med3D) ausführen kann (Abb. 8), von der externen, die eine industriell gefertigte Navigationsschablone zum Einsatz bringt (z. B. SIMPLANT, Materialize). Der Ablauf gestaltet sich in beiden Fällen so, dass die Abformung von Ober- und Unterkiefer des Patienten in der Praxis genommen wird. Der Zahntechniker fertigt anhand der gewonnenen Modelle eine Röntgenschablone im Labor an. In den Bereichen, in denen implantiert werden soll, werden dazu Kunststoffzähne aufgestellt, die aus einem röntgendichten Material (in der Regel Bariumsulfat) bestehen, damit sie

später auf dem Röntgenbild zu erkennen sind (Abb. 9).

Mit dieser Schablone wird der dreidimensionale Scan angefertigt und die erstellten DICOM-Daten in die Planungssoftware eingelesen. Die gängigen Navigationsprogramme enthalten eine Datenbank mit den meisten auf dem Markt befindlichen Fixtoren als Umrisskizzen, welche dann in drei Ebenen an die implantologisch ideale Position „navigiert“ werden können: Entscheidend hierbei sind insbesondere die Position des Implan-



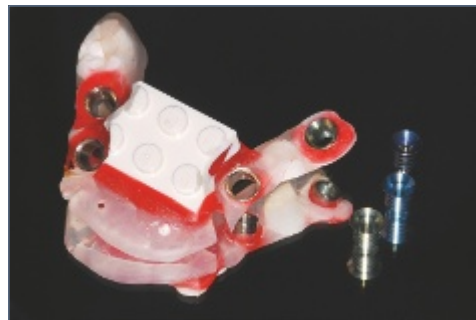
**Abb. 9** 3D-Aufnahme mit Röntgenschablone – zu sehen ist der radiopake Kunststoffzahn aus Bariumsulfat. Quelle: cranium



tes aus prothetischer Sicht sowie die Sicherheitsabstände zu Nachbarzähnen und zwischen mehreren zu inserierenden Implantaten. Diese Position wird dann über eine CAD/CAM-Technologie auf eine Fräsmaschine übertragen, welche die entsprechenden Löcher in die Röntgenschablone vorbohrt, die der Aufnahme der metallischen Bohrhülsen dient. Diese führen dann bei der In-vivo-Operation die Implantatbohrer in die richtige Richtung und Tiefe. Die Navigation dient damit nicht nur der Risikominimierung, sondern auch der Optimierung der Implantatpositionierung aus prothetischer Sicht. Die Bohrhülsen können dabei als Steckhülsen mit unterschiedlichen Durchmessern für die implantologische Bohrabfolge eingesetzt werden (Abb. 10). Oder es werden spezielle Hülsen benutzt, die im Schaftbereich bei jeder Bohrabfolge denselben Durchmesser besitzen. Dafür besitzen aber die Bohrer im Schneidebereich bei gleicher Schaftdicke den gewünschten Schneiden-Durchmesser. Durch die DVT-Technik ist dieses System so verlässlich, dass minimalinvasive Operationstechniken ermöglicht werden. Ich selbst bohre mit der Schablone nicht selten durch die geschlossene oder minimal gespreizte Zahnfleischdecke. Für den Patienten minimieren sich dadurch natürlich die postoperativen Unannehmlichkeiten erheblich.

**Redaktion:** Können Sie Beispiele für Fehlschläge nennen, die durch Navigation verhindert werden können?

**Dr. Roschker:** Natürlich. Ein Areal, in dem wichtige Nervenbahnen entlanglaufen, wie der Unterkiefer-Seitenzahnbereich, ist grundsätzlich problematisch, und der Vorgang des Implantierens erfordert Sorgfalt und genaue Planung. Insbesondere die knöchernen Anatomie in diesem Bereich weist lingual unter sich gehende Areale auf, die häufig zu Perforationen in den Mundboden führen. Das Implantat sitzt dann zwar krestal im Knochen, perforiert aber apikal den Kiefer. Eine ähnliche Problematik entsteht im Oberkiefer durch die Absenkung des Kieferhöhlenbodens in Folge einer Zahnextraktion. Die Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut in der Tiefe kann zu erheblichen Langzeitproblemen in der Ventilation führen. Nicht selten befinden sich im Implantatgebiet Fremdkörper, wie retinierte Zähne, Wurzelreste oder versprengte Amalgamreste, die durch die Überlagerungen von Geweben in der zweidimensionalen Röntgentechnik nicht erkannt werden können. Abgekrümmte Wurzeln von benachbarten Zähnen können durch ein Implantat beschädigt werden. Ent-



**Abb. 10** Bohrschablone med3D mit Steckhülsen und Legostein. Quelle: cranium

zündliche oder folliculäre Hohlräume im Implantatbereich sind ebenfalls häufig nur in der dritten Dimension zu erkennen. Hier ist nicht mit einer Osseointegration zu rechnen. Diese Komplikationen können durch die Navigation vermieden werden, weil Bohrtiefe, Bohrachse und Position der Implantate in Analogie zu den im Kieferkamm stehenden Restzähnen ausgerichtet werden können.

Zusammenfassend lassen sich folgende Punkte nennen, die der Implantologe über eine klinische und radiologische Diagnostik unbedingt abklären sollte, um Risiken zu minimieren: Implantatlänge, Implantatdurchmesser, Implantatangulation, Positionierung zu Nachbarstrukturen und die periimplantäre Knochenmenge. Mit einer guten Navigation auf der Basis der DVT-Technik kann er dies bewerkstelligen.



*Dr. Axel Roschker ist Mitgeschäftsführer im cranium Überweiserzentrum für 3-D-Diagnostik und Facharzt für Implantologie. Als solcher verfügt er über eine Vielzahl eigener Erfahrungen zur Risikominimierung durch DVT auf dem Gebiet der Implantologie.*

**Abb. 11** Dr. Axel Roschker, Fachzahnarzt für Implantologie. Quelle: cranium

### **DVT in der Parodontologie**

Rund 70 Prozent aller Deutschen leiden unter einer mehr oder weniger ausgeprägten Form von Parodontitis. Damit hat die bakterielle Erkrankung des Zahnhalteapparats die Karies bei den dentalen Volkskrankheiten fast abgelöst. Die steigende Bedeutung und die unaufhaltbaren Folgen der fortschreitenden Krankheit rechtfertigen die Suche nach neuen Möglichkeiten einer valideren Diagnostik. Dazu zählt auch der Einsatz von bildgebender Diagnostik, denn die Kenntnis des genauen Stadiums einer Parodontitis ist auch für andere zahnärztliche Fachgebiete, wie die Implantologie oder die Endodontologie, wichtig. Wird der Grad der Erkrankung vom Zahnarzt nicht richtig eingeschätzt, besteht das Risiko, dass die Behandlungserfolge ausbleiben. Erkrankungen des Parodonts zählen seit einigen Jahren (entsprechend DGZMK-Stellungnahme der AgRö) auch zu den Indikationen für die Anwendung der

digitalen Volumentomografie. Mithilfe der DVT kann die parodontale Situation räumlich beurteilt und ausgewertet werden. Damit ist es dem Parodontologen zum Beispiel möglich, ein-, zwei- oder dreiwandige Knochentaschen zu untersuchen oder die Furkationsbeteiligung richtig einzuordnen.

Auf dem Gebiet der Parodontologie ist die Anwendung der digitalen Volumentomografie außerdem in folgenden Indikationen sinnvoll:<sup>5</sup>

- Die Darstellung der marginalen Knochenkontur
- Die Bestimmung der Form und der Ausdehnung von Knochentaschen
- Die Bestimmung der Situation im Bereich der Furkationen mehrwurzeliger Zähne
- Die präoperative Diagnostik vor regenerativen und augmentativen Therapieverfahren
- Die Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit parodontal geschädigter Zähne im Zuge eines prothetischen Behandlungskonzepts
- Die Einschätzung des Parodontalspalts

### „Der Körper baut den Knochen ab, nicht die Bakterien“

*Dr. Andreas Ziggel über Knochendefekte, Kostensicherheit und Entscheidungshilfen bei der Therapieplanung durch die digitale Volumentomografie*

**Redaktion:** Herr Dr. Ziggel. In Deutschland bilden nur zwei Universitäten zum Fachzahnarzt für Parodontologie aus. Ist das nicht sonderbar, gemessen an der Verbreitung der Krankheit?

**Dr. Ziggel:** Das ist wahr, lässt sich aber erklären: Die Wertigkeit, wie die Fachärzte in Deutschland verteilt sind, legen immer noch die Landesregierungen mit den Universitäten fest. Deutschland ist aber traditionell schon immer ein Vorreiterland auf dem Gebiet der Prothetik gewesen. Deshalb hat man in der Forschung nie besonders viel Wert auf die wissenschaftliche und weiterbildungsorientierte Ausstattung in den parodontologischen Abteilungen gelegt. Dementsprechend werden die Vermittlung der darauf basierenden Therapiemethoden und die Ausbildungsmöglichkeiten zum Fachzahnarzt an vielen Universitäten stiefmütterlich behandelt. Mein Einstieg in dieses Gebiet war eigentlich die DVT-Diagnostik. 1997 kam das erste marktreife Gerät in Umlauf. Konrad Jacobs in Marburg gründete die Firma Newtom Deutschland und stellte in Deutschland das erste DVT-Gerät in seiner Praxis auf. Glücklicherweise war ich damals gerade Assistenzarzt bei ihm. Das heißt, ich hatte die Gelegenheit,

<sup>5</sup> Hirsch in „zahnärztliche Röntgenologie“, 2009, S. 44.

die Entwicklung der DVT-Technik von diesem Zeitpunkt an mitzuverfolgen. In erster Linie konzentrierten wir uns auf die implantologische 3-D-Knochenbeurteilung und navigierten mit einfachen Methoden Implantate in den Knochen. Hierbei schauten wir uns immer die umliegenden Zähne mit an. Dabei entwickelte sich automatisch ein Blick für Knochendefekte um den Zahn herum, und hierdurch wurde mein Interesse für die Parodontologie geweckt. Wenn man sich Ende der 1990er-Jahre mit der Parodontologie beschäftigen wollte, kam man an Prof. Flemmig an der Universität Münster nicht vorbei. Er ist einer der wenigen international anerkannten deutschen Koryphäen auf diesem Gebiet und etablierte eine der fundiertesten Fachzahnarztbildungen, die man in Europa erhalten kann. Ich nehme an, dass Prof. Flemmig damals in der reinen CT-Diagnostik bereits eine diagnostische Verbesserung für die Parodontologie erkannte und dass meine Bewerbung deshalb Berücksichtigung fand. Während meiner dreijährigen Weiterbildungszeit starteten wir an der Uni mit einer Studie, die die Validität einer quantitativen Detektierbarkeit von Knochendefekten in jeder Dimension durch Computertomografie untersuchte. Hier ging es insbesondere um schwere Parodontitis-erkrankungen mit ausgeprägten Knochendefekten. Diese sollten unter Berücksichtigung verschiedener Geräteeinstellung am CT in 3-D ausgewertet werden, um eine geringstmögliche Strahlenbelastung zu diskutieren. Die DVT-Technik kommt in der Parodontologie vor allen Dingen bei schweren Erkrankungen zum Einsatz. Noch immer ist für die Untersuchung einer Parodontitis ein konventioneller Röntgenstatus mit 10 bis 16 Einzelzahnfilmen der allgemein anerkannte Goldstandard für die bildgebende Diagnostik des Knochens. Mehr als eine Studie zeigt, dass dieser PA-Röntgenstatus eine ähnlich hohe, manchmal auch höhere Strahlenbelastung für den Patienten bedeutet, als ein niedrig dosiertes CT. Deshalb frage ich mich häufig, warum Zahnärzte und Versicherungen über den Einsatz eines DVTs – insbesondere bei schweren Erkrankungen – so angeregt diskutieren, weil gerade das DVT im Vergleich zum CT in der Regel mit einer wesentlich geringeren Strahlenbelastung einhergeht.

**Redaktion:** *Warum ist die DVT-Technik gerade in der Parodontologie besonders hilfreich?*

**Dr. Ziggel:** Nehmen wir einmal einen Beispielfall, der typisch für schwere Erkrankungen ist: Wir schauen einem Patienten in den Mund und erkennen auf den ersten Blick keine typischen Anzeichen für eine Parodontitis, also keine Schwellung oder Blutungen (Abb. 12).

Auf dem Röntgenbild wird dann sichtbar, dass nur noch die Wurzeln vom Knochen gehalten werden (Abb. 13). Leider ist es keine Seltenheit, dass das gute klinische Bild über das wahre Ausmaß der Erkrankung, d. h. die Schwere des Knochenverlusts, hinwegtäuscht. Viele dieser Patienten weisen einen fortgeschrittenen Knochenverlust auf, ohne an Zahnfleischrückgang zu leiden. In der Parodontologie haben wir folgendes Problem: Die Bakterien, die



**Abb. 12** Volkskrankheit Parodontitis: Auf den ersten Blick sieht der Zahnarzt oft keine Symptome. Quelle: cranium



**Abb. 13** Das Röntgenbild bringt es an den Tag: Nur noch die Wurzeln werden vom Knochen gehalten. Quelle: cranium

sich unter dem Zahnfleischrand sammeln, verursachen eine Entzündung, die sich in einer starken Schwellung des Zahnfleischs äußert. Diese Schwellung führt häufig dazu, dass Knochentaschen, die sich bereits gebildet haben, übersehen werden. Hinzu kommt, dass diese Patienten meistens keine Schmerzen haben und es auch lange dauert, bis ein Zahn aufgrund des Knochenrückgangs anfängt zu wackeln. Mehrwurzelige Zähne wackeln ohnehin seltener. Für den Zahnarzt liegt also nach der Erstinspektion erst einmal kein einschlägiges Krankheitsbild vor. Diese mögliche Fehlinterpretation kann durch einen Schnelltest, ein parodontales Screening (PSI), das Auskunft darüber gibt, ob tiefe Taschen vorliegen, weitestgehend vermieden werden. Auf Basis eines PSIs kann der Arzt sofort eine Verdachtsdiagnose über die Schwere einer Erkrankung erstellen. Mit einer speziellen Zahnsonde misst er stichprobenartig die Taschentiefe. Die Sonde zeigt vier Stufen und lässt eine schnelle Entscheidung innerhalb dieser vier Parameter zu. Wird Stufe vier angezeigt, liegt der Verdacht einer schweren Erkrankung nahe. Der Parodontologe erhält somit die Möglichkeit, die diagnostischen Optionen entsprechend der Schwere seines Verdachts zu wählen, hier im Speziellen auch die Röntgentechnik. Früher haben wir nach einem ausführlichen Taschenbefund die heute noch üblichen Zahnfilmaufnahmen gemacht und versucht, daraus die dritte Dimension der Knochendefekte abzuleiten. Daraufhin haben wir quasi erst einmal „lostherapiert“. Der erste Schritt ist auch heute noch eine Schwellungsreduktion, also eine konventionelle antibakterielle Therapie. Während dieser Therapie haben wir früher versucht, zusätzlich zum 2-D-Eindruck der Röntgenbilder unter Anästhesie über ein sogenanntes Sounding taktil einen räumlichen Eindruck des verletzten Knochens zu erhalten, um hieraus eine chirurgische Therapie abzuleiten. Um intraoperativ einen Überblick über die tatsächliche Lage und Morphologie der Defekte zu erhalten, wurden dann im zweiten Schritt die mutmaßlich schweren Knochendefekte

aufgeschnitten. Weitere chirurgische Entscheidungen wurden je nach vorhandener Situation abgestimmt. Problematisch wurde es an dieser Stelle, wenn die räumliche Vorstellung von den Defekten sich nicht mit der tatsächlichen Situation am freigelegten Kieferknochen deckte. Hieraus resultierten häufig falsche Schnittführungen und ein Umschwenken auf eine andere operative Technik, die zu starken Kostenveränderungen führen konnte. Nicht selten wurde das Budget des Patienten merklich zu seinen Ungunsten verändert.

80 Prozent der parodontalen Erkrankungen – also die leichten und mittleren – lassen sich entsprechend der Kriterien der gesetzlichen Kassen angemessen versorgen. Jedoch rund 20 Prozent der Erkrankungen können wir mit diesen gesetzlichen Vorgaben nicht ausreichend therapieren, da schwere Parodontalerkrankungen zeitlich, systematisch, technisch und medikamentös einen wesentlich höheren Aufwand für eine erfolgreiche Therapie erfordern. Berücksichtigt man nun, dass die gesetzlichen Kassen ein Zuzahlungsverbot während der beantragten Parodontitistherapie auferlegen, so entwickelt sich für den schwer erkrankten Patienten folgendes Szenario:

Er steht vor der Wahl, eine Extraktion der schwer erkrankten Zähne in Kauf zu nehmen, oder eine private Behandlung vornehmen zu lassen. Eine angemessene nichtchirurgische Therapie kann je nach Schwere und Zahnzahl zwischen 1 000 und 2 000 Euro kosten. Wie bereits erläutert, kann in den meisten Fällen erst nach der abschwellenden Therapie der chirurgische Aufwand abgeschätzt werden. Je nach Behandlungsergebnis in der ersten Phase können die weiteren Kosten der Chirurgie erheblich variieren. Ändert sich aufgrund einer Fehleinschätzung der Knochendefekte in der diagnostischen Phase nun auch noch während eines operativen Eingriffs die Therapieart, so können allein durch das Umschwenken auf eine regenerative Technik an einem Zahn zusätzlich zwischen 500 und 900 Euro Mehrbelastung entstehen. Wurde der Patient im Vorhinein an dieser Stelle nicht alternativ aufgeklärt, so kann jeder Zahnarzt forensisch und hinsichtlich der Kostendarstellung ins Schwitzen kommen. An dieser Stelle kann die DVT-Diagnostik als Mittel zur Risikominimierung und für mehr Kostentransparenz ins Spiel kommen.

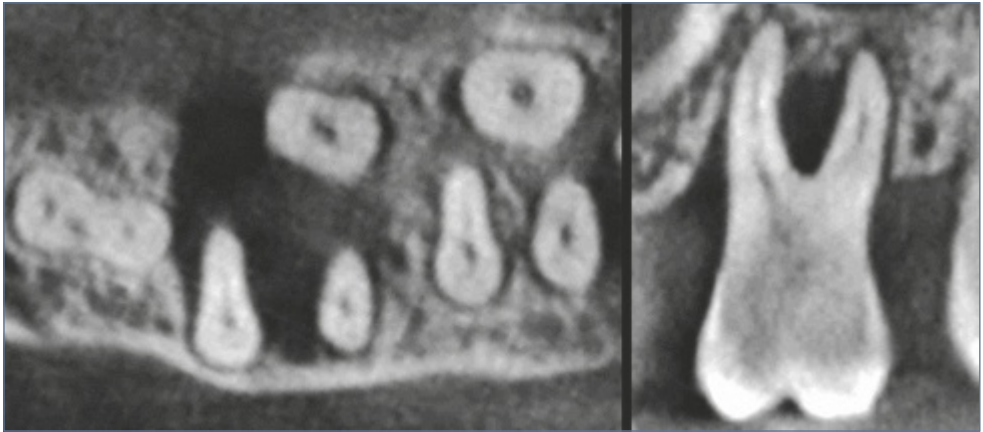
Mit einer 3-D-Aufnahme des Knochens kann ich das dargestellte Risikoprofil weitestgehend minimieren. Ich erhalte mit der DVT-Diagnostik die Möglichkeit, dem Patienten seine Gesamtkosten bereits vor Therapiebeginn transparent darzustellen, damit er in Ruhe darüber entscheiden kann, welcher Therapieweg für ihn erschwinglich und somit der richtige ist. Darüber hinaus ist es aufgrund der klaren DVT-Diagnostik gut möglich, weiterführende Kosten, die aufseiten des Hauszahnarztes nach einer PA-Therapie entstehen können, abzuschätzen. Über ein solches Gesamtbudget können wir dann aufklären, ob ein Zahn parodontologisch nicht zu erhalten ist und nach der Extraktion eine prothetische Lückenversorgung durch den

Hauszahnarzt ansteht. Im gleichen Beratungsgespräch können wir dem Patienten nun auch mögliche Behandlungsalternativen aufzeigen, die aus Kostengründen von der Idealtherapie abweichen, und ihm gleichzeitig die damit verbundenen zahnmedizinischen Kompromisse darstellen. Häufig können sich die Patienten die Behandlungskosten ihrer Parodontitis gerade noch leisten – bei Betrachtung der Gesamtkosten einschließlich möglicher prothetischer oder konservierender Folgekosten für eine festsitzende Idealtherapie kann die finanzielle Belastung jedoch zu groß werden. Solche Patienten würden aufgrund der Kostendarstellung somit eher das Ziehen behandlungswürdiger Zähne in Kauf nehmen und wahrscheinlich einen teilprothetischen Ersatz akzeptieren.

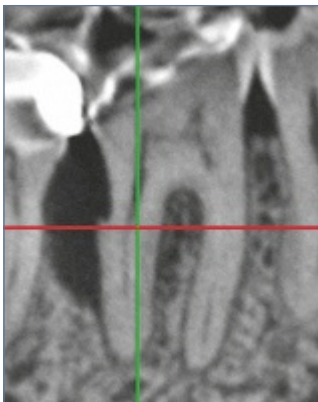
**Redaktion:** *Mit der DVT-Technik lassen sich also Risiken minimieren, die dadurch entstehen, dass sich Therapiestrategien während einer laufenden Behandlung ändern, über die der behandelnde Arzt und der Patient keine Kostensicherheit besitzt. Gibt es generell noch andere individuelle Krankheitsbilder, die beim konventionellen Röntgen übersehen werden können?*

**Dr. Ziggel:** Durchaus. Denn häufig orientieren sich große wissenschaftliche Arbeiten, die die Zahnprognosen in der Parodontistherapie betrachten, beispielsweise an der Restknochenhöhe entlang der Zahnwurzeln, am Grad der Furkationsbeteiligung (tunnelierende Defekte) an mehrwurzeligen Zähnen und an der Defektmorphologie bei tiefen Knochendefekten. Restknochenhöhen können im konventionellen 2-D-Bild nur rechts und links am Zahn gesehen werden und somit an einem Zahn überhaupt nur zu 50 Prozent beurteilt werden. Zudem kann der Zahnarzt kleine, muldenförmige Defekte von 1 bis 3 mm auf den meisten 2-D-Bildern gar nicht in der Tiefe bewerten. Eine Fehleinschätzung der Restknochenhöhe von 1 bis 3 mm kann jedoch zu erheblichen Bewertungsunterschieden in der Überlebenswahrscheinlichkeit eines Zahns führen. Die Beurteilbarkeit der Furkationsdefekte bei einem dreiwurzeligen Molaren anhand eines Zahnfilms entspricht ungefähr der Wahrscheinlichkeit eines Münzwurfs. Am Beispiel dieser Furkationsdefekte lassen sich die unterschiedlichen therapeutischen Auswirkungen der 2-D- und der 3-D-Diagnostik schön verdeutlichen. Schaut man auf einen normalen Zahnfilm, ist der Grad der Furkationsbeteiligung fast nicht zu erkennen. Denn der Zahnarzt kann die Wurzeln zwar errahnen, was sich zwischen ihnen abspielt, wird auf einem 2-D-Bild aber nur sehr selten dargestellt. Die dritte Dimension zeigt hier eindeutige Vorteile (Abb. 14).

In einem solchen Fall ist es besser, den Zahn so schnell wie möglich zu ziehen, bevor die fortbestehende Entzündung Nachbarzähne schädigt und Knochenaufbauten nach der Extraktion noch aufwendiger und teurer werden. Untersucht man tiefe Defekte anhand der 2-D-Bilder, so ist eine Beurteilung der den Defekt begrenzenden Knochenwände sehr



**Abb. 14** Eindeutige Vorteile der 3-D-Technik – Diagnostik der Furkationsbeteiligung mit Tunnel. Quelle: cranium



**Abb. 15** Besser bewerten durch dreidimensionale Bildgebung: tiefer Einbruch entlang der Wurzel. Quelle: cranium

fehleranfällig, aber deren genaue Erfassung für die Erfolgsprognose einer operativen Technik von bedeutender Wichtigkeit. Erst recht wenn der Patient selbst oder eine Versicherung diesen Eingriff finanzieren möchte. Auf einem 3-D-Bild kann der Parodontologe den Zahn beliebig drehen und aus verschiedenen Perspektiven diesen tiefen Einbruch entlang der Wurzel bewerten (Abb. 15).

Gerade durch die Aufsicht von oben wird sichtbar, welche Knochenwand noch intakt ist oder ob womöglich bereits ein trichterförmiger Defekt um die ganze Wurzel herum läuft. Besonders nachdenklich stimmt mich, wenn ich Studien lese, in denen dargestellt wird, dass 25 Prozent aller Zahnärzte bei einem radiologischen Knochenverlust (2-D) von 50 Prozent Zähne ziehen. Häufig folgt hierauf

ein Implantat, das ebenfalls durch Parodontitis gefährdet ist oder eine Brücke, die dann vermutlich auf geschwächte Nachbarzähne abgestützt würde! Beides erscheint nicht besonders beruhigend, da der Zahn ja bereits aufgrund einer verzweifelten Lage, nämlich wegen schwerer Parodontitis, gezogen wurde. Unter parodontologischen Kriterien können Zähne mit einer Restknochenstärke von 50 Prozent nach angemessener Therapie in den meisten Fällen aber langlebiger erhalten werden, als Implantate in einem schwer erkrankten Gebiss. Denn viele Therapiemethoden der schweren PA-Erkrankung zeigen bessere Langzeitprognosen als Implantate – umso wichtiger erscheint hier der Zahnerhalt.



Generell hilft also die DVT-Diagnostik Defektmorphologien dreidimensional einzuschätzen, um sich für eine geeignete Therapie zu entscheiden. So nimmt die geschätzte Wandigkeit tiefer Defekte Einfluss auf die Erfolgsaussicht einer bestimmten regenerativen Technik. Der chirurgische Eingriff ändert sich, je nachdem, ob der Defekt tief und einwandig ist oder einfach nur eine flache muldenförmige Morphologie von unter 3 Millimetern zeigt. Denn diese Defekte lassen sich gemäß der wissenschaftlichen Datenlage unter bestimmten Voraussetzungen häufig mit wesentlich günstigeren Therapiemethoden als durch die regenerative Technik erfolgreich behandeln, solange die Restknochenhöhe mindestens 30 Prozent beträgt. In solchen Grenzfällen wäre es doch beruhigend, wenn der Zahn in jeder Dimension 30 Prozent Stabilität zeigt, bevor wir dem Patienten eine Versprechung im Rahmen der wissenschaftlichen Daten machen. Das Hauptziel einer jeden Parodontitis-Therapie ist es doch eigentlich, die Taschen, sei es eine Zahnfleisch- oder eine Knochentasche, zu verkleinern, damit sauerstoffarme Milieus vermieden werden. Denn die krankheitsrelevanten Bakterien sind häufig anaerob, vertragen also keinen Sauerstoff. Je mehr wir also über die Ausmaße und die Lage einer Tasche valide erfahren, desto genauer können wir die Therapie darauf ausrichten, diese erkrankten Strukturen so umzugestalten, dass die Bakterien einen höheren Sauerstoffanteil vorfinden, sich somit weniger schnell vermehren und die individuelle Mundhygiene einen besseren Zugang findet. Weniger Bakterien bedeuten auch, dass der Körper weniger heftig mit seiner Immunabwehr reagiert, was positiv zu bewerten ist, denn der Körper selbst vollzieht den Knochenabbau, nicht die Bakterien. Mithilfe der DVT-Diagnostik kann sich nun der Parodontologe ein genaueres Bild von den Taschen machen und ist nicht mehr ausschließlich auf die Messwerte der Taschenbefunde, die mittels einer Sonde und eines herkömmlichen Zahnfilms ermittelt wurden, angewiesen. Denn zu den Interpretationsfehlern herkömmlicher Röntgenbilder kommen an dieser Stelle auch noch Messfehler von rund 2 mm, die beim Aufnehmen der klinischen Taschentiefen mit der eigenen Hand entstehen können und dadurch natürlich die Behandlungsentscheidung erheblich beeinflussen. Hier könnte beispielsweise eine reale Taschentiefe von 4 Millimetern durch diesen Messfehler als 6 Millimeter interpretiert werden. Der Patient würde somit entsprechend der Kassenrichtlinien zu einem chirurgischen Fall. Dabei würde sich diese tatsächlich 4 Millimeter tiefe Tasche nach einem chirurgischen Eingriff noch weiter verschlechtern, während sie sich ohne Chirurgie äußerst effektiv behandeln ließe. Vermutlich steigert eine DVT-Diagnostik die Sensitivität der parodontalen Befunde und verbessert aufgrund der guten Knochendarstellung die Erstellung einer Zahnprognose an schwer geschädigten Parodontien.

Vielleicht können wir in Zukunft die Erhaltungswürdigkeit eines Zahns, der zu 50 Prozent geschädigt ist, dank der 3-D-Technik sicherer bestimmen. Unter den Zahnärzten würde

objektiv mehr Vertrauen in die Befunde und in entsprechende zahnerhaltende Therapien gesetzt werden. Denn auch dieser Zahn wird vielleicht später einmal eine Füllung oder eine Krone benötigen. An dieser Stelle steht nur der Behandler seinem Patienten gegenüber in der Verantwortung. Unter Abwägung aller Kriterien, auch der parodontologischen, kann er den zweijährigen Erhalt garantieren. Deshalb sind die Unsicherheiten, die zu einer Extraktionsentscheidung an dieser Stelle führen, nur zu verständlich und häufig helfen bei diesen Entscheidungsmustern wissenschaftliche Überlebenswahrscheinlichkeiten nach einer Parodontitistherapie trotz ihrer Aussagekraft nicht weiter. Denn diese zeigen, dass 97 Prozent der Zähne mit 50 Prozent Knochenverlust die nächsten 10 Jahre erhalten werden können.<sup>6</sup>



*Dr. Andreas Ziggel, Mitgeschäftsführer im cranium Überweiserzentrum für 3-D-Diagnostik, ist Fachzahnarzt für Parodontologie. Er sieht in der dentalen Volumentomografie vielversprechende Möglichkeiten.*

**Abb. 16** Dr. Andreas Ziggel, Fachzahnarzt für Parodontologie. Quelle: cranium

### DVT in der Endodontie

Auch in der Endodontie kann die digitale Volumentomografie wertvolle Hinweise auf die Konfiguration und Durchgängigkeit der Wurzelkanäle liefern und so die Behandlungsplanung erheblich erleichtern. Dabei ist ausschlaggebend, dass die Auflösung des verwendeten Systems eine Darstellung der feinen Strukturen, die in der Endodontie bewertet werden müssen, überhaupt zulässt. Hochwertige Geräte wie auch das Morita 3D Accuitomo oder Veraviewepocs 3D haben das Potenzial, eine Fülle von Fragestellungen in diesem Fachgebiet zu beantworten. Dazu zählen zum Beispiel:

- Die Diagnostik apikaler Veränderungen, insbesondere bei Vorliegen klinischer Auffälligkeiten

<sup>6</sup> McGuire, Michael.K., Nunn, Martha.E. Prognosis versus actual outcome. Part III. The effectiveness of clinical parameters in accurately predicting tooth survival. J Periodontol 67: 666 (1996)

- Die Bestimmung der Wurzelkanalanatomie, insbesondere bei mehrwurzeligen Zähnen mit komplizierter Wurzelkonfiguration
- Die Darstellung von Anomalien der Wurzeln oder des Wurzelkanalsystems und die Lokalisierung zusätzlicher Wurzelkanäle und deren Verlauf
- Die Detektion und Differenzialdiagnostik interner Resorptionen, externer Resorptionen und invasiver zervikaler Resorptionen
- Kontrollen nach der endodontischen Behandlung, besonders bei anhaltenden Beschwerden
- Die Diagnostik von Wurzelfrakturen und Luxationen nach Trauma
- Die Abbildung von Komplikationen bei endodontischen Behandlungen (z. B. via falsa, Perforationen, Verbringung von Wurzelfüllungsmaterialien oder Lokalisierung von Instrumentenfragmenten)
- Die Planung und Durchführung endodontisch-chirurgischer Behandlungsmaßnahmen

### **„Fallstudien zur Anwendung von DVT im Bereich der Endodontologie gibt es in Hülle und Fülle“**

*Marc I. Semper über versteckte Wurzelkanäle, Mathematik und Indikationen für die digitale Volumentomografie*

**Redaktion:** Herr Semper, ist die digitale Volumentomografie auch für die Endodontologie ein Fortschritt?

**Semper:** Generell lässt sich sagen, dass für den Bereich der Endodontologie noch nicht viele Studien existieren, die den Nutzen der DVT auf diesem Gebiet auf wissenschaftlich hohem Niveau belegen. Das betrifft auch die Bewertung der qualitativen Auswirkungen auf die Behandlungsplanung und die zu erwartenden Ergebnisse. Das mag ernüchternd klingen, soll aber nur verdeutlichen, dass dringender Bedarf an gut aufgebauten und validen Studien besteht, um den Nutzen der DVT in Bezug auf diagnostische Sicherheit, Einschätzung endodontischer Problemstellungen und Relevanz für die endodontische und endochirurgische Behandlungsplanung zu belegen. Grundsätzlich sollte sich der endodontologisch tätige Kollege darüber im Klaren sein, welche Indikationen als gesichert betrachtet werden können. Im Prinzip kann er sich dabei an zwei Leitlinien orientieren: an der „S1 Leitlinie Dentale Volumentomografie“ der DGZMK und an den „Guidelines on CBCT for Dental and Maxillofacial Radiology“ der SEDENTEXCT, die auch einen Überblick über die relevante Literatur gibt und international auf einem sehr hohen Niveau steht. Die DGZMK gibt bislang im Prinzip nur drei

Indikationen an, nach denen die digitale Volumentomografie in der Endodontie indiziert ist: Dazu gehören die apikalen Veränderungen, wenn sie auf zweidimensionalen Aufnahmen nicht auszumachen oder räumlich korrelierbar sind. Weiterhin zählen dazu die Wurzelfrakturen. Das hat übrigens auch mathematische Gründe: Bei einer Volumentomografie ist es bei Hunderten von Einzelbildern in allen Ebenen und drei Dimensionen wahrscheinlicher, dass man eine Fraktur erkennt, als bei einer konventionellen und zweidimensionalen Röntgenaufnahme, die letztlich eine Summation aller Ebenen darstellt. Die dritte Indikation ist die Lokalisation von Wurzelresorptionen, also Auflösungsprozessen in, an und um die Wurzel herum. Die Guideline der SEDENTEXCT geht darüber hinaus und führt an, dass ein DVT auch dann indiziert sein kann, wenn zum Beispiel krankhafte von normaler Anatomie abgegrenzt werden muss. Ebenso die räumliche Lagebestimmung von Nachbarstrukturen: Wie nahe liegt eine Wurzelspitze an der Austrittsstelle eines Nervs? Dieses Wissen ist wichtig für die Planung von Wurzelspitzenresektionen. Auch die Untersuchung bezüglich aberranter Pulpastrukturen kann laut der erwähnten Guideline eine Indikation darstellen. Ein weiterer Punkt, den die Leitlinie der DGZMK bislang überhaupt nicht berücksichtigt, sind Perforationen, die zum Beispiel bei der Trepanation, der Wurzelkanalaufbereitung oder der Stiftpräparation entstehen können. Gleiches gilt für die Lokalisation zusätzlicher Wurzelkanäle. Nicht selten hat ein Zahn ein oder mehrere akzessorische Wurzelkanäle. Ein Thema, das häufig unterschätzt wird, ist auch die Behandlungsplanung für die Entfernung von abgebrochenen Instrumenten. Ein Großteil der Fälle in unserer Praxis sind Revisionen, also die Wiederholung fehlgeschlagener Wurzelkanalbehandlungen, bei denen nicht selten das Bruchstück einer Feile die Durchgängigkeit des Wurzelkanals verhindert, was wiederum für den Desinfektionserfolg Voraussetzung ist.

**Redaktion:** Soweit zu den Indikationen. Inwiefern kann die digitale Volumentomografie bei der Risikoeinschätzung helfen?

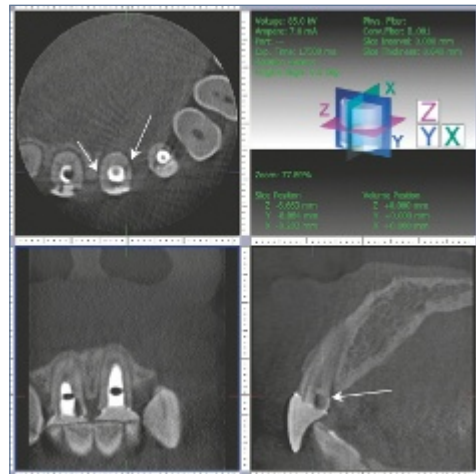
**Semper:** Nehmen wir als Beispiel einmal die Beurteilung von Entzündungen im Bereich der Wurzelspitze. Hier ist die digitale Volumentomografie eindeutig überlegen. Durch die Summationseffekte beim konventionellen Röntgen werden diese Defekte „beschönigt“. Wenn der Röntgenstrahl auf den Knochen trifft, wird er in den verschiedenen Ebenen in unterschiedlichem Maße abgeschwächt. Durch die Überlagerung intakter Knochenstrukturen um den eigentlichen Defekt herum erscheint dieser auf der zweidimensionalen Röntgenaufnahme nicht so dramatisch, wie er in Wirklichkeit ist. Der Zahnarzt erhält also durch die Betrachtungsmöglichkeit aller einzelnen Ebenen im DVT unter anderem auch bei der apikalen Parodontitis eine realistischere Darstellung der Anatomie.

Zum Thema Risikoeinschätzung im Bereich des Knochens lässt sich außerdem sagen: Viele Entzündungen durch Nekrosen bzw. Bakterien können weitreichend auf das Parodont übergreifen. Im Gefolge dieser Infektion baut sich der Knochen ab und es entstehen Defekte unterschiedlicher Ausdehnung. Die Größe und die räumliche Ausdehnung dieser Läsionen lassen sich mithilfe der Volumentomografie sehr zuverlässig beurteilen und hilft uns bei der Entscheidung, ob Zahn und Parodont rein durch endodontologische Behandlungsmaßnahmen geheilt werden können, ob die Kombination einer endodontologischen und einer parodontologischen Behandlung erforderlich ist, oder ob der Zahn entfernt werden muss und nach einer Augmentation implantiert werden kann. Fehlplanungen können so weitgehend minimiert werden. Ich habe eine bessere Sicht auf die Anatomie und kann so die Behandlungsstrategie genauer festlegen, insbesondere im Zusammenspiel mit anderen Spezialisten.

Ein sehr wichtiges Thema, wenn wir über Risikoausschluss sprechen, sind die Wurzelfrakturen. Diese sind auf der zweidimensionalen Aufnahme nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit zu diagnostizieren – es sei denn, sie liegen direkt im Röntgenstrahl oder die Fragmente haben bereits eine Lageveränderung erfahren. Nur wenn der Röntgenstrahl in idealer Weise auf, bzw. durch den Frakturverlauf trifft, sieht man vielleicht die „berühmte schwarze Linie“ oder eine Anmutung hiervon. Bei einem DVT hingegen ist die Chance sehr hoch, dass sowohl die horizontale und – von noch größerer Bedeutung – auch die vertikale Wurzelfraktur mit höherer Wahrscheinlichkeit erkannt werden kann (Abb. 17).

Wenn man durch die einzelnen Schichten „fährt“, wird sich die Frakturlinie auf jeder Ebene fortsetzen und ist somit viel leichter erkennbar. Bei einer Fraktur ist in der Regel die Extraktion indiziert, somit kann ich als Endodontologe das Risiko minimieren, einen Zahn zu behandeln, der womöglich gar nicht erhalten werden kann.

Ein weiterer Punkt sind Resorptionen. Deren Ursachen sind ebenso unterschiedlich, wie ihre Lage: Es gibt unter anderem interne Resorptionen, die ihren Anfang vom Zahninneren aus nehmen, externe Resorptionen und invasive zervikale Resorptionen, deren Auslöser, wie es die Bezeichnung schon ausdrückt, außerhalb der Zahnhartsubstanz zu finden sind. Auf



**Abb. 17** Mit zweidimensionalen Aufnahmen fast unmöglich: die Diagnostik einer vertikalen Wurzelfraktur, hier in 3-D. Quelle: cranium

einer konventionellen zweidimensionalen Röntgenaufnahme kann eine Resorption erst ab einer bestimmten Größe detektiert werden. Gerade bei der Therapie von Resorptionen spielt aber das frühestmögliche Eingreifen die entscheidende Rolle für eine günstige Behandlungsprognose. Ferner kann der behandelnde Zahnarzt nicht ohne Weiteres ausmachen, ob eine Resorption zu ihm oder zum Gaumen gewandt ist. Erst die genaue Lagebestimmung einer Resorption ermöglicht eine wirklich exakte Behandlungsplanung und Aufklärung des Patienten bezüglich möglicher weiterer Schritte, wie zum Beispiel eine begleitende parodontalchirurgische Operation. Interne und externe Resorptionen sind in der digitalen Volumentomografie in ihrer ganzen Ausdehnung räumlich darstellbar, weshalb die Therapie ideal auf deren Lage abgestimmt werden kann – ein wichtiger Punkt zum Risikomanagement.

**Redaktion:** Gibt es weitere Themen in Ihrem Fachgebiet, bei denen DVT-Technik zur Risikominimierung und Behandlungsoptimierung taugt?

**Semper:** Als weiteren Punkt könnte man die vorhin schon angesprochene Perforation nennen, wenn also durch zahnärztliche Behandlungsmaßnahmen die Wurzelkanalwand oder auch der Pulpenkammerboden perforiert wird. Das kann beim Trepanieren des Zahnes passieren, durch den Einsatz von Feilen oder bei der Präparation für die Aufnahme eines Wurzelkanalstiftes. Man kann die meistens sehr kleinen und dünnen Perforationen auf konventionellen Röntgenaufnahmen oft gar nicht erkennen. In der 3-D-Aufnahme hingegen sind sie fast immer genau zu lokalisieren, was es ermöglicht, die Therapie nach dem exakten Befund dieser iatrogenen Schädigung auszurichten. So zum Beispiel durch die Auswahl des geeigneten Materials zur Perforationsdeckung und gegebenenfalls auch durch die Planung begleitender parodontalchirurgischer Maßnahmen im Vorfeld.

Ein für den Endodontologen sehr relevantes Thema ist natürlich die Revisionsbehandlung und die Fragmententfernung. Eine Wurzelkanalrevision kann dann angezeigt sein, wenn ein bereits wurzelkanalbehandelter Zahn andauernde oder auch erneut auftretende krankhafte Veränderungen aufweist. Die Aufgabe des Endodontologen besteht – vereinfacht formuliert – darin, bestehende Wurzelkanalfüllmassen zu entfernen, das Wurzelkanalsystem zu desinfizieren und anschließend zu obturieren. In der Dreidimensionalität der DVT erkennt der Endodontologe mit nachweislich höherer Sensitivität und Spezifität sehr gut, wo Wurzelkanalfüllungen bestehen und wo nicht. Unaufbereitete anatomische Strukturen und mangelhaft behandelte Abschnitte des Wurzelkanalsystems sind mit hoher Sicherheit im Vorfeld einer Revisionsbehandlung zu erfassen. Bei bestehenden Füllungen oder Überkronungen kommt es allerdings zur Artefaktbildung. Deren Einfluss auf die Auswertbarkeit der DVT wird in der Literatur kontrovers diskutiert; es bleibt festzustellen, dass die Beurteilung in

diesen Fällen nicht einfach ist. Ich empfehle im Zweifelsfall die weitestgehende Entfernung von Wurzelkanalfüllmassen, bevor eine DVT angefertigt wird. Aber auch hier gilt: vorhersagbarere Therapie und prognostische Einschätzung durch bessere Fallplanung. Darüber hinaus ist auch eine bessere Analyse möglich, warum eine Wurzelbehandlung fehlgeschlagen ist. Wir reden also von einer besseren Diagnostik, besseren Planungsmöglichkeiten und einer optimierten Fehleranalyse.

In diesem Zusammenhang darf die Fragmententfernung nicht unerwähnt bleiben. Mit einer „normalen“ Röntgenaufnahme kann ich sicher feststellen, dass ein Fragment vorhanden ist. Durch die Volumentomografie kann ich aber auch die Lage genauestens bestimmen. Wenn also der Endodontologe weiß, wo das Fragment liegt und wie sich der Wurzelkanal anatomisch darstellt, dann kann er beispielsweise das Risiko vermeiden, dass er Substanz dort abträgt, wo es nicht nötig ist, oder – schlimmstenfalls die Wurzelkanalwand perforiert, weil zum Beispiel eine Krümmung des Kanals im Vorfeld der Behandlung nicht erkannt worden ist.

Was die Risikominimierung zum Thema „Anatomie“ betrifft, sind in erster Linie die Stichwörter „zusätzliche Kanalstrukturen“ und „wichtige anatomische Strukturen“ zu nennen. Wenn zum Beispiel ein sehr feiner Wurzelkanal nicht erkannt und demzufolge nicht aufbereitet und wirksam desinfiziert wird, dann kann der Patient weiter Beschwerden haben und der Erfolg der Behandlung mag gefährdet sein. Solche Kanäle werden bei der DVT nachweislich besser detektiert, was auf das Auflösungsvermögen von unter 120 Mikrometern zurückzuführen ist (Abb. 18).

In der Chirurgie schließlich ermöglicht die DVT-Technik zum Beispiel bei Wurzelspitzenresektionen eine bessere Fallplanung. Die Wurzelspitzen liegen nicht selten in der Nähe wichtiger anatomischer Strukturen, wie Nebenhöhlen oder Nervstrukturen. Hier geht es teilweise um Millimeter. Je besser der chirurgisch tätige Kollege vorher Bescheid weiß, desto geringer ist das Risiko, den Patienten vorübergehend oder auch dauerhaft zu schädigen. Allgemein kann man sagen: Die DVT-Technik in der Endodontologie ermöglicht eine Risikominimierung durch eine realistische räumliche anatomische Darstellung, die wiederum eine bessere Diagnostik und Therapieplanung ermöglicht, was wiederum das Risiko einer Fehlbehandlung einschränkt und die Prognose maßgeblich verbessern kann.



**Abb. 18** Durch DVT nachweislich besser detektiert: ein Seitenkanal. Quelle: cranium



*Marc I. Semper ist zertifiziertes Mitglied der European Society of Endodontology. Gerade in diesem Gebiet kommt es bei der radiologischen Diagnostik auf die Abbildung feinsten Strukturen an.*

**Abb. 17** Marc I. Semper ist Endodontologe und zertifiziertes Mitglied der European Society of Endodontology, Quelle: cranium

### Ein Wort zum Schluss

Die digitale Volumentomografie kann als Teil mehrerer Befunde, die zur Diagnose führen, in vielen zahnmedizinischen Fachbereichen gute Dienste bei der Risikoerkennung und Risikominimierung leisten. Das trifft insbesondere auf die Gebiete zu, bei denen chirurgische Eingriffe im Rahmen der Therapie nicht ausbleiben. Dazu zählen beispielsweise die Implantologie, die Parodontologie und die Endodontologie. Die Vorteile der DVT-Technik in der Oralchirurgie verstehen sich von selbst. Die digitale Volumentomografie ergänzt dabei die konventionelle zahnärztliche Bildgebung so gut, dass bis auf wenige Ausnahmen alle radiologischen Fragestellungen auch mit zahnärztlichen Röntgengeräten beantwortet werden können. Das heißt, die höheren Kosten und höheren Strahlenbelastungen anderer dreidimensionaler Bildgebungsverfahren, zum Beispiel bei einer CT, können vermieden werden. Dennoch sind Nutzen für die Behandlung und Strahlenbelastung für den Patienten genau gegeneinander abzuwägen, denn der konventionelle Zahnfilm liegt, was die Strahlung betrifft, unter der DVT. Dieses Argument greift wiederum dann nicht, wenn eine Vielzahl konventioneller Aufnahmen nötig wäre, um eine ausreichend realistische Darstellung anatomischer Strukturen zu erlangen. Da diese Technik bei einer Fülle von zahnmedizinischen Fällen indiziert ist und neue Perspektiven in der Diagnostik von Erkrankungen der Kauorgane aufzeigt, ist in den kommenden Jahren zu erwarten, dass die DVT auch für Generalisten interessant wird.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Robert Mischkowski u.a in „Zahnärztliche Röntgenologie“, 2009, S. 29.