

DVT – Gamechanger in der zahnärztlichen Diagnostik?

Die DVT ist ein hochmodernes, dreidimensionales Röntgenverfahren, das speziell für die Zahnmedizin und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie entwickelt wurde. DVT bedeutet digitale Volumentomografie, sie wird aber oft auch als dentale Volumentomografie bezeichnet. Bereits Ende der 1990er-Jahre gab es die ersten verfügbaren Geräte im Dentalmarkt, damals fand die Patientenpositionierung noch liegend statt, was auch wegen der anfänglich recht langen Scanzeiten notwendig war, um eine hohe Detailschärfe und geringe Bewegungsartefakte zu produzieren.

Dr. Sebastian Riedel

Gegen Mitte der 2000er-Jahre und mit Einführung von Flat-Panel-Geräten war es möglich, erste DVT-Geräte mit vertikaler Positionierung (sitzende oder stehende Patienten) zu konstruieren. Heute benötigen Geräte nicht mehr Platz als ein herkömmliches OPG-Gerät. Gleichzeitig werden Kombi-Geräte angeboten, welche OPGs, DVTs und FRS-Aufnahmen produzieren können, sodass eine breite Anwendungspalette für die allgemeine Zahnarztpraxis geschaffen wird (Abb. 1). Im Gegensatz zu den konventionellen, zweidimensionalen Röntgenaufnahmen kann man mit der DVT-Technologie wichtige anatomische Strukturen für die Therapieplanung überlagerungsfrei und größengerecht in allen Dimensionen darstellen. Damit kann man, die korrekte Anwendung vorausgesetzt, eine deutlich präzisere und aussagekräftigere Diagnostik als mit der herkömmlichen zweidimensionalen Röntgenaufnahme erreichen. Gleichzeitig ist die Belastung mit Röntgenstrahlung im Vergleich zu anderen dreidimensionalen Röntgenaufnahmen, insbesondere zur Computertomografie, deutlich reduziert.

Als rechtliche und verbindliche Grundlage bei der Anfertigung von Aufnahmen mit einem DVT-Gerät kann die aktuelle S2k-Leitlinie der DGZMK vom Dezember 2022 gelten. Sie dient der Definition von Rahmenbedingungen bei der Anwendung der DVT innerhalb des Gesamtgebietes der Zahnheilkunde sowie der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie in Deutschland und soll hierfür Handlungsempfehlungen etablieren. Gemäß der Röntgenverordnung muss vor allem das ALARA-Prinzip Beachtung finden (As Low As Reasonable Achievable = so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar), sodass gerade bei der DVT-Aufnahme wichtige Fragen zu beantworten sind:

Wahl des Field of View (FOV)

In der Regel werden die Höhe und der Durchmesser des entstehenden zylindrischen Volumens angegeben. Moderne Geräte lassen eine Vielzahl an möglichen Volumen zu, die der Indikation entsprechend ausgewählt werden



Abb. 1: Röntgenraum mit DVT-Gerät.

sollen. Bei einer endodontischen Fragestellung kann meistens ein sehr kleines Volumen, z. B. 4×4 cm, gewählt werden, um die Strahlenexposition gering zu halten. Gleichzeitig wird die Darstellung von relevanten Strukturen wie Wurzelkanälen, Seitenkanälen, Frakturen, Resorptionslaken etc. erleichtert (Abb. 2).

Es kann bei anderen Fragestellungen auf größere Volumina, welche einen Quadranten, einen Kiefer oder das gesamte stomatognathe System einschließlich der Kiefergelenke abbilden, zurückgegriffen werden. In der Praxis des Autors werden Volumina von bis zu 10×8 cm angefertigt, sodass auch die Weisheitszahnregionen und unbezahnte Kieferabschnitte dargestellt werden können (Abb. 3). Spezielle Regionen wie das Kiefergelenk oder auch die oberen Atemwege (bei Fragestellungen und Diagnostik zur Schlafapnoe) können bei einigen Geräten separat dargestellt werden. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass alle dargestellten Strukturen auch einer Befundung und schriftlichen Dokumentation der Befunde unterzogen werden müssen. Die Reduktion des Aufnahmegebietes verringert somit auch die zeitaufwendige, räumliche Rekonstruktion und Aufzeichnungen zu allen dargestellten anatomischen Objekten.

Die angestrebte Auflösung bzw. Bildqualität

Sowohl die tatsächliche Auflösung als auch die subjektiv empfundene Bildqualität können durch die Variation von Parametern beeinflusst werden und sollen der Indikation angepasst werden. Bei einigen Geräten kann der Anwender zwischen einer 180° - und 360° -Rotation wählen. Bei einer 180° -Rotation wird deutlich weniger Strahlung emittiert, da es zu einer kürzeren Bestrahlungszeit des Patienten kommt. In der Nachbarschaft von metallischen Restaurationen oder Implantaten kann es aber zu unerwünschten Ausblendungen und Regionen kommen, welche nicht optimal beurteilt werden können (Abb. 4). So können sich Situationen ergeben, in denen die Nutzung der 360° -Rotation sinnvoll ist, z. B. wenn es um die Reduktion von strahlungsbedingten Artefakten geht. Seit einigen Jahren lässt sich ein Wechsel vom ALARA- zum ALADA-Prinzip beobachten. ALADA steht dabei für „As Low As Diagnostically Acceptable“. Es geht also darum, die Dosis so niedrig wie diagnostisch akzeptierbar zu halten. Man reduziert die Strahlendosis, ohne dabei die diagnostisch relevanten Informationen einbüßen zu müssen. Brillante Hochglanzbilder ohne diagnostischen Mehrwert sollen zugunsten der reduzierten Strahlendosis vermieden werden.

Patientenindividuell kann auch die Stromstärke (Elektronenstrom in mA) verändert werden, um durch das möglichst geringe Aufhärten der Strahlung die effektive Dosis der Aufnahme gering zu halten, ohne Abbildungsqualität und diagnostische Sicherheit einzubüßen.

Die Fixation des Patienten während der Aufnahme spielt eine große Rolle, da die Aufnahmequalität maßgeblich von Bewegungen negativ beeinflusst wird. Der sitzende Patient bewegt sich weniger als der stehende. Eine Mehrpunkt-Fixierung über eine Kinnauflage, Schläfenstützen und eine Stirn-Fixierung, gegebenenfalls mit einer Bandfixierung am

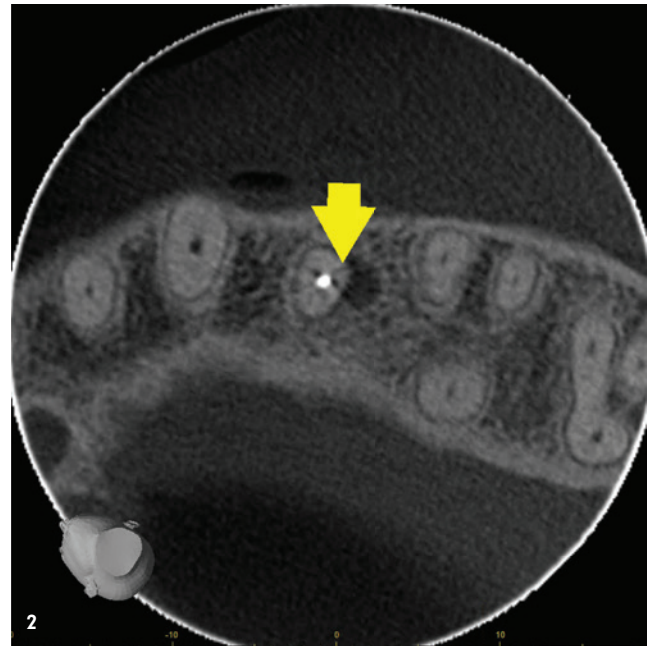


Abb. 2: Frakturenlinie und laterale Aufhellung. – **Abb. 3:** Auswahl Volumengröße (FOV).

Kopf, sind geeignete Vorkehrungen, um die unvermeidliche Bewegung des Kopfes zu reduzieren. Bei der 360° -Rotation des Röntgenarmes mit verlängerter Zeitdauer spielt die Bewegung schon eine relevante Rolle. Patienten akzeptieren diese Maßnahmen, wenn vom zahnärztlichen Personal nachvollziehbar kommuniziert wird, dass dies qualitätsrelevante und unverzichtbare Schritte für eine High-End Aufnahme sind. Dafür müssen sie auch keinerlei Platzangst befürchten, da sie sich nicht in eine „Röhre“ begeben müssen und die Prozedur schon nach einigen Sekunden vollendet ist.

Errechnete Wirklichkeit vs. Realität

Die durch die DVT-Geräte gewonnenen Volumendatensätze werden erst in einem mathematischen Prozess, der sogenannten Rückprojektion, aus in der Regel mehreren Hundert einzelnen Röntgen-Projektionsaufnahmen errechnet. Letztere können, wie jede technische Messung, fehlerbehaftet

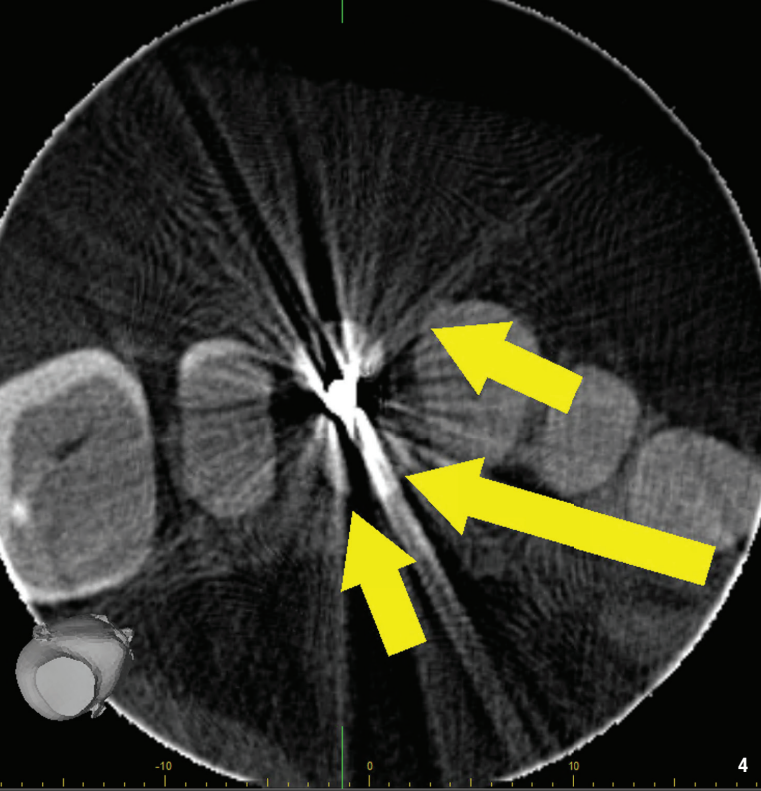


Abb. 4: Artefakte bei vorhandenem Metallstift.

sein. Die auf diesen Messungen sowie vereinfachten physikalischen Annahmen basierenden, errechneten 3D-Rekonstruktionen beinhalten diese Fehler als sogenannte „Artefakte“. Typisch sind hierbei Auslöschungs- und Aufhärungsartefakte bedingt durch hochdichte Strukturen (zum Beispiel metallische Restaurationen) in Strahlengangsrichtung. Diese können die Beurteilung von unmittelbar angrenzenden Strukturen (zum Beispiel Approximalräume in der Kariesdiagnostik) unmöglich machen, manchmal können auch pathologische Strukturen vorgetäuscht werden (beispielsweise dunkel dargestellte periimplantäre Zonen um Implantatabbildungen). Weiterhin kann es zu Aliasing-Artefakten kommen (sog. Moiré-Muster, das heißt sich wiederholende Muster oder Streifen im Bild). Die DVT-Aufnahme stellt also nie die Realität, sondern eine errechnete Situation dar!

Mögliche Anwendungsgebiete des DVT

In der Endodontie:

- Apikale Veränderungen bei Vorliegen klinischer Auffälligkeiten, wenn diese auf zweidimensionalen Aufnahmen nicht detektierbar bzw. räumlich korrelierbar sind
- Wurzelfrakturen, da diese aus rein mathematischen Gründen sicherer identifiziert werden als mit zweidimensionalen Aufnahmen
- Wurzelresorptionen, z.B. nach Zahntraumata
- Iatrogene Perforationen und deren Behandlung, mit dem Ziel des Zahnerhaltes
- Frakturierte Instrumente und deren Lage im Wurzelkanal

In der Parodontologie:

- Visualisierung des knöchernen Parodontalstatus

In der zahnärztlichen Prothetik:

- Informationen zur Diagnostik der Pfeilerwertigkeit
- Visualisierung des Knochenangebotes, quantitativ und qualitativ
- Virtuelle Planung von implantatprothetischen Versorgungen
- Verknüpfung mit der Konstruktionssoftware von CAD/CAM-Systemen

In der chirurgischen Zahnheilkunde zeichnen sich zusätzlich folgende Einsatzmöglichkeiten ab:

- Alveolarfortsatzfrakturen
- Odontogene Tumoren oder größere periapikale knöcherne Läsionen
- Lageanomalien von Zähnen
- Präoperative Schnittbilddiagnostik bei der geplanten operativen Entfernung von (teil)retinierten Weisheitszähnen.

Zusätzlich zu den Indikationen der zahnärztlichen Chirurgie bieten sich in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie noch folgende Indikationsgebiete:

- Knochenpathologie und Strukturanomalien insbesondere bei Ostitis, Osteomyelitis und Osteoporose
- Kieferhöhlenerkrankungen
- Speichelsteine
- (knöcherne) Kiefergelenkerkrankungen
- Kiefer- und Gesichtstraumatologie
- Darstellung des räumlichen Verlaufs intraossärer Strukturen
- Diagnostik und Operationsplanung bei komplexen Fehlbildungen

Auch in der Kieferorthopädie wurden bereits Indikationen herausgearbeitet, bei denen eine DVT-basierte Diagnostik sinnvoll sein kann:

- Diagnostik von Anomalien des Zahnbestandes und Dysplasien der Wurzeln
- Differenzialdiagnostische Bewertung von Zahndurchbruchstörungen
- Darstellung des peridentalen Knochenangebotes zur prognostischen Bewertung geplanter Zahnbewegungen
- Diagnostik kraniofazialer Fehlbildungen

Osteodensitometrie

Einige Hersteller haben in der Betrachtungssoftware die Möglichkeit implementiert, die Abschwächung der Röntgenstrahlung in verschiedenen Gewebetypen in Hounsfield-Einheiten zu messen. Diese aus der CT-Diagnostik stammende Technik erlaubt es, Gewebetypen voneinander zu unterscheiden. Physikalisch ist es nicht ganz korrekt, von der Dichte des Gewebes zu sprechen, dies erleichtert aber gegenüber den Patienten die Kommunikation und Vorstellungskraft. Je höher die Strahlenschwächung, also je positiver die Hounsfield-Einheit, desto heller erscheint das Gewebe. Strukturen mit im Vergleich zu ihrer Umgebung geringerer Abschwächung der Röntgenstrahlung werden als hypodens, solche mit höherer Abschwächung als hyperdens bezeichnet.

**„Am Anfang steht die Diagnostik.
Und wenn diese Leistung
mit der heute möglichen Präzision
erbracht wird, profitieren Patienten
und Zahnärzte gleichermaßen
durch maßgeschneiderte
indikationsbezogene Zahnmedizin.“**

KI

Leider gibt es noch keine funktionierenden, für den Praxisalltag geeigneten Programme, welche uns bei der Diagnostik und Auswertung der Datensätze eine spürbare Zeitersparnis ermöglichen. Sollten forensisch einwandfreie Analysetools zur Verfügung stehen, die den Workflow diesbezüglich erleichtern, kann sich das positiv auf die Verbreitung der DVT-Technologie in den Praxen auswirken. Der bisherige immense Aufwand, der durch die vorgeschriebene Auswertung und Dokumentation der 3D-Daten entsteht, wird leider auch in der GOZ nicht gebührend abgegolten.

Zusammenfassend wird erkennbar, dass mit den überragenden Möglichkeiten der digitalen Volumentomografie die zahnärztliche Diagnostik genauer durchgeführt werden kann und uns Zahnärzten damit ein Instrument zur Verfügung steht, welches bisher schwierige Entscheidungen auf der Basis zweidimensionaler Bilder erleichtern kann. Es können unnötige Therapien vermieden werden und es können individuelle Chancen-/Risikoabwägungen erfolgen, welche den Einsatz der finanziellen Ressourcen der Patienten gezielter erlauben.

Am Anfang steht die Diagnostik. Und wenn diese Leistung mit der heute möglichen Präzision erbracht wird, profitieren Patienten und Zahnärzte gleichermaßen durch maßgeschneiderte indikationsbezogene Zahnmedizin.

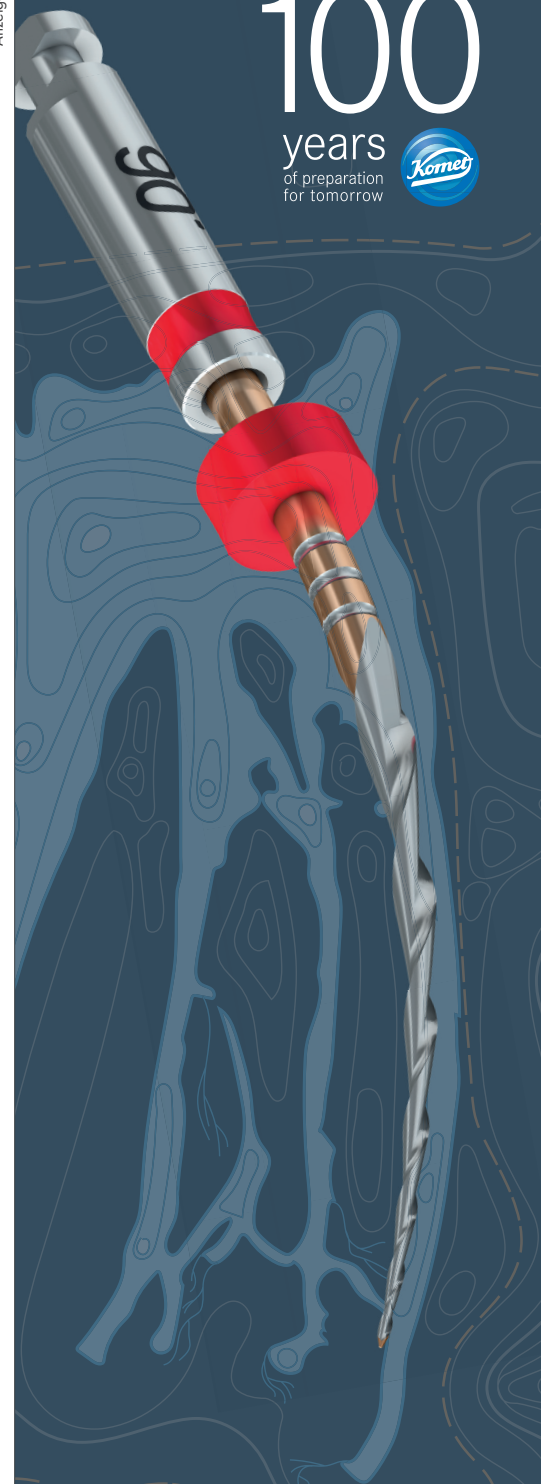
Abbildungen: © Dr. Sebastian Riedel

kontakt.

Dr. Sebastian Riedel

Endoversum – Praxis für Endodontie und DVT-Feindiagnostik
Leibnizstraße 70 A
10625 Berlin

Infos
zum Autor



FQ.
Der Weg
zur sicheren
Endo.