

# Von den Möglichkeiten und Grenzen

**ZWP online**  
 Weitere Beiträge zum Thema  
 unter [www.zwp-online.info/fachgebiete/endodontologie](http://www.zwp-online.info/fachgebiete/endodontologie)

## DVT in der Endodontie

DVT-Technik verspricht vielseitige Möglichkeiten in der Endodontie. Vor allem die Hoffnung, akzessorische Kanäle sicher zu entdecken, könnte mit zunehmender Auflösung und klein-volumigen Aufnahmen erfüllt werden. Dennoch ist eine erhöhte Strahlenexposition, die über das Maß einer diagnostischen Intraoralaufnahme hinausgeht, als kritisch anzusehen.

Dr. Dan D. Brüllmann, Priv.-Doz. Dr. Ralf Schulze/Mainz

■ Die DVT-Technik wurde in den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelt<sup>1,2</sup> und wird seit den 1990er-Jahren in der Zahnmedizin eingesetzt.<sup>3</sup> Die DVT-Geräte bestehen aus einer über einen C-Arm zueinander fixierten Strahlenquelle und einem Flächensensor zur Bildaufnahme. Die genannten Komponenten führen pro Aufnahme am C-Arm eine Rotationsbewegung zwischen 180 und 360 Grad um den Patientenkopf durch. Dabei wird in jeder Angulation ein einzelnes Projektionsröntgenbild aufgenommen (mehrere hundert Einzelbilder), aus denen dann mithilfe des Personalcomputers dreidimensionale Datensätze rekonstruiert werden. Im Gegensatz zum klassischen CT kommt beim DVT ein kegel- bzw. konusförmiges Strahlenbündel zur Bildaufnahme zum Einsatz (daher auch der englische Begriff „Cone Beam Computed Tomography“). Es werden also nicht einzelne eindimensionale Projektionsprofile wie beim klassischen CT mithilfe eines Zeilensensors aufgenommen, was mehrfache Umläufe erfordern würde. Stattdessen wird bei der dentalen Volumentomografie das ganze Volumen durch Einsatz des Strahlenkegels und eines Flächensensors registriert. Die Scanzeiten der DVT-Scanner liegen üblicherweise zwischen 10 und 40 Sekunden. Die Strahlenquelle kann während des Umlaufs gepulst werden, wodurch die Expositionszeit weiter verringert werden kann.<sup>4</sup>

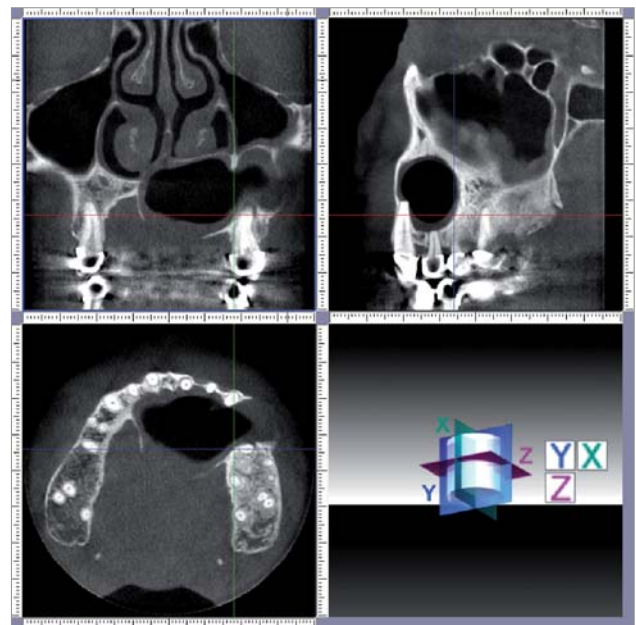
Ein Vorteil für den Einsatz der DVT-Technik wird in der verringerten Strahlenexposition im Vergleich zum CT gesehen, bei gleichzeitiger Darstellung der anatomischen Gegebenheiten (akzessorische Kanäle, periapikale Läsionen) in drei Dimensionen. Dabei wurde anfänglich beschrieben, dass sich die Strahlenexposition des kleinstvolumigen Accuitomo 3D (J. Morita Co., Kyoto, Japan) in der Größenordnung einer einzelnen Intraoralaufnahme bewegen<sup>4</sup>, weshalb die Technik vor allem auch von Endodontologen enthusiastisch begrüßt wurde. Die dabei angegebenen Werte sollten aber mit großer Vorsicht interpretiert werden, da diese zum Teil aus Angaben der maßgeblich beteiligten Ingenieure aus einem Konferenzband zitiert wurden<sup>5</sup> und seitdem nie wieder in dieser geringen Größe publiziert worden sind. Außerdem wurden die bisher üblichen Detektoren – bestehend aus CCD-Sensor und Bildverstärker – durch Detektoren aus amorphem Selen verdrängt. Da diese Detektoren im Vergleich zu den anfänglich verwendeten Bildverstärkern eine deutlich höhere Expositionsenergie benötigen<sup>9</sup>, kann davon ausgegangen werden, dass

die Strahlenexposition bei Geräten neuerer Bauart ohnehin erhöht ist. Bei den aktuellen Geräten moderner Bauart liegen die publizierten Werte für die effektive Dosis ca. um den Faktor 10 höher als bei digitalen Intraoral-aufnahmen.<sup>6,7,8</sup> Laut AWMF-Leitlinie muss bei einer DVT-Aufnahme mit einer Strahlenexposition von weit höheren effektiven Dosen für den Patienten ausgegangen werden, als es bisher von verschiedenen Autoren über den Einsatz der DVT-Technik in der Endodontie beschrieben wurde.<sup>4,10</sup> Allerdings kann im Allgemeinen derzeit davon ausgegangen werden, dass die Strahlenbelastung eines kleinvolumigen DVTs in derselben Größenordnung liegt wie die einer Panoramaschichtaufnahme.<sup>11,12,13</sup>

### Fälle und Indikationen

Laut AWMF-Leitlinie zeichnen sich derzeit die folgenden Einsatzgebiete der DVT-Technik im Bereich der Endodontie ab<sup>14</sup>:

– Apikale Veränderungen bei Vorliegen klinischer Auffälligkeiten, wenn diese auf zweidimensionalen Aufnahmen nicht detektierbar sind



**Abb. 1:** Große radikuläre Zyste mit Beteiligung der resezierten und ungefüllten Zähne 23, 24 und der mesialen Wurzel 26.



**Abb. 2:** Interne Resorption an Zahn 11. Für den Zahn ergibt sich eine infauste Prognose aufgrund der subgingivalen Perforation mit Kommunikation zum gingivalen Sulkus. Der Zahnfilm wurde überlagert im Bild unten rechts.

- Wurzelfrakturen, da diese im DVT sicherer identifiziert werden können als auf zweidimensionalen Aufnahmen<sup>14,15</sup>
- Wurzelresorptionen<sup>14,16</sup>

#### Apikale Veränderungen

Studien an Schweinekiefern zeigen eine höhere Sensitivität für die Diagnostik periapikaler Läsionen bei Verwendung der DVT-Technik<sup>4,17</sup> im Vergleich zu Intraoral-aufnahmen. Dabei lassen sich initiale apikale Veränderungen in DVT-Aufnahmen mit höherer Sensitivität als auf konventionellen Intraoral-aufnahmen diagnostizieren. Hier muss jedoch bei Interpretation von In-vitro-Studien beachtet werden, dass In-vivo-Artefakte, hervorgerufen durch Patientenbewegungen, die Sensitivität vermutlich reduzieren werden.

Ergebnisse einer In-vivo-Studie deuten jedoch darauf hin, dass durch die DVT-Diagnostik apikale Veränderungen in ca. 24 % der Fälle häufiger diagnostiziert werden können.<sup>18</sup> Bei Einsatz von DVT kann sich bei manchen apikalen Läsionen auch die Beteiligung mehrerer Zähne herausstellen (Abb. 1).

#### Wurzelfrakturen

Vertikale Wurzelfrakturen können auf konventionellen Intraoral-aufnahmen nur äußerst selten diagnostiziert werden<sup>19,20</sup>; auch mithilfe der CT-Technik können diese Läsionen aufgrund der geringen Auflösung nur unzureichend dargestellt werden.<sup>21</sup> Die DVT-Technik mit ihrer höheren Auflösung von theoretisch bis zu 0,125 mm und mit der Möglichkeit zur dreidimensionalen Darstellung erlaubt eine non-invasive Diagnostik von Wurzelfrakturen. Allerdings wird auch hier die Sensitivität durch Patientenbewegungen während der Aufnahme negativ beeinflusst. Aus den Ergebnissen eigen-

er, bisher nicht veröffentlichter Studien kann man darauf schließen, dass Patientenbewegungen sehr häufig vorkommen. Die Sensitivität von DVT für die Detektion vertikaler Wurzelfrakturen wird in der aktuellen Literatur mit 79,4 % gegenüber 37,1 % in Intraoral-aufnahmen angegeben.<sup>22</sup>

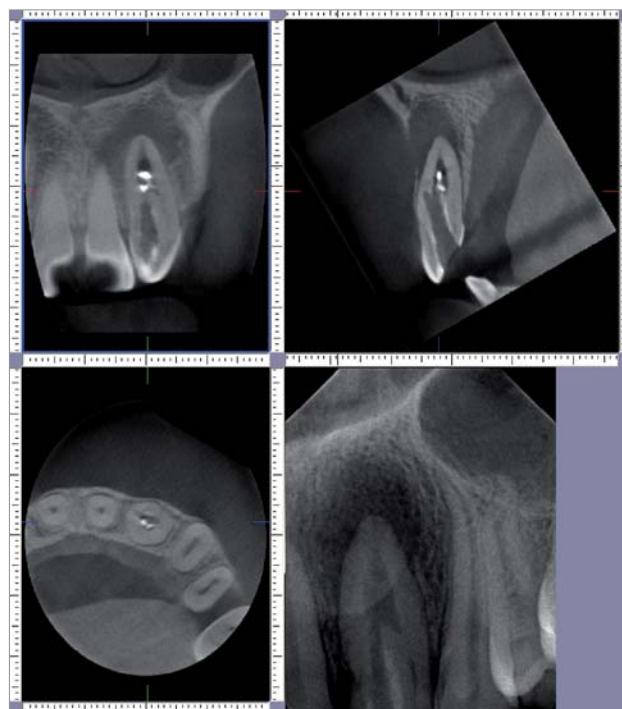
#### Wurzelresorptionen

Wurzelresorptionen können je nach Lokalisation als interne oder externe Wurzelresorptionen auftreten. Intern sind sie aufgrund ihres aggressiven Fortschreitens eine absolute Indikation für eine Pulpektomie und anschließende Wurzelkanalfüllung.<sup>23</sup> Dabei ist die rechtzeitige Diagnose entscheidend für die Prognose, da diese Läsionen ansonsten zu einer nicht zu deckenden Perforation auf der Höhe der Schmelz-Zement-Grenze führen können (Abb. 2).

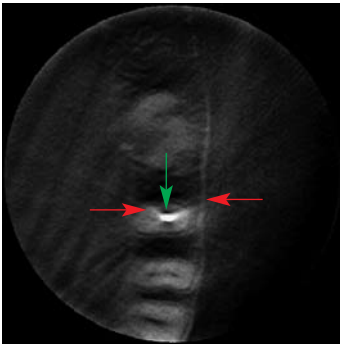
Da interne Resorptionen äußerst selten auftreten, liegen bisher keine In-vivo-Studien vor, die eine früher mögliche Diagnostik interner Resorptionen mithilfe von DVT nahe legen, obwohl In-vitro-Studien dies vermuten lassen.<sup>24</sup>

#### Weitere Indikationen

Als weitere mögliche Indikationen für den Einsatz von DVT im Bereich der Endodontie wäre der Dens in Dente oder Dens invaginatus zu nennen (Abb. 3). Bei dieser äußerst seltenen Entität kommt es häufig zu einer Infektion der Pulpa über inzisale/okklusale Fissuren, die zur Devitalisierung des betroffenen Zahnes führt.<sup>25</sup> Aufgrund der schwierigen internen Anatomie dieser Zähne kann eine DVT-Aufnahme die optimale Entfernung überflüssiger Zahnanteile und eine optimale Wurzel-füllung erleichtern.



**Abb. 3:** Dens invaginatus in Regio 22. Die schwierige Anatomie hätte beinahe zu einer via falsa geführt beim Trepanationsversuch alio loco. Der Zahnfilm wurde überlagert im Bild unten rechts.



**Abb. 4:** Streaking Artefakte (rote Pfeile) und korrespondierende dunkle Bänder (grüner Pfeil) im Bereich der Wurzelfüllung 25.

## Limitationen

Da der Patient beim Anfertigen eines DVTs ionisierender Strahlung ausgesetzt wird, muss nach vorliegender Gesetzeslage vor Anfertigung einer solchen Aufnahme darüber entschieden werden, ob der diagnostische Nutzen der Aufnahme die möglichen und ungewissen Folgen einer Strahlenexposition überwiegt (Rechtfertigende Indikation).<sup>26</sup> Der Erfolg der endodontischen Behandlung hängt davon ab, ob alle Kanäle erfolgreich und vollständig gereinigt und gefüllt werden können. Insbesondere beim mesiobukkalen Kanal der Oberkiefermolaren kommt es bei konventionellen Intraoralaufnahmen häufig zur Überlagerung der beiden mesiobukkalen Kanäle. Dennoch kann derzeit der Einsatz der digitalen Volumentomografie zur Detektion akzessorischer Kanäle nur bei Vorliegen apikaler Veränderungen unklarer Genese empfohlen werden. Dies gilt insbesondere für den zusätzlichen zweiten Wurzelkanal in Oberkiefermolaren. Dafür gibt es folgende Argumentation: Die aktuelle Literatur beschreibt die Prävalenz eines vierten Wurzelkanals bei Oberkiefermolaren mit 93% bis 96%.<sup>27,28</sup> Da dieser Kanal im Allgemeinen bei entsprechendem Wissen oder unter Einsatz von einem Mikroskop sicher aufgefunden werden kann, ist eine zusätzliche Strahlenexposition, die über das normale Maß einer diagnostischen Intraoralaufnahme hinausgeht, als kritisch anzusehen.

Der Einsatz der DVT-Technik zur Beurteilung der Dichtigkeit von Wurzelfüllungen muss aufgrund der aktuellen Literatur als obsolet angesehen werden. Huybrechts et al. konnten in einer In-vitro-Studie nachweisen, dass sich Leerräume kleiner als 300 µm innerhalb von Wurzelfüllungen mit digitalen Intraoralaufnahmen besser darstellen lassen als mittels DVT.<sup>29</sup> Eine weitere Limitation digitaler Volumentomografie bei Beurteilung der Dichtigkeit von Wurzelfüllungen liegt in der Natur der eingesetzten polychromatischen Röntgenstrahlung. Im Bereich metallischer Restaurationen oder radioopaker Füllungsmaterialien kommt es zur sogenannten Strahlungsaufhärtung („beam hardening“) durch Absorption niederenergetischer Strahlung.<sup>30,31</sup> Dies führt zu zwei Effekten, welche die genaue Beurteilung radioopaker Strukturen erschwert:

1. die vergrößerte Abbildung metallischer Strukturen
2. die Bildung von Streifen und dunklen Bändern im erzeugten Volumen („streaking artifacts“).

Beides tritt jeweils in Strahlengangsrichtung auf. Diese Artefakte kommen vor allem im Bereich radioopaker Füllungen und insbesondere apikaler retrograder Füllungen vor.<sup>26</sup> Sie können aber auch durch das in den Wurzelfüllmaterialien enthaltene Bariumsulfat hervorgerufen werden (Abb. 4). Daher kann die Anwesenheit von Wurzelfüllungen zu einer Verringerung der Spezifität bei der Diagnose vertikaler Wurzelfrakturen führen.<sup>32</sup> Unabhängig von der Möglichkeit zur dreidimensionalen Bildgebung ist die räumliche Auflösung der DVT-Geräte davon konventionellen Intraoralaufnahmen deutlich unterlegen.<sup>26</sup> So hat eine Intraoralaufnahme eine ungefähre Ortsauflösung von 16 bis 26 Lp/mm (Linienpaare per mm), während ein DVT gerade noch auf maximal 2 Lp/mm kommt. Letzteres muss aufgrund der in vivo auftretenden Bewegungsartefakte aber noch in Zweifel gezogen werden. Erwünschte niedrige Expositionsparameter können zu körnigen Bildern durch Verringerung des Signal-Rauschabstandes führen. Das heißt, dass zufällige Entladungen der einzelnen Detektorelemente mehr zum Vorschein kommen und zu einem höheren Grundrauschen (falsche Dichtewerte im Volumen) in den erzeugten Volumendatensätzen führen. Folglich verringert dieses Phänomen den diagnostischen Wert der Aufnahmen im Bereich der Endodontie. Streustrahlung trägt zu weiterem Anstieg des Bildrauschens bei. Eine ungleiche Verteilung des Strahlenkegels (der sog. „heel effect“) führt zu einer ungleichmäßigen Durchstrahlung des Objektes in jeder Exposition. Auch Ungleichmäßigkeiten der Empfindlichkeit einzelner Detektorelemente setzen die Erkennbarkeit kleiner Strukturen weiter herab.

## Zusammenfassung

Digitale Volumentomografie hat nach heutigem Stand der Technik ihre Bedeutung in der Endodontie vor allem bei der Erkennung anderweitig schwer diagnostizierbarer apikaler Läsionen, Wurzelfrakturen oder Wurzelresorptionen. Bedingt durch die im Vergleich zu zweidimensionalen Intraoralaufnahmen sehr geringe Ortsauflösung und die vielen Artefakte ist die Diagnostik der Wurzelkanalanatomie nur sehr eingeschränkt möglich. Zukünftig müssen methodisch gut durchgeführte experimentelle und In-vivo-Studien die vermuteten Vorteile der neuen Technik noch bestätigen, da die im Vergleich zur zweidimensionalen Aufnahme deutlich erhöhte effektive Dosis der DVT andernfalls keinen breiten Einsatz in diesem Diagnostikbereich rechtfertigen würde. ■

**ZWP online**

Eine Literaturliste steht ab sofort unter [www.zwp-online.info/fachgebiete/endodontologie](http://www.zwp-online.info/fachgebiete/endodontologie) zum Download bereit.

## KONTAKT

### Dr. Dan D. Brüllmann

Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie der  
Universitätsmedizin Mainz  
Augustusplatz 2  
55131 Mainz



# RECIPROC®

*one file endo*



Besuchen Sie uns  
auf unserem Stand!

**Halle 14.1**  
**Stand B50/C51**



## Professionelle Aufbereitung – so einfach wie noch nie!

- **Weniger Arbeitsschritte** ▶ konische Greater-Taper-Aufbereitung mit nur einem Instrument
- **Sichere Anwendung** ▶ selbst stark gekrümmte und enge Kanäle können einfach aufbereitet werden
- **Bequeme Einmalverwendung** ▶ kein Reinigen, kein Sterilisieren

Weitere Informationen zu unserem RECIPROC® System unter

▶ [www.RECIPROC.com](http://www.RECIPROC.com)

VDW GmbH  
Bayerwaldstr. 15 • 81737 München  
Tel. +49 89 62734-0 • Fax +49 89 62734-304  
[www.vdw-dental.com](http://www.vdw-dental.com) • [info@vdw-dental.com](mailto:info@vdw-dental.com)



Endo Einfach Erfolgreich®

