

Die dreidimensionale Bildgebung mittels digitaler Volumentomografie (DVT) ist aus der modernen Chirurgie nicht wegzudenken. DVT-Schnittbilder sind selbstverständlicher Teil der qualifizierten Arbeit in der MKG-Chirurgie und der Implantologie sowie fester Bestandteil von Studien und Fachvorträgen. Ergänzend zur deutlich gesteigerten Behandlungssicherheit und der im Vergleich zum klassischen CT geringeren Strahlenbelastung sorgt die Entwicklung von Kombigeräten, die auch klassische 2-D-Aufnahmen ermöglichen, für eine steigende Nachfrage. Eine der etabliertesten europäischen Marken der DVT-Technologie ist NewTom – in Deutschland vertreten durch hillus Engineering aus Krefeld.

## NewTom DVT – Die Erfinder der digitalen Volumentomografie

Für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie ist der Begriff NewTom seit Jahren ein Synonym für die DVT-Technologie im Allgemeinen. Dies ist kein Zufall, denn die ersten für den dentalen Markt entwickelten 3-D-Röntengeräte stammen aus der Hand des NewTom-Entwicklungsteams um Dr. Konrad Jacobs in Marburg.

Unter dem Firmennamen QR und mit Sitz in Verona entwickelte Jacobs in den Jahren 1996 und 1997 das weltweit erste DVT – ein radiologisches Diagnostiksystem, das die dreidimensionale Darstellung speziell des Kopfes und der Kiefer ermöglichen sollte. Bereits 1996 wurde das erste DVT-Gerät mit Namen NewTom 9000 installiert. Dieses gilt als Vorläufer aller weiteren DVT-Geräte.

### Bedeutung und technologische Hintergründe

Bei herkömmlichen 2-D-Röntgenverfahren, wie z. B. der Tubus- oder Panoramaschichtaufnahme, wird der abzubildende Bereich einseitig von einer Röntgenquelle durchleuchtet und auf

einem Röntgenfilm oder Sensor abgebildet. Das Röntgenbild ist also die schlichte Projektion des Volumens auf eine Fläche. Digitale Volumentomografen erzeugen – ähnlich einem Computertomografen (CT) – dreidimensionale Röntgenbilder. Wesentliche Unterschiede liegen in der Dimension des Röntgenstrahls. Werden bei einer CT-Aufnahme spiralförmig dünne, axiale Schichten erzeugt, so rotiert bei der DVT-Aufnahme ein kegelförmiger Röntgenstrahl um den zu diagnostizierenden Bereich. Im englischsprachigen Raum ist die DVT-Aufnahme daher auch als Cone-Beam-CT bekannt (Kegelschnitt-CT). Je nach DVT-Gerät und verfügbarer Größe des digitalen Flatpanelsensors – ehemals des Bildverstärkers – reicht eine einzige Rotation des kegelförmigen Röntgenstrahls aus, um Bereiche von 5x5cm bis zu 24x19cm komplett zu erfassen. Die Aufnahmedauer liegt bei modernen Geräten bei nur wenigen Sekunden.



**Abb. 1:** NewTom 5G XL mit liegender Positionierung des Patienten.

Der Patient wird wie bei herkömmlichen 2-D-Aufnahmen nicht bewegt. Während der Rotation wird eine Vielzahl zweidimensionaler Einzelaufnahmen generiert. Diese Einzelaufnahmen werden mittels Rekonstruktionsalgorithmen zu einem detailgetreuen dreidimensionalen Datensatz (Volumendatensatz) zusammengefügt, dessen kleinste Einheit als Voxel (volume = vox und el von elements) bezeichnet wird. Dem Mediziner ermöglicht dieser 3-D-Datensatz eine genaue Analyse der individuell beschaffenen Behand-

lungsregion. Die Daten geben detailliert Aufschluss über vorhandenes Knochenmaterial, den exakten Verlauf von Nerven und z. B. die genaue Position verlagerter Zähne. Der einmal erstellte Datensatz dient der genauen Betrachtung aus den Hauptebenen (axial, sagittal und koronal) sowie frei wählbaren Schichten und Rekonstruktionen.

### Verfügbare Gerätetypen

Die ersten, Ende der 1990er-Jahre im Markt verfügbaren DVT-Geräte (NewTom 9000) zeichneten sich durch eine liegende Positionierung des Patienten aus. Dies ermöglichte auch bei den anfänglich recht langen Scanzeiten DVT-Aufnahmen mit hoher Detailschärfe und geringen Bewegungsartefakten. Dank fortschreitender technischer Entwicklung, daraus resultierenden kurzen Scanzeiten und der Einführung der kompakten Flatpanel-Technologie, die gegen Mitte der 2000er-Jahre die schweren Bildverstärker ablösten, war es möglich, erste DVT-Geräte mit vertikaler Positionierung zu konstruieren.

Wesentlicher Vorteil dieser damals neuen Gerätegeneration mit stehender Positionierung ist der deutlich geringere Platzbedarf, den das DVT benötigt.

Berechnete sich dieser mit den NewTom-Liegendgeräten noch mit ca. 3 x 4 Meter, so benötigte das erstmals 2006 vorgestellte NewTom VG (Vertical Generation) nur noch einen Raumbedarf von 1,5 x 1,8 Metern und findet somit Platz in einem klassischen Röntgenraum. Heute stehen je nach Anforderung des Anwenders und vorhandenem Platzangebot sowohl Geräte mit liegender als auch stehender Positionierung zur Verfügung.

### Reines DVT- oder Hybridgerät

NewTom DVT-Geräte und DVT-Geräte im Allgemeinen lassen sich heute in zwei Kategorien aufteilen: In reine DVT-Geräte für den Einsatz in Kliniken, Radiologien und spezialisierten MKG-chirurgischen Praxen sowie der HNO-Heilkunde, und sogenannte Hybrid- oder Kombigeräte, welche durch spezielle Sensoren zusätzlich zur 3-D-Diagnostik echte OPG- und FRS-Aufnahmen ermöglichen. Letztere werden vorwiegend von niedergelassenen Medizinern mit implantologischem, oralchirurgischem, endodontischem und/oder MKG-chirurgischem Schwerpunkt eingesetzt. Neben den komplett ausgestatteten All-in-one-Geräten stehen dem Anwender sogenannte „aufrüstbare“ Röntengeräte zur Wahl. Aufrüstbare Geräte sind in der Regel in der Grund-



Abb. 2

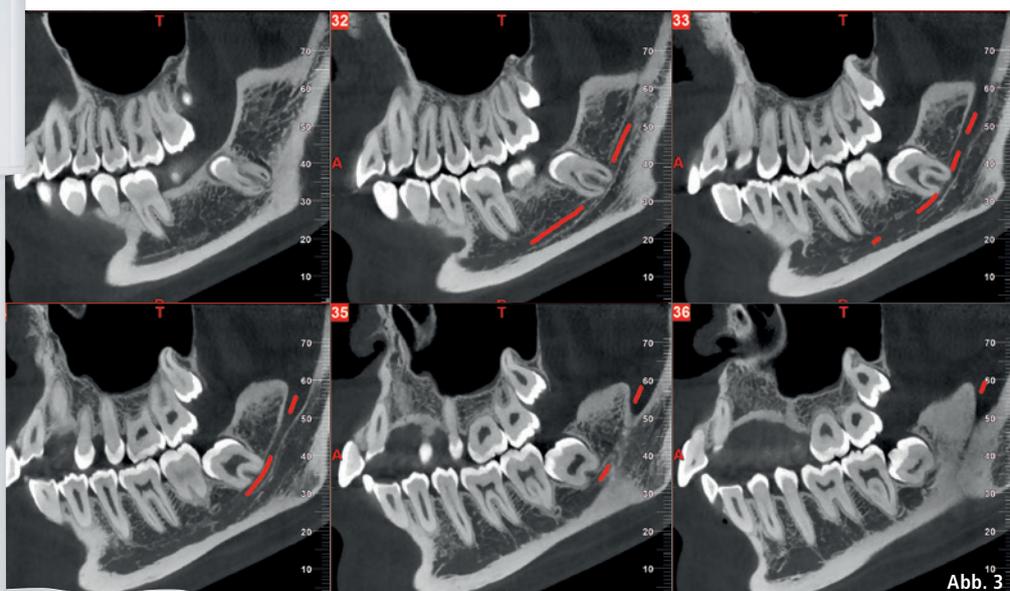
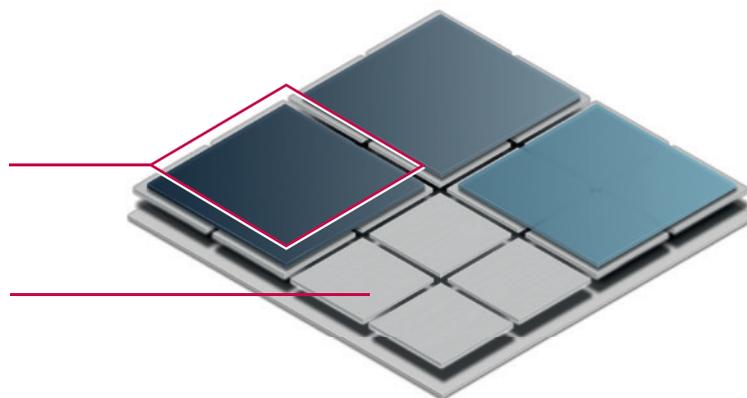


Abb. 3

**Abb. 2:** Hightech auf kleinstem Raum. Das Hybridgerät NewTom GO 2D/3D liefert klassische OPG- und DVT-Aufnahmen. – **Abb. 3:** Freie DVT-Schnittbilder des Hybridgeräts NewTom GO 2D/3D.

Im Binning zusammengefasste Pixel

Im HighRes separierte Original-Pixel



**Abb. 4:** HiRes-Modus: Die gewonnene Bildinformation steigt um 50 Prozent, gleichzeitig wird die Schichtdicke um 50 Prozent reduziert.

ausstattung als klassisches OPG konfiguriert. Der Funktionsumfang lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt, auch nach der Installation in der Praxis, um die DVT-Technologie erweitern.

### Drehanoden für scharfe Zeichnungsqualität

NewTom orientiert sich seit jeher an den Qualitätsstandards der humanmedizinischen CT- und C-Bogen-Bildgebung. Die zuvor beschriebenen reinen DVT-Geräte sind daher mit einer speziellen Drehanode ausgestattet. Drehanoden ermöglichen einen um 40 Prozent feineren Strahlungspunkt (0,3 mm-Brennfleck) als sämtliche DVT-Geräte mit Festanode (in der Regel 0,5 mm-Brennfleck) und somit eine deutlich schärfere Zeichnungsqualität. Drehanoden zeichnen sich darüber hinaus durch eine besonders hohe Lebensdauer (siehe Infokasten) aus, da entstehende Hitze durch die Rotation der Anode optimal verteilt wird. Sie sind ideal für den Einsatz in hochfrequentierten Anwendungsgebieten wie MKG-Chirurgie, HNO-Heilkunde oder im klinischen-radiologischen Workflow.

## Brennfleck (Fokus)

„Teil der Anode einer Röntgenröhre, von der die nutzbare Strahlung ausgeht. Wirksamer Bereich: die Brennfleckgröße, die sich perspektivisch in der bildgebenden Richtung ergibt. Je kleiner der wirksame Bereich, desto größer die Bildschärfe [...]. [...] Eine bewegte Anode (= Drehanode) erhöht gegenüber einer unbewegten (= Festanode) die thermische Belastbarkeit.“ Prof. Dr. med. Dr. phil. Willibald Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch. Walter de Gruyter & Co., 1959, Seite 123.

### Strahlenhygiene und automatisierte Dosis

Wie andere DVT-Geräte im Markt nutzt auch NewTom eine sagittale und koronale Aufnahme, um die korrekte Positionierung des Patienten vor der eigentlichen DVT zu kontrollieren. NewTom-Geräte ermitteln durch beide Projektionen ergänzend, wie dicht die im Strahlengang befindliche Masse ist. Auf Basis der erhobenen Daten wird automatisch die individuelle Bestrahlungszeit für jedes der im späteren Umlauf zu erstellenden Einzelbilder errechnet. Jedem der bis zu 420 Einzelbilder wird ein individueller mA-Wert und eine individuelle Bestrahlungszeit von wenigen Millisekunden zugewiesen. Diese sogenannte SafeBeam-Technologie legt den Grundstein für die Strahlendosis und folgt damit dem ALARA-Prinzip, welches den Umgang mit ionisierender Strahlung als „as low as reasonably achievable“ vorgibt.

Die ermittelten Expositionsparameter können durch die Wahl eines der fünf Aufnahmemodi weiter an die diagnostische Fragestellung angepasst werden. Je nach Anforderung ist eine strahlungsarme, kontrastreiche, hochauflösende oder eine besonders detailgenaue DVT-Diagnostik möglich. Eine Dosisreduzierung kann so durch die Wahl des ECO-Modus erreicht werden. Der hochauflösende HiRes-Modus steigert hingegen die Ausnutzung des Flatpanels. Die jeweils vier im Binning zusammengefassten Flatpanel-Pixel (Abb. 4) werden rechnerisch wieder voneinander getrennt. Jeder Pixel liefert nun seine eigenen Bildinformationen. Die gewonnene Bildinformation steigt um 50 Prozent, gleichzeitig wird die Schichtdicke um 50 Prozent reduziert.

### Gepulstes Verfahren

NewTom DVT-Geräte generieren das 3-D-Volumen in der Regel aus einem vollständigen 360-Grad-Umlauf. Die reine Bestrahlungszeit wird durch ein gepulstes Verfahren minimiert. Die Röntgeneinheit erzeugt also keine über den gesamten Umlauf durchgehende Bestrahlung, sondern blitzartige, sehr kurze Strahlungssequenzen von wenigen Millisekunden Dauer, um einzelne Bilder zu erstellen. Es werden während der gesamten Rotation von 18 Sekunden bis zu 480 Einzelbilder erstellt. Die reine Bestrahlungszeit liegt bei nur ca. drei bis vier Sekunden.

### Funktionsradiologie – Röntgenvideo

Aktuelle Entwicklungen ermöglichen NewTom-Anwendern erstmalig die Diagnostik von anatomischen Gegebenheiten in der Bewegung. Mithilfe eines Röntgenvideos, 19x17 cm, zweidimensional, sagittal oder koronal, ist es möglich, z. B. Kiefergelenk- oder Schluckbeschwerden in der natürlichen Bewegung zu analysieren. Darüber hinaus kann das Röntgenvideo zur Analyse der Speichelkanäle und der Gelenkscheibe des TMG anhand eines Kontrastmittels sowie zur Beurteilung der Extension der Halswirbel verwendet werden.

## Kontakt

### hillus Engineering KG

Vertriebspartner von NewTom  
Gladbacher Straße 551  
47805 Krefeld  
hillus@hillus.de  
www.hillus.de

# Dentegris

## Präzisions Implantate made in Germany



**Bovines Knochenaufbaumaterial,  
Kollagenmembranen, Kollagenvlies,  
Alveolarkegel, Weichgewebmatrix**

**Tausendfach bewährtes  
Implantatsystem**

**JETZT NEU!  
Ø 3.8 / 4.1**

Soft-Bone-Implantat -  
der Spezialist im schwierigen Knochen

SL-Tapered-Implantat -  
der Spezialist für den Sinus-Lift

SLS-Straight-Implantat -  
der klassische Allrounder



### CompactBone B.

Natürliches, bovines  
Knochenersatzmaterial



### CompactBone S.\*

Biphasisches, synthetisches  
Knochenersatzmaterial



### BoneProtect® Membrane

Native Pericardium Kollagenmembran



### BoneProtect® Guide

Natürlich quervernetzte Kollagenmembran



### BoneProtect® Fleece

Natürliches Kollagenvlies



### BoneProtect® Cone

Alveolarkegel aus natürlichem Kollagen



### MucoMatrixX®

Soft Tissue Graft



**Dentegris**  
DENTAL IMPLANT SYSTEM