

ROLAND LAUBER  
MICHAEL M. BORNSTEIN  
THOMAS VON ARX

Klinik für Oralchirurgie und  
Stomatologie, Zahnmedizinische  
Kliniken der Universität Bern

**Korrespondenzadresse**

Dr. med. dent. Roland Lauber  
Klinik für Oralchirurgie und  
Stomatologie  
Freiburgstrasse 7  
3010 Bern  
Tel. 031 632 25 66  
Fax 031 632 25 03  
roland.lauber@zmk.unibe.ch

Schweiz Monatsschr Zahnmed 122:  
19–24 (2012)

Zur Veröffentlichung angenommen:  
1. März 2011

# Beurteilung unterer Molaren vor einer apikalen Chirurgie mit der digitalen Volumentomografie

Schlüsselwörter: apikale Chirurgie, digitale Volumentomografie, Einzelzahn-Röntgenbild, Operationsplanung, Unterkiefer-Molar

**Zusammenfassung** *Einleitung:* Das Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich von Einzelzahn-Röntgenbildern mit der digitalen Volumentomografie bei der Abklärung unterer Molaren vor einer apikalen Chirurgie. Dabei wurden die Länge und Homogenität der Wurzelkanalfüllungen sowie die Anzahl der vorhandenen Kanäle untersucht.

*Material und Methoden:* 38 Molaren mit insgesamt 75 Wurzeln wurden in die Studie einbezogen. Die Länge und Homogenität der Wurzelkanalfüllungen sowie das Vorhandensein von Wurzelkanalstiften oder Wurzelkanalschrauben wurden auf den sagittalen DVT-Schichten und auf den Einzelzahn-Röntgenbildern untersucht. Die Anzahl der vorhandenen Kanäle wurde auf den sagittalen DVT-Schich-

ten und auf den Einzelzahn-Röntgenbildern untersucht, wobei hier die mesiale und distale Wurzel getrennt beurteilt wurden.

*Resultate:* Es wurden deutlich mehr Kanäle auf den DVT-Schichten gefunden als auf den Einzelzahn-Röntgenbildern. Die Beurteilung der Homogenität und der Länge der Wurzelkanalfüllungen erscheint subjektiv auf den Einzelzahn-Röntgenbildern einfacher. Ebenso verhält es sich bei der Beurteilung, ob ein Wurzelkanalstift oder eine Wurzelkanalschraube vorhanden ist.

*Schlussfolgerungen:* Aufgrund der besseren Beurteilbarkeit der Wurzelkanalanatomie empfehlen wir vor einer apikalen Chirurgie eines unteren Molaren die Anfertigung einer DVT-Aufnahme.

## Einleitung

Die häufigste Ursache einer entzündlichen periapikalen Veränderung im Alveolarknochen ist ein devitaler Zahn aufgrund einer fortgeschrittenen kariösen Läsion. Die Therapie der Wahl ist die Wurzelkanalbehandlung. Durch diese wird die Ursache der periapikalen Osteolyse therapiert, und das betroffene Knochenareal kann ausheilen. Wenn jedoch die Wurzelkanalfüllung undicht ist oder nicht alle Kanäle abgefüllt wurden, kann die periapikale Pathologie bestehen bleiben oder sich gar verschlimmern (FRIEDMAN ET AL. 2003).

Für die Beurteilung der Wurzelkanalfüllung bei wurzelkanalbehandelten Zähnen sind intraorale Einzelzahn-Röntgenbilder

in den meisten Fällen das Mittel der Wahl. Dreidimensionale Strukturen auf zweidimensionalen Röntgenbildern darzustellen ist allerdings problematisch. Die Gefahr besteht, dass die Diagnostik durch Überlagerungen der komplexen Wurzelkanalanatomie nicht möglich oder unklar ist. Zahnwurzeln im Seitenzahnbereich befinden sich oft in der Nähe von komplexen anatomischen Nachbarstrukturen, wie den Sinus maxillares im Oberkiefer oder den Canales mandibulares im Unterkiefer. Dadurch entstehen schwierig zu beurteilende Überlagerungen (GOLDMAN ET AL. 1972, GRÖHNDAHL & HUUMONEN 2004).

Trotz klinischer Symptomatik müssen im Einzelzahn-Röntgenbild keine eindeutigen pathologischen Veränderungen sichtbar sein (LOFTHAG-HANSEN ET AL. 2007). Zudem braucht es ei-

nen gewissen Grad einer Demineralisierung des Knochens, damit eine periapikale Läsion radiologisch sichtbar wird (BENDER & SELTZER 1961).

Zur dreidimensionalen Lagebestimmung sollten daher mit Einzelzahn-Röntgenbildern zusätzlich exzentrische Projektionen gewählt werden (GRÖHNDAHL & HUUMONEN 2004). Mit der Technik der parallaxtischen Verschiebung kann so das Problem der Überlagerung von verschiedenen, im Strahlengang hinter-einanderliegenden Strukturen abgeschwächt werden.

Die dreidimensionale Bildgebung löst dieses Problem, da das Gewebe in drei Ebenen dargestellt werden kann. Es gibt verschiedene Techniken, dreidimensionale Bilder in der Zahnmedizin zu generieren:

Die *konventionelle Tomografie* bildet eine definierte Schicht aus dem Körper ab; ausserhalb dieser Schicht werden die Strukturen unscharf gezeichnet (LUND & MANSON-HING 1975).

Die *Computertomografie* kann Schichten in axialer, koronaler oder sagittaler Ebene darstellen und so Fragestellungen bezüglich der topografischen Lage verschiedener Strukturen zueinander beantworten. Der Computertomograf arbeitet mit einer rotierenden Strahlenquelle und hohen Röhrenspannungen. Die Röntgenstrahlen treten fächerförmig aus und treffen auf immobile Detektoren, die 360° um den Patienten herum angeordnet sind. Pro Umgang der Röhre wird eine axiale Schicht aus dem zu untersuchenden Volumen aufgezeichnet. Das Volumen wird daraufhin axial weiterbewegt, und im nächsten Umgang wird eine neue Schicht aufgezeichnet. Die koronalen und sagittalen Schichten werden aus den axialen Daten berechnet (HOUNSFIELD 1973).

1999 beschrieben Arai und Mitarbeiter als Erste die Anwendung der digitalen *Volumentomografie*. Im Gegensatz zur Computertomografie verwendete das von der Gruppe um Arai vorgestellte Ortho-CT einen kegelförmigen Strahlengang. Sowohl die Strahlenquelle als auch der Detektor rotieren um den Patienten. Dabei wird in einer einzigen 360°-Drehung das ganze zu untersuchende Volumen aufgenommen. Die digitale Volumentomografie stellt ein zylindrisches Volumen variabler Grösse dar. Die Grösse des Zylinders kann zwischen 30×40 mm und 300×300 mm variieren. In diesem Volumen können Schichten in jeder beliebigen Ausrichtung dargestellt werden (GRÖHNDAHL & HUUMONEN 2004, KÜNZEL & BECKER 2009).

Alle Verfahren der dreidimensionalen Bildgebung gehen mit einer erhöhten Strahlenbelastung für den Patienten einher (MAH ET AL. 2003).

Obwohl grosse Anstrengungen unternommen wurden, die Strahlenbelastung bei der Computertomografie zu senken, bleibt diese um ein Vielfaches höher als bei der digitalen Volumentomografie mit kleinen Volumen (DULA ET AL. 1996, SCHULZE 2009). Diese kommt mit einer Strahlenbelastung aus, die im Schnitt 10 Mal kleiner ist als diejenige der konventionellen Computertomografie (TSIKLAKIS ET AL. 2005, OKANO ET AL. 2009).

Insbesondere bei Fragestellungen in der apikalen Chirurgie gelingt es oft nicht, die feinen anatomischen Strukturen so darzustellen, dass der Behandler genügend Informationen erhält, um einen endgültigen Therapieentscheid zu fällen. Die offenen Fragen betreffen die Anzahl der Kanäle, die Kanalmorphologie, die Qualität der bestehenden Wurzelkanalfüllung, die Lage von intrakanalären Stiften oder allfälligen *Viae falsae* und die Lage und Ausdehnung vorhandener periapikaler Läsionen (LOFTHAG-HANSEN ET AL. 2007, LOW ET AL. 2008).

Eine apikale Chirurgie sollte nur dann durchgeführt werden, wenn der betreffende Zahn wurzelkanalbehandelt ist und die Wurzelkanalbehandlung sowohl in der Länge als auch in ihrer

Homogenität eine gute Qualität aufweist oder wenn die Durchführung einer endodontischen Revision mit Risiken oder prognostischen Unsicherheiten für den betreffenden Zahn verbunden ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist der Vergleich von Einzelzahn-Röntgenbildern mit der digitalen Volumentomografie bei der Abklärung unterer Molaren vor einer apikalen Chirurgie. Dabei wurden die Länge und Homogenität der Wurzelkanalfüllungen sowie die Anzahl der vorhandenen Kanäle untersucht.

## Material und Methoden

### Patienten

Die Röntgenbilder von 40 Patienten wurden konsekutiv in die Studie aufgenommen. Alle Patienten wurden zur Abklärung einer möglichen apikalen Chirurgie von Unterkiefer-Molaren an die Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie der Universität Bern überwiesen. Die Untersuchungen erfolgten zwischen Juni 2007 und Februar 2008. Untersucht wurden untere erste und zweite Molaren. Alle untersuchten Molaren waren wurzelkanalbehandelt. Die Patienten hatten klinische und/oder radiologische Zeichen einer Parodontitis apicalis, und die Zähne wurden mit einem Einzelzahn-Röntgenbild und einer digitalen Volumentomografieaufnahme untersucht.

Untersucht wurden 41 Zähne bei 40 Patienten (21 Frauen, 19 Männer). Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 49,5 Jahre mit einem Altersbereich (range) von 30 bis 77 Jahren. Zwei Patienten wurden von der Studie ausgeschlossen, weil bei den in Frage kommenden Molaren bereits eine apikale Chirurgie durchgeführt worden war. Bei einer Patientin wies je ein Molar im 3. und 4. Quadranten ein periapikales Problem auf. Hier wurde aus den zwei vorhandenen Datensätzen zufällig einer ausgewählt. Die verbleibenden 38 Molaren wiesen insgesamt 75 Wurzeln auf. Ein Molar wies eine Pfahlwurzel auf, diese wurde in die Gruppe der mesialen Wurzeln eingeschlossen. Somit wurden 38 mesiale und 37 distale Wurzeln untersucht (Tab. I).

### Radiologische Techniken

Die dreidimensionalen Aufnahmen wurden mit einem 3 DX Accuitomo angefertigt (Morita, Tokyo, Japan). Ein Scanzzyklus dauerte 17 Sekunden. Die Anlage wurde auf 80 kV und 5 mA eingestellt. Eine Fenstergrösse von 40×40 mm wurde gewählt. Die Auswertung der Bilder erfolgte an einer Dell Precision 380 Workstation (Dell SA, Genf, Schweiz). Der Computer war mit einem Pentium-4-Prozessor ausgestattet. Die Bilder wurden an einem Eizo-FlexScan-L768-Monitor ausgewertet. Die Auflösung betrug 1280×1024 Pixels (Eizo Nano AG, Wädenswil, Schweiz). Die linearen Messungen erfolgten mit der im i-Dixel enthaltenen Längenmessfunktion (i-Dixel Version 1.8, Morita, Tokyo).

Die Einzelzahn-Röntgenbilder wurden mit einem F-Speed-Einzelzahnfilm aufgenommen (Kodak Insight, Eastman Kodak, Rochester, NY, USA). Die Einzelzahn-Röntgenbilder wurden alle mit einem Filmhalter positioniert (Rinn SCP, Dentsply, Elgin, IL, USA). Die Röntgenbilder wurden mit einem zahnärztlichen Röntgengerät mit den Einstellungen 7 mA und 65 kV mit einer Expositionsdauer von 0,15 s angefertigt (HDX, Dental

Tab. I Verteilung der Zähne n=38

Zahn	47	46	36	37
Anzahl	2	15	19	2

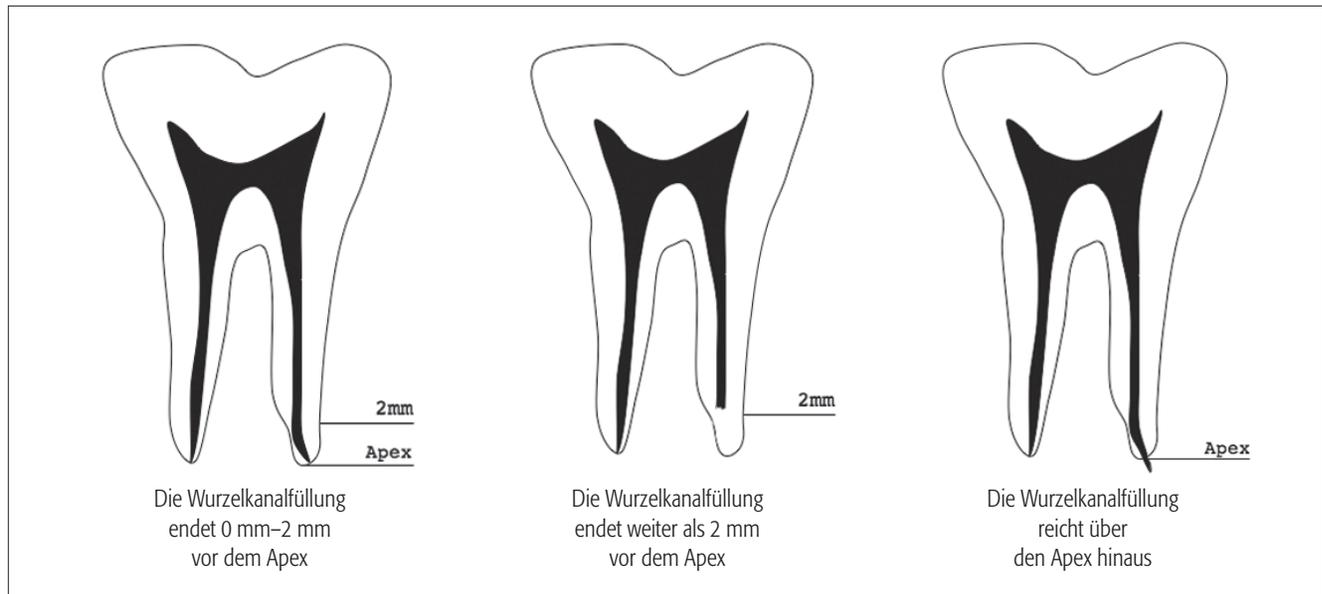


Abb. 1 Länge der Wurzelkanalfüllungen in Bezug auf den Apex

	DVT		EZR	
	Zähne	Kanäle	Zähne	Kanäle
1 Kanal	1	1	1	1
2 Kanäle	0	0	10	20
3 Kanäle	28	84	24	72
4 Kanäle	9	36	3	12
Total	38	121	38	105

EZ, Lanchaster, PA, USA). Die Entwicklung erfolgte in einem Entwicklungsautomaten (XR 24Pro, Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Deutschland). Die Ausmessung erfolgte an einem Röntgenbetrachter mit Blende, einer Schublehre und einer Lupe mit 2,5-facher Vergrößerung als Sehhilfe (SwissLoupes-SandyGrendel, Aarburg, Schweiz).

#### Evaluation der Bilder

Alle Röntgenaufnahmen wurden von einem Untersucher (R.L.) ausgemessen. Die Reihenfolge, in der die Bilder der verschiedenen Patienten untersucht wurden, war zufällig. Zuerst wurden alle Einzelzahn-Röntgen (EZR) beurteilt, danach alle digitalen Volumentomografien (DVT).

Der digitale Volumentomograf stellt Bilder in drei Ebenen dar, die in Anlehnung an die Computertomografie «axial» (DVTa), «sagittal» (DVTs) und «coronal» (DVTc) bezeichnet wurden.

Die mesialen und distalen Wurzeln der Unterkiefer-Molaren wurden getrennt untersucht.

Auf den Einzelzahn-Röntgenbildern und den sagittalen DVT-Schichten wurde die Anzahl der Kanäle und die Anzahl der vorhandenen Stifte oder Schrauben bestimmt. Die Länge der Wurzelkanalfüllungen in Bezug auf den Apex und die Homogenität der Wurzelkanalfüllung wurden auf den Einzelzahn-Röntgenbildern und den sagittalen DVT-Schichten beurteilt (Abb. 1). Die Kriterien für eine homogene Wurzelkanalfüllung waren ein kontinuierlicher Kontakt der Wurzelkanalfüllung zum Wurzelkanal sowie keine sichtbaren Diskontinuitäten innerhalb der Wurzelkanalfüllung.

#### Resultate

Auf den DVT-Schichten wurden bei den 38 Zähnen insgesamt 121 Kanäle entdeckt, auf den Einzelzahn-Röntgenbildern 105 Kanäle (Tab. II). Zudem wurden die mesialen und die distalen Wurzeln einzeln beurteilt. Auch hier wurden sowohl in den mesialen wie auch in den distalen Wurzeln mit der digitalen Volumentomografie mehr Kanäle entdeckt als auf den Einzelzahn-Röntgenbildern: 9 zusätzliche Kanäle wurden in den mesialen Wurzeln und 7 zusätzliche Kanäle in den distalen Wurzeln gesehen (Tab. III).

Zudem wurde nach Stiften oder Schrauben in den Wurzelkanälen gesucht. Verglichen wurde die sagittale DVT-Schicht mit den Einzelzahn-Röntgenbildern. In den DVT-Schichten konnten in 18 Zähnen keine Stifte oder Schrauben nachgewiesen werden, in 20 Zähnen wurden Stifte oder Schrauben gefunden. Auf den Einzelzahn-Röntgenbildern waren in 22 Zähnen keine Stifte oder Schrauben nachweisbar, in 16 Zähnen wurden Stifte oder Schrauben gefunden. Der grösste Teil der Kanalstifte oder -schrauben befand sich in den distalen Wurzeln (Tab. IV).

Bei der Beurteilung der Länge der Wurzelkanalfüllungen zeigten sich nur kleine Unterschiede. Insbesondere kamen vor allem auf den Einzelzahn-Röntgenbildern sowohl mesial als auch distal 4 Wurzeln mehr zur Darstellung, welche eine zu kurze Wurzelkanalfüllung aufwiesen (Tab. V). Auf den Einzelzahn-Röntgenbildern wurden 7 Wurzelkanalfüllungen mehr als inhomogen beurteilt als auf den DVT-Bildern. Dafür kamen auf den DVT-Schichten 7 homogene Wurzelkanalfüllungen mehr zur Darstellung (Tab. VI).

Tab. III Anzahl vorhandener Kanäle in den mesialen und distalen Wurzeln

	Mesiale Wurzel n=38				Distale Wurzel n=37			
	DVT		EZR		DVT		EZR	
	Zähne	Kanäle	Zähne	Kanäle	Zähne	Kanäle	Zähne	Kanäle
1 Kanal	2	2	11	11	27	27	34	34
2 Kanäle	36	72	27	54	10	20	3	6
Total	38	74	38	65	37	47	37	40

Tab. IV Anzahl vorhandener Stifte oder Schrauben n=38

	DVT	EZR
Kein Stift oder Schraube	18	22
In mesialer Wurzel	2	2
In distaler Wurzel	17	14
In mesialer und distaler Wurzel	1	0
Total	38	38

Tab. VI Homogenität der Wurzelkanalfüllungen n=38

	DVT	EZR
Homogen	35	28
Inhomogen	3	10
Total	38	38

## Diskussion

Um einen Therapieentscheid für oder gegen eine apikale Chirurgie zu fällen, müssen vorgängig diverse Aspekte klinisch und radiologisch untersucht werden. Die Prognose der apikalen Chirurgie hängt ab vom parodontalen Zustand des Zahnes, von den klinischen Beschwerden des Patienten, von der Qualität der Restauration und von der Qualität der Wurzelkanalfüllung (RAHBARAN ET AL. 2001).

Das Parodontium eines Zahnes, der für eine apikale Chirurgie vorgesehen ist, sollte nicht entzündet sein und eine ausreichende Verankerung des Zahnes im Knochen garantieren. Ein apiko-marginaler Defekt ist für die Prognose einer apikalen Chirurgie äusserst schlecht. Solche Knocheneinbrüche können klinisch mit einer Sondierung oder radiologisch mit einer DVT-Aufnahme erkannt werden. Die Einzelzahn-Röntgenbilder eignen sich für das Erkennen solcher Einbrüche kaum, da auf ihnen nur eine Beurteilung des mesialen und distalen Parodontes möglich ist.

Falls klinische Beschwerden bei einem mit apikaler Chirurgie zu operierenden Zahn vorhanden sind, wirken sich diese ebenfalls negativ auf die Prognose dieses Zahnes aus (VON ARX ET AL. 2010).

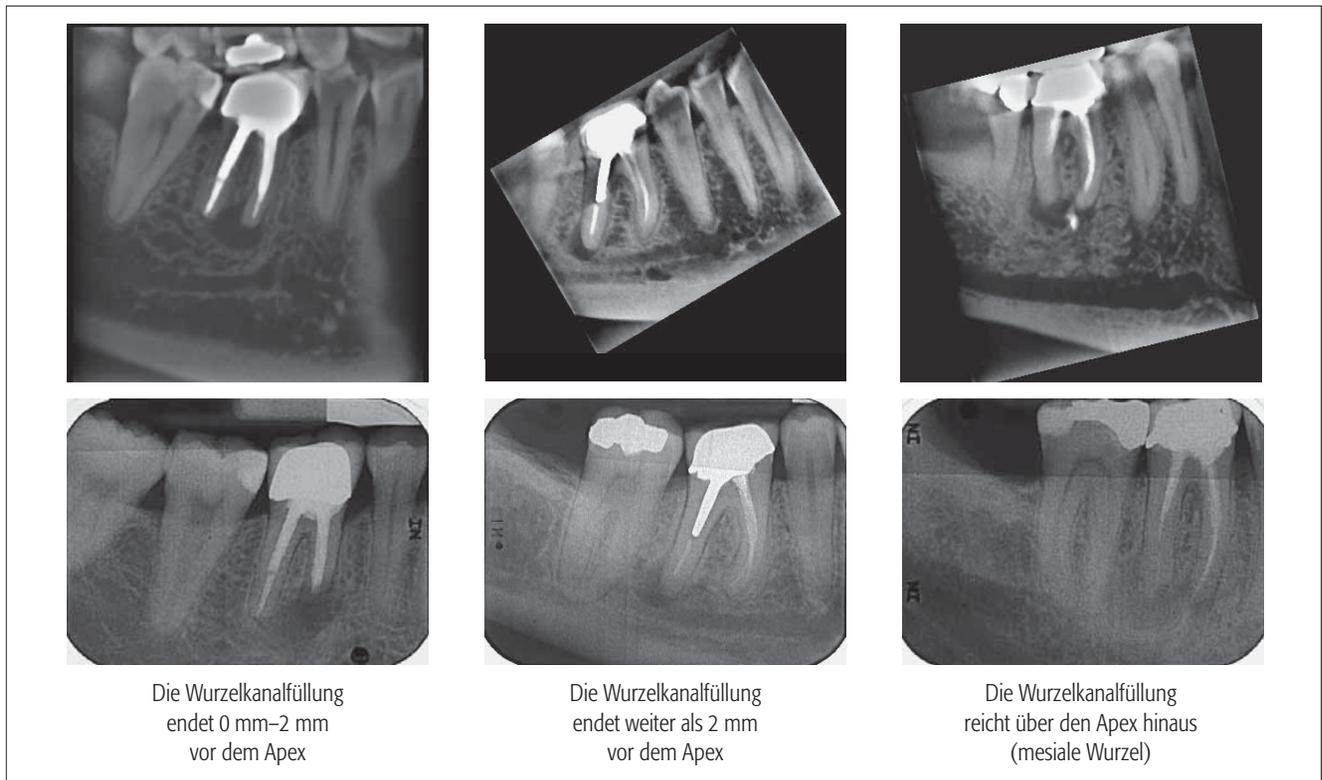
Die Qualität der Restauration bzw. die Restaurierbarkeit des Zahnes ist wichtig. Ein Zahn, welcher für eine apikale Chirurgie in Frage kommt, hat in aller Regel bereits eine längere restaurative Vorgeschichte. Typischerweise wurde bei einem solchen Zahn eine Karies behandelt, die Füllung zeigte nach ein paar Jahren eine Sekundärkaries, welche wiederum saniert wurde. In der Folge kam es zu einer Pulpanekrose, welche mit einer Wurzelkanalbehandlung therapiert wurde. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt jedoch nicht nur von

deren sachgemässen Durchführung ab, sondern in gleichem Masse auch von der Dichtigkeit der Restauration des Zahnes. Eine undichte Füllung oder Krone verschlechtert die Prognose der Wurzelkanalfüllung und somit auch die Prognose einer allfälligen apikalen Chirurgie, weil es dadurch zu einer Reinfektion des Wurzelkanalsystems kommen kann (WILLIAMS & WILLIAMS 2010). Die Qualität der Restauration wird in einer klinischen Untersuchung bestimmt. Mit einer feinen Sonde können Einbrüche am Füllungs- oder Kronenrand erkannt werden. Das Einzelzahn-Röntgenbild zeigt wiederum nur die mesialen oder distalen Aspekte der Füllung oder Krone. Eine allfällige Sekundärkaries kann jedoch auf dem Einzelzahn-Röntgenbild erst erkannt werden, wenn der Zahn einen gewissen Grad an Demineralisierung durchgemacht hat. Die DVT-Aufnahmen eignen sich kaum für die Beurteilung der Restaurationen, da alle modernen Füllungsmaterialien oder Kronen röntgenschattig sind und dies zu einer Signalauslöschung und Artefaktbildung in unmittelbarer Nachbarschaft der Restaurationen führt (SCHULZE ET AL. 2010).

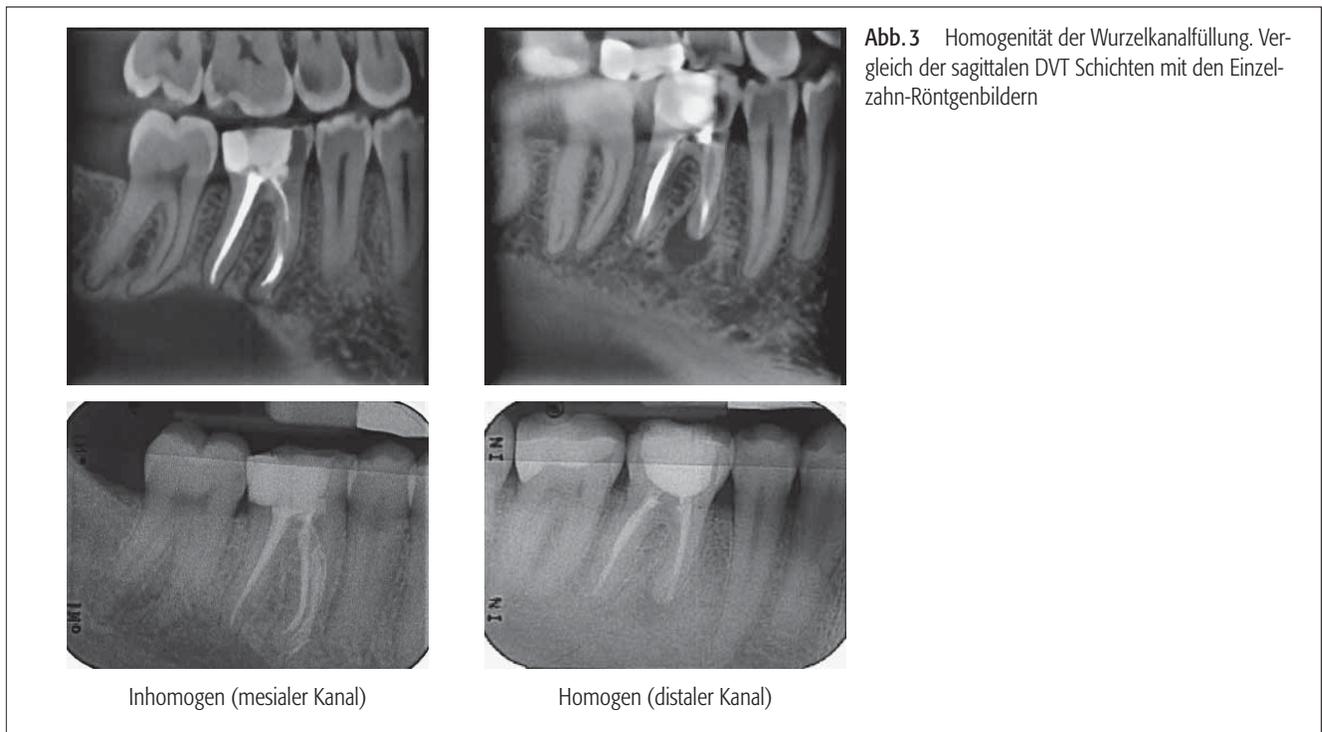
Als Letztes wird die Qualität der Wurzelkanalfüllung beurteilt. Sowohl die Länge als auch die Homogenität der Wurzelkanalfüllung sind wichtig (Abb. 2, 3). Inhomogene Wurzelkanalfüllungen sprechen für eine unvollständige Obturation des Kanales und gehen mit einer schlechteren Prognose für eine apikale Chirurgie einher (VON ARX ET AL. 2010). Zwar ist die Länge der Wurzelkanalfüllung kein prognostischer Faktor, trotzdem streben wir vor einer chirurgischen Intervention eine homogene Wurzelkanalfüllung an, welche 0–2 mm vor dem Apex endet. Über den Apex hinaus gepresstes Wurzelfüllmaterial kann durch eine orthograde Revision der Wurzelkanalfüllung nur ungenügend entfernt werden. Wurzelkanalfüllungen, die weiter als 2 mm vor dem Apex enden, lassen ein zum Teil kompliziertes, sich apikal auffächerndes Kanalsystem unbehan-

Tab. V Länge der Wurzelkanalfüllung zum Apex

	Mesiale Wurzel n=38		Distale Wurzel n=37	
	DVT	EZR	DVT	EZR
0–2 mm	23	18	36	25
Überfüllt	3	5	3	3
>2 mm	11	15	5	9
Ungefüllt	1	0	3	0
Total	38	38	37	37



**Abb. 2** Länge der Wurzelkanalfüllungen in Bezug auf den Apex. Vergleich der sagittalen DVT-Schichten mit den Einzelzahn-Röntgenbildern



**Abb. 3** Homogenität der Wurzelkanalfüllung. Vergleich der sagittalen DVT Schichten mit den Einzelzahn-Röntgenbildern

delt (SKIDMORE ET AL 1971). Wird dieser Bereich nicht gefüllt, bleibt infiziertes Gewebe vorhanden und kann einen periapikalen Infekt unterhalten.

Das Aufspüren von Kanälen fällt auf den DVT-Schichten eindeutig leichter als auf den Einzelzahn-Röntgenbildern (Tab. II, III).

Die Beurteilung der Wurzelkanalfüllungen und das Aufspüren von Wurzelkanalstiften oder -schrauben erscheint zwar auf

den Einzelzahn-Röntgenbildern einfacher, trotzdem wurden auf den DVT-Schichten mehr Kanalstifte oder -schrauben gefunden (Tab. IV). Dies kann damit zusammenhängen, dass Artefaktbildungen auf den DVT-Schichten einen Wurzelkanalstift oder -schraube vortäuschen (Abb. 4).

Die Bestimmung des Apex ist auf den Einzelzahn-Röntgenbildern nicht immer eindeutig. Dies hängt damit zusammen, dass der Zentralstrahl nicht immer orthograd auf die Zahn-

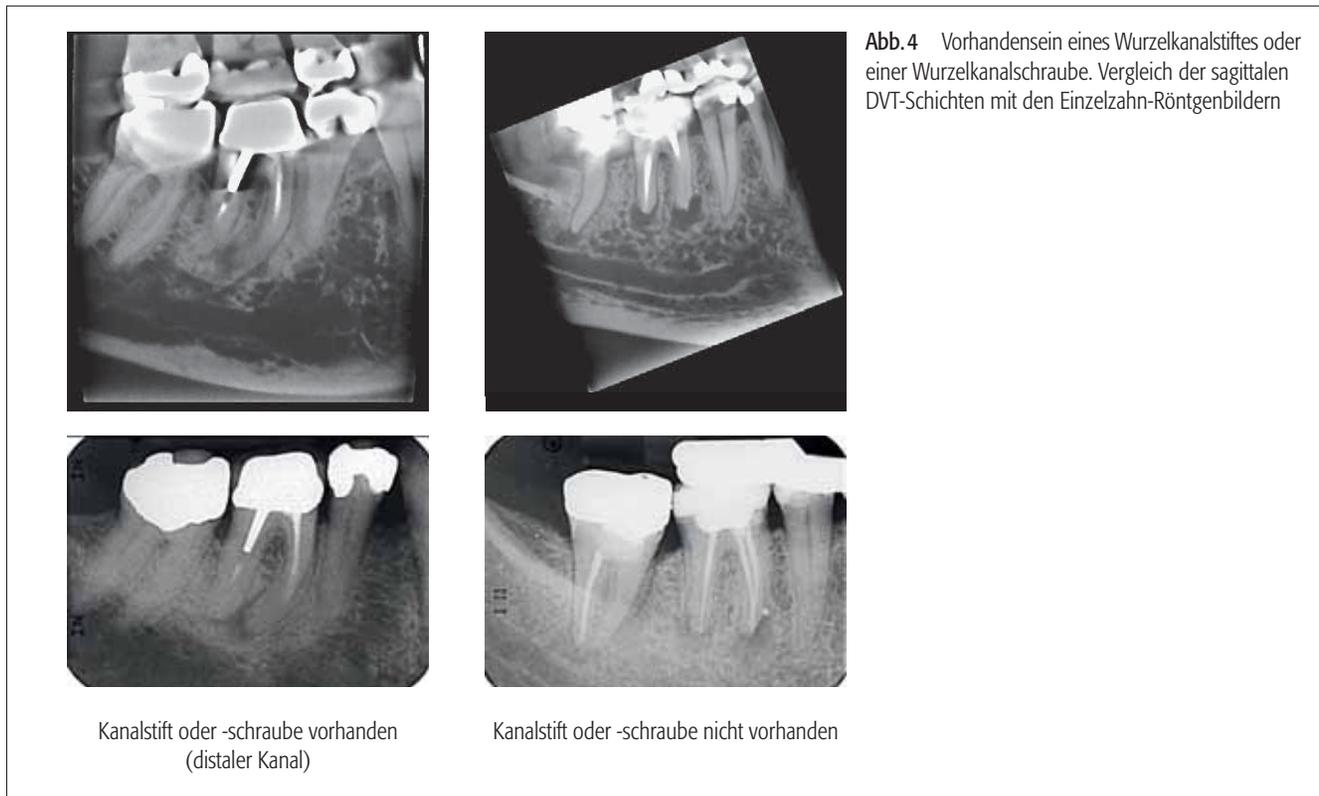


Abb. 4 Vorhandensein eines Wurzelkanalstiftes oder einer Wurzelkanalschraube. Vergleich der sagittalen DVT-Schichten mit den Einzelzahn-Röntgenbildern

achse auftritt. Dies ergibt eine Diskrepanz zwischen dem anatomischen und radiologischen Apex. Trotzdem erscheint es beim Ausmessen der Wurzelkanalfüllungen einfacher, die Länge (Tab. V) und insbesondere die Homogenität der Wurzelkanalfüllungen auf den Einzelzahn-Röntgenbildern zu bestimmen, als auf den DVT-Schichten. Dies zeigt sich in Tabelle VI, wo deutlich mehr inhomogene Wurzelkanalfüllungen auf den Einzelzahn-Röntgenbildern gefunden wurden als auf den DVT-Schichten. Auf den einzelnen DVT Schichten können zwar Luft einschüsse in den Wurzelkanalfüllungen besser dargestellt werden als auf den Einzelzahn-Röntgenbildern, weil diese nicht durch Überlagerungen kaschiert werden. Die zum Teil stark gewundenen Kanäle werden auf den einzelnen DVT-Schichten jedoch angeschnitten, was die Beurteilung deutlich erschwert.

Die Beurteilung der komplexen Wurzelkanalanatomie ist auf den Einzelzahn-Röntgenbildern nur ungenügend möglich. Zudem kann eine periapikale Läsion mithilfe der digitalen Volumentomografie besser erkannt und genau lokalisiert und ihre Distanz zum Canalis mandibulae sowie zur Kortikalisoberfläche exakt bestimmt werden (BORNSTEIN ET AL. 2010). Dies ist für den Therapieentscheid und die Durchführung einer apikalen Chirurgie entscheidend. Um die Kanalanatomie und die periapikalen Defektmorphologie genau abzuklären, empfehlen wir daher vor einer apikalen Chirurgie eines unteren Molaren die Anfertigung einer DVT-Aufnahme.

*Literaturverzeichnis siehe englischen Text, Seite 18.*