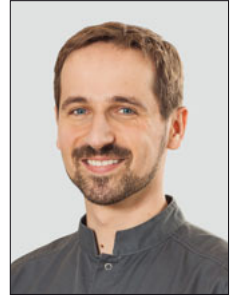


Florian Wenninger

# Diagnostik, Therapie und Management eines C-förmigen Wurzelkanalsystems

## Ein Fallbericht



**Florian Wenninger**  
 Dr. med. dent.  
 Praxisklinik in der Mauthalle  
 Dr. Jochen K. Alius  
 Hallplatz 2  
 90402 Nürnberg  
 E-Mail:  
 flowenninger@gmx.de

**INDIZES** *C-förmiges Wurzelkanalsystem, zweite Unterkiefermolaren, Wurzelkanalanatomie, Dentalmikroskop*

Die große Komplexität der Wurzelkanalanatomie von Molaren mit C-förmigem Wurzelkanalsystem stellt den Zahnarzt vor eine besondere Herausforderung in Bezug auf die Diagnostik, die chemo-mechanische Wurzelkanalpräparation und die Wurzelkanalobturation. Kenntnisse über die spezielle Diagnostik, die Variationsmöglichkeiten der Wurzelkanalanatomie und die potenziellen Gefahren bei der Wurzelkanalbehandlung erhöhen die Wahrscheinlichkeit eines Behandlungserfolgs. Der folgende Artikel soll diese Kenntnisse vermitteln und in einem Fallbericht die Wurzelkanalbehandlung eines zweiten Unterkiefer-Molaren mit C-förmigem Wurzelkanalsystem demonstrieren.

### ■ Einleitung

Das C-förmige Wurzelkanalsystem ist eine in Europa eher seltene dental-anatomische Besonderheit, die überwiegend an Unterkiefermolaren auftritt und dort häufiger an den zweiten als an den ersten Unterkiefermolaren beobachtet wird. Sehr selten werden C-förmige Wurzelkanalsysteme aber auch an dritten Unterkiefer- oder an Oberkiefermolaren beobachtet<sup>1-4</sup>. Erstmals wurde diese besondere Wurzelkanalanatomie 1979 von Cooke und Cox beschrieben<sup>3</sup>.

### ■ Prävalenz

Das Vorkommen dieser besonderen Wurzelkanalanatomie variiert in unterschiedlichen ethnischen Gruppen<sup>5,6</sup>. Am häufigsten aufzufinden ist diese Wurzelkanalanatomie auf dem asiatischen Kontinent: bei 31,5 % der Chinesen und 13 % der gemischten asiatischen Population finden sich zweite Unterkiefermolaren mit C-förmigen Wurzelkanalsystemen<sup>5</sup>. Selten wird eine C-förmige Wurzelkanal-

form hingegen bei der europäischen Bevölkerung beobachtet: 2,7 bis 7,6 % der Europäer sollen betroffen sein<sup>3,6</sup>. Wenn ein zweiter Molar auf einer Seite des Unterkiefers diese Anatomie besitzt, dann kann in ca. 74 % der Fälle diese auch am zweiten Molar der gegenüberliegenden Seite aufgefunden werden<sup>7</sup>.

### ■ Wurzelkanalanatomie

Das Hauptcharakteristikum des C-förmigen Wurzelkanalsystems ist die komplexe Verbindung von zwei oder mehr Wurzelkanälen über einen Isthmus. Beim Blick durch die Zugangskavität zeigt das Orifizium häufig bereits eine C-förmige Anordnung der Kanäleingänge, wobei mindestens zwei bogenförmig durch einen schmalen Isthmus miteinander verbunden sind. Dieses „C“ ist meistens nach lingual offen, kann aber auch nach bukkal offen sein<sup>1-3</sup>. Von extroral betrachtet sind die Verschmelzung der Wurzeln miteinander und eine tiefe Furche längs der konischen Wurzel charakteristisch für diese Wurzelkanalanatomie (Abb. 1 und 2)<sup>1,8</sup>.

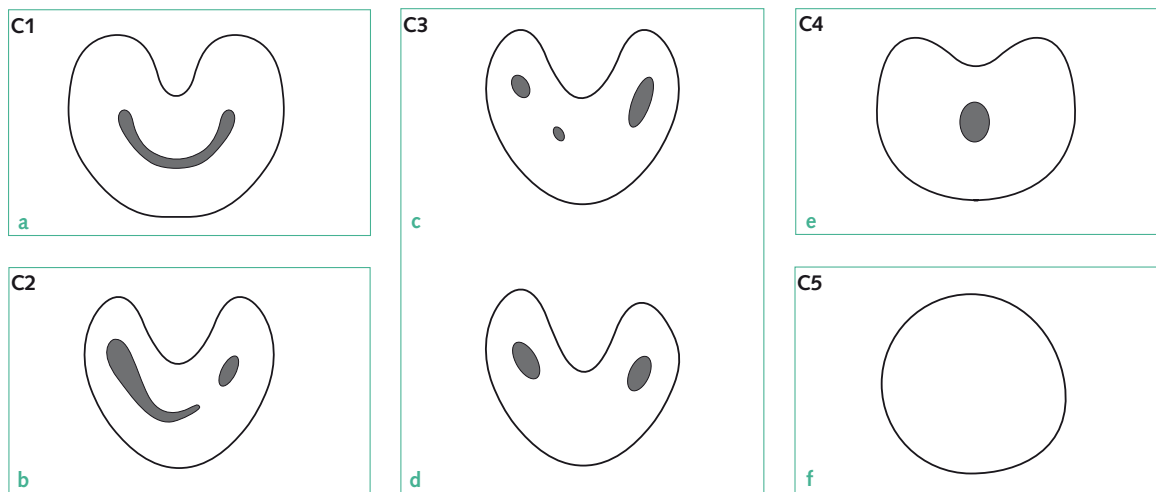
**Manuskript**  
 Eingang: 05.01.2016  
 Annahme: 16.02.2016



**Abb. 1** Extrahierter erster Unterkiefermolar mit C-förmiger Wurzelform (aus Hülsmann M, Schäfer E. Probleme in der Endodontie. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2007:541).



**Abb. 2** Ansicht von apikal. Zu beachten sind die zahlreichen apikalen Foramina (aus Hülsmann M, Schäfer E. Probleme in der Endodontie. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2007:541).



**Abb. 3** Klassifikation C-förmiger Kanalsysteme (verändert nach Fan et al.<sup>1</sup>).

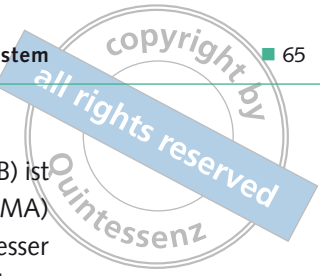
Der Großteil dieser Molaren zeigt ein Orifizium mit einem durchgehenden C-förmigen Querschnitt, welches mindestens 1 mm apikal der Schmelz-Zement-Grenze aufzufinden ist. In einer Micro-CT-Untersuchung von 54 C-förmigen zweiten Molaren zeigten 83,3 % der Zähne ein Orifizium, welches 1 bis 2 mm apikal der Schmelz-Zement-Grenze aufzufinden war. Bei den restlichen 16,7 % der gescannten Zähne lag das Orifizium mit 3 bis 4 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze sogar noch weiter apikalwärts (s. Abb. 1 und 2)<sup>1</sup>.

In mehreren Micro-CT-Untersuchungen zeigten die meisten C-förmigen zweiten Unterkiefermolaren innerhalb des Verlaufs der Wurzelkanäle starke Veränderungen in der Wurzelkanalanatomie<sup>1,2,9,10</sup>. Dies bedeutet für den Zahnarzt, dass die Form des Wurzelkanaleingangs keine Vorhersage über die Anatomie des Wurzelkanalsystems im weiteren Verlauf zulässt<sup>1</sup>.

Eine erste Klassifikation der unterschiedlichen Formen der C-förmigen Wurzelkanalanatomie präsentierte Melton im Jahr 1991<sup>8</sup>, indem sie die einzelnen histologischen Querschnitte der untersuchten Zähne in drei Kategorien aufteilte:

- Kategorie 1: kontinuierliche C-Form.
- Kategorie 2: Semikolon-förmige Kanäle.
- Kategorie 3: separate, einzelne Kanäle.

Die Klassifikation nach Melton war ein erster Versuch der Kategorisierung dieser variationsreichen Wurzelkanalanatomie, doch die drei Kategorien schienen nicht konkret genug zu sein, um alle Formen der Wurzelkanalanatomie zu beschreiben. Es wurden keine Variationen, die zwischen der Kategorie 2 und 3 möglich sind, beschrieben. Aus diesem Grund wurde diese Klassifikation 2004 von Fan et al. modifiziert (Abb. 3)<sup>1</sup>:



- Kategorie 1 (C1): kontinuierliche C-Form ohne Unterbrechung (Skizze a).
- Kategorie 2 (C2): Semikolon-förmige Kanäle (Skizze b).
- Kategorie 3 (C3): zwei oder drei separate Kanäle (Skizzen c und d).
- Kategorie 4 (C4): nur ein runder oder ovaler Kanal in dieser Sektion (Skizze e).
- Kategorie 5 (C5): kein Kanal vorhanden (nur in Nähe des Apex) (Skizze f).

In der Studie von Fan et al.<sup>1</sup> zeigten 88,9 % der im Mikro-CT untersuchten zweiten Molaren Orifizen mit einer kontinuierlichen C-Form (C1), 7,4 % ein Orifizium der Kategorie 2 (C2) und nur 3,7 % gehörten der Kategorie 3 (C3) an. Wechsel zwischen den Kategorien 1 (C1), 2 (C2) und 3 (C3) wurden in den Mikro-CT-Schnitten beobachtet, wohingegen die Kategorien 4 (C4) und 5 (C5) nur in apikalen Bereichen gesichtet wurden.

### ■ Diagnostik

In erster Linie ist es wichtig, einen Zahn mit C-förmiger Wurzelkanalanatomie als solchen zu erkennen. Durch sorgfältige Röntgendiagnostik und klinische Befundung ist es möglich, Zähne mit C-förmigen Wurzelkanälen zu erkennen, wobei sie einige oder mehrere der folgenden typischen Merkmale aufweisen können.

Röntgenologisch auffällig sind Molaren mit massiven, konischen Wurzeln ohne Furkation, die zu einer einzigen Pfahlwurzel verschmolzen scheinen. Zudem zeigt das Röntgenbild häufig eine unklare Abzeichnung der Pulpakammer und einen unklaren Verlauf der Wurzelkanäle<sup>4,11</sup>. Oft stellt sich ein Zahn mit C-förmigem Wurzelkanalsystem im Röntgenbild so dar, als zeichne sich im koronalen und mittleren Wurzeldrittel nur ein mesialer und ein distaler Wurzelkanal ab, da der dünne Isthmus, der die Kanäle verbindet, röntgenologisch nicht abgebildet werden kann. Der Verlauf dieser Wurzelkanäle lässt sich im apikalen Wurzeldrittel nicht mehr verfolgen<sup>2,11</sup>. Ein weiteres Charakteristikum für Zähne mit C-förmiger Wurzelkanalanatomie ist die tiefe Furche längs der Wurzel, welche sich auch im Röntgenbild zentral der konischen Wurzel abzeichnen kann<sup>2</sup>.

Während der Wurzelkanalbehandlung (WKB) ist die Anfertigung von Nadelmessaufnahmen (NMA) wichtig, um den Verlauf der Wurzelkanäle besser nachvollziehen zu können. Wenn der Zahn bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht als Molar mit C-förmigem Wurzelkanalsystem identifiziert wurde, kann die NMA für weitere Verunsicherung sorgen und eine Perforation in die Furkation vortäuschen<sup>8,11</sup>.

Klinisch ist bislang die zirkuläre Sondierung der Wurzelzirkumferenz die einzige nichtinvasive Möglichkeit zur Diagnostik von Zähnen mit C-förmigen Wurzelkanalsystemen. Eine Einziehung von lingual oder bukkal kann ein Hinweis auf das Vorhandensein der charakteristischen longitudinalen Furche sein<sup>4</sup>.

### ■ Therapie und Management

Vor der Behandlung eines Zahns mit C-förmiger Wurzelkanalanatomie ist es ratsam, den Patienten auf die komplexe Anatomie des Zahns aufmerksam zu machen, die erhöhte Schwierigkeit der Therapie zu erwähnen und ihn über die möglichen Gefahren bei der bevorstehenden WKB aufzuklären.

Bei einer Vitalexstirpation kann es nach der Trepanation zu einer schwer zu stillenden Blutung der Pulpa kommen, da es aufgrund der komplexen Wurzelkanalanatomie nicht möglich ist, das Gewebe schnell zu entfernen und die Blutung zu stillen<sup>11</sup>. Ist die Kronenpulpa entfernt, die Blutung gestillt und die Zugangskavität korrigiert, ist eine sorgfältige intrakoronale und intrakanaläre Befundaufnahme visuell unter starker optischer Vergrößerung mit Lupenbrille oder dem Dentalmikroskop sowie taktil durch eine mechanische Sondierung des Pulpakammerbodens mit feinen Wurzelkanalinstrumenten (z. B. Micro-Opener, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Schweiz) durchzuführen<sup>12</sup>.

Häufig zeigt sich auf dem unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze liegenden Pulpakammerboden bereits eine C-förmige Anordnung der Kanaleingänge, wobei mindestens zwei von diesen bogenförmig durch einen schmalen Isthmus miteinander verbunden sind<sup>1-3</sup>. Um Perforationen durch eine zu voreilige und zu forcierte Präparation zu vermeiden, sollte nach ersten Sondierungen der Verlauf der Hauptwurzelkanäle bei paralleler elektrischer Längenmessung mit



feinen Handinstrumenten der ISO-Größen 06 oder 08 ausgetastet werden, da die meisten C-förmigen Unterkiefermolaren starke Veränderungen der Wurzelkanalanatomie innerhalb des Verlaufes der Wurzelkanäle aufweisen<sup>1,2,9,10</sup>.

Bei der Präparation des Wurzelkanalsystems besteht die Gefahr einer Perforation der Wurzelkanalwand, denn die C-förmigen Kanäle sind nicht zentral in der Wurzel, sondern wesentlich näher an der Oberfläche der Seite der Einziehung/Längsfurche lokalisiert<sup>10,13</sup>, wobei die durchschnittliche minimale Dentinstärke in den mesialen Hauptkanälen noch dünner ist als in den distalen<sup>13</sup>. In einer Micro-CT-Untersuchung und 3-D-Rekonstruktion von 102 Unterkiefermolaren wurden folgende Mittelwerte für die minimale Dentindicke ermittelt<sup>10</sup>:

- koronales Drittel: ca. 0,9 mm
- mittleres Drittel: ca. 0,5 mm
- apikales Drittel: ca. 0,3 mm

Bereits Melton<sup>8</sup> berichtete in einer histologischen Studie von nicht zufrieden stellenden Ergebnissen der Wurzelkanalreinigung nach einer manuellen Präparation C-förmiger Wurzelkanalsysteme mit vielen uninstrumentierten und debrisreichen Bereichen. Sie sah Möglichkeiten, die Reinigung durch die zusätzliche Verwendung einer US-Aktivierung und die Erhöhung des Volumens der Spülflüssigkeit zu verbessern<sup>8</sup>. Es liegen bislang nur wenige Studien vor, die sich mit der Effektivität der Präparation C-förmiger Kanalsysteme befassen<sup>13-15</sup>. Diese bestätigen die Annahmen von Melton und bringen weitere wichtige Erkenntnisse zur Verbesserung der Effektivität der Reinigung dieser komplexen Wurzelkanalanatomie:

- Nur ca. 50 % der Wurzelkanaloberfläche wurden im Durchschnitt durch die mechanische Aufbereitung erfasst<sup>14</sup>.
- Hohe Sicherheit und gute Ergebnisse der Präparation mit rotierenden Nickel-Titan-Instrumenten (NiTi)<sup>13,14</sup>.
- Handinstrumente verursachten mehr Kanalverlagerungen, das Risiko von Perforationen ist erhöht<sup>14</sup>.
- Handinstrumente konnten aber im Gegensatz zu den NiTi-Instrumenten auch sehr enge Bereiche des Wurzelkanalsystems instrumentieren<sup>14</sup>.
- Empfehlung zur Kombination beider Präparationstechniken<sup>14</sup>.

- Eine Apikalpräparation weiter als ISO 30 bei einer Konizität von 6 % wird nicht empfohlen<sup>13</sup>.
- Die SAF-Feile (Self-Adjusting File, ReDentNOVA, Ra'anana, Israel) konnte durchschnittlich mehr Wurzelkanaloberfläche bearbeiten als ProTaper-Feilen (Dentsply Maillefer)<sup>15</sup>.
- Die Effektivität der Reinigung sollte durch den Einsatz ultraschallaktivierter Spülungen erhöht werden<sup>8,13,14</sup>.
- Intensivere chemische Reinigung durch ein hohes Volumen an chemischen Spülflüssigkeiten<sup>6,8,13,14</sup>.

Nach der Präparation des Kanalsystems verbleiben teilweise nur sehr dünne Dentinwandstärken<sup>10,13</sup>. Da die minimale Dentinstärke der Wurzelkanalwand wahrscheinlich einen wichtigen Faktor für den zukünftigen Widerstand gegen Wurzelfrakturen darstellt<sup>16</sup>, besteht eine erhöhte Gefahr einer Längsfraktur während oder nach der Wurzelkanalobturation<sup>10</sup>. Vor dem Hintergrund der komplexen Anatomie scheint die Verwendung einer warmen, vertikalen Fülltechnik sicherer als die Anwendung einer kalten, lateralen Kondensation von Guttapercha zu sein.

Es herrscht Einigkeit darüber, dass aufgrund der geringen Dentinwandstärken und der nicht runden Kanalquerschnitte ein Stiftaufbau bei einem Zahn mit C-förmiger Wurzelkanalform kontraindiziert ist<sup>8,10,13</sup>. Tiefer liegende, adhäsiv befestigte Kompositaufbauten sind heute das Mittel der Wahl für die postendodontische Versorgung dieser Zähne<sup>10,13</sup>.

## ■ Fallbericht

### ■ Anamnese und Diagnostik

Ende März 2015 stellte sich ein 30-jähriger Patient mit unauffälliger Allgemeinanamnese mit spontanen, teils langanhaltenden starken Schmerzen im hinteren Bereich des rechten Unterkiefers ohne Termin in der Praxis vor. Er berichtete auch von vorhergehenden Schmerzen auf Kälte und Wärme in dieser Region, welche länger anhielten als die Dauer des Reizes. Drei Wochen zuvor war der Patient umfangreich konservierend behandelt worden. Der Zahn 47 wurde nach Exkavation einer Caries profunda mit einer ausgedehnten mod-Kompositfüllung versorgt.



Bei der Befundung des 4. Quadranten reagierte der Zahn 47 auf den Sensibilitätstest mit Kältespray mit einer sehr starken positiven Reaktion und nachziehendem Schmerz, 44 bis 46 dagegen reagierten normal positiv. Beim Perkussionstest reagierte nur Zahn 47 leicht positiv. Es konnte kein Lockerungsgrad des Zahns festgestellt werden. Die extra- und intraorale Untersuchung ergab keine weiteren Besonderheiten.

Es wurde die Diagnose einer symptomatischen irreversiblen Pulpitis nach Caries profunda gestellt. Nach Aufklärung über den bevorstehenden Behandlungsablauf wurde Zahn 47 unter Kofferdam trepaniert. Eine starke, nicht zu stillende Blutung des Pulpagewebes machte eine Vitalexstirpation unmöglich. Die Kronenpulpa wurde entfernt, die Pulpastümpfe mit Ledermix® (Riemser Pharma, Leipzig) abgedeckt und die Trepanationsöffnung mit Cavit (3M Espe, Seefeld) verschlossen.

Nach der internen Überweisung stellte sich der Patient ohne Schmerzen zwei Wochen später zur Wurzelkanalbehandlung vor. Zahn 47 reagierte bei der Sensibilitätsprüfung negativ und beim Perkussionstest leicht positiv. Eine zirkuläre Sondierung ergab mesial Taschentiefen von bis zu 2 mm und distal von bis zu 3,5 mm. Weder an der lingualen noch an der bukkalen Wurzelaußenseite war eine Einziehung zu sondieren.

Röntgenologisch zeigte sich der periapikale Bereich unauffällig, die Wurzelanatomie des unteren zweiten Molaren wies jedoch die typischen röntgenologischen Merkmale eines C-förmigen Wurzelkanalsystems auf (Abb. 4):

- Massive, konische Wurzeln ohne Furkation.
- Unklare Darstellung der Pulpakammer und des Verlaufs der Wurzelkanäle<sup>4,11</sup>.
- Im koronalen und mittleren Wurzeldrittel scheinbar nur ein mesialer und ein distaler Wurzelkanal, deren Verlauf im apikalen Drittel nicht mehr zu verfolgen ist<sup>2,11</sup>.
- Zentral der konischen Wurzel Abzeichnung einer tiefen Einziehung längs der Wurzel<sup>2</sup>.

### ■ Therapie

Die Wurzelkanalbehandlung des Zahns 47 wurde im Zeitraum von einer Woche in zwei Sitzungen durchgeführt. Es wurde ständig unter optischer Vergröße-

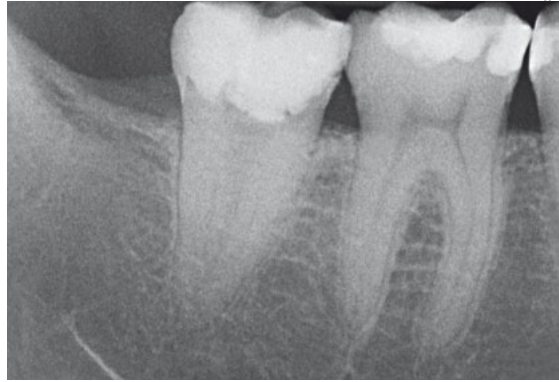
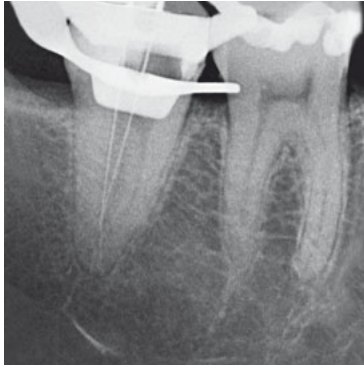


Abb. 4 Ausgangsröntgenbild des Zahns 47.

rung gearbeitet, einem Dentalmikroskop mit Xenon-Lichtquelle (OPMI pico, Zeiss, Oberkochen) oder einer Kopflupenbrille mit Kaltlichtquelle (KF, 4,3 x/400 mm, Zeiss). Nach der Entfernung der temporären Deckfüllung, Spülung der Kavität mit 5%iger Natriumhypochlorit-Lösung (NaOCl) und Korrektur der Zugangskavität wurde der Verdacht einer C-förmigen Wurzelkanalanatomie endgültig bestätigt:

- Lokalisation des Pulpakammerbodens unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze (ca. 2 bis 3 mm).
- C-förmige Anordnung der Kanaleingänge: zwei sind bogenförmig durch einen schmalen Isthmus miteinander verbunden (C nach lingual offen)<sup>1-3</sup>.

Nach Sondierung und Erkundung des Pulpakammerbodens mit feinen Handinstrumenten wurde der Verlauf der Hauptwurzelkanäle bei gleichzeitiger elektrischer Längenmessung mit K-Feilen der ISO-Größe 08 sondiert. Es folgte eine vorsichtige Präparation des koronalen Kanaldrittels mit Gates-Glidden-Bohrern der Größen 1–2 (Dentsply Maillefer) und den US-Instrumenten CAVI 2-D und IRR1 K Feilen der ISO-Größe 25 (VDW) unter weitestgehender Schonung der „Dangerzone“ Richtung Furkation. Nach einer initialen Präparation der beiden sichtbaren Hauptkanäle mesio-bukkal und distal mit K-Feilen bis zur ISO-Größe 15 wurde eine Nadelmessaufnahme erstellt (Abb. 5). Deutlich sichtbar wurde ein nicht instrumentierter mesialer Hauptwurzelkanal. In der Verlängerung des C-förmigen Isthmus nach mesio-lingual konnte durch die Entfernung eines Dentinüberhangs mit einem LN Long Neck Bohrer (Dentsply Maillefer) der Eingang des mesio-lingualen Hauptkanals freigelegt werden.



**Abb. 5** Nadelmessaufnahme I: Instrumente im mesio-bukkalen und distalen Wurzelkanal. Ein mesialer Wurzelkanal wurde nicht instrumentiert.



**Abb. 6** Nadelmessaufnahme II: Instrumente im mesio-bukkalen, mesio-lingualen und distalen Wurzelkanal positioniert.



**Abb. 7** Röntgenmessaufnahme mit den drei auf Arbeitslänge gekürzten Mastercones, wobei der Mastercone im distalen Wurzelkanal eingeknickt ist.

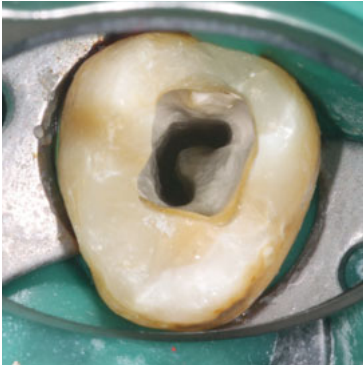
So zeigte sich ein Orifizium mit einer Semikolonförmigen Anatomie (Kategorie 2, C2) der von Fan et al. modifizierten Melton-Klassifikation (s. Abb. 3, Skizze b)<sup>1</sup>. Nach der elektrischen Längenbestimmung und einer initialen Erweiterung des Wurzelkanals mit K-Feilen bis zur ISO-Größe 15 wurde eine zweite Nadelmessaufnahme angefertigt (Abb. 6), welche den Verlauf der drei Hauptwurzelkanäle dokumentiert.

Vor dem Hintergrund, dass in Micro-CT-Untersuchungen die meisten C-förmigen zweiten Unterkiefermolaren starke Veränderungen der Wurzelkanalanatomie innerhalb des Verlaufs der Wurzelkanäle aufwiesen<sup>1,2,9,10</sup>, stellte sich die Frage, wie die Kanalanatomie apikal des Orifiziums verlaufen würde. Bei der Sondierung des mesio-lingualen Kanals mit einem vorgebogenen Micro-Opener der Größe 10/04 Richtung bukkal konnte die Instrumentenspitze im koronalen Drittel des mesio-bukkalen Hauptkanals unter dem Mikroskop gesichtet werden. Nach der Entfernung dieser Dentinbrücke zwischen dem mesio-lingualen und mesio-bukkalen Kanalsystem im koronalen Wurzel Drittel mit den US-Instrumenten REDO 2 (Ti) und IRRI-K Feilen der ISO-Größe 25 (VDW) konnte eine ununterbrochene C-Form der Kanalanatomie bis in das apikale Drittel der Wurzel verfolgt werden: die Anatomie entsprach der Kategorie 1 (C1, s. Abb. 3, Skizze a).

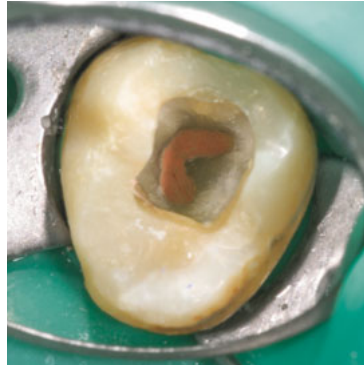
Nach dem Vergleich der elektrisch bestimmten Längen mit den Längen der Instrumente in den Röntgenmessaufnahmen wurden die vorläufigen Arbeitslängen festgelegt und die drei Hauptwurzelkanäle

rotierend mit dem ProTaper Universal Feilensystem (Dentsply Maillefer) präpariert, beide mesialen Wurzelkanäle bis zur Feilengröße F2 (ISO 25, Taper .08) und der distale bis zur Feilengröße F3 (ISO 30, Taper .09). Die Präparation wurde mit „anti curvature filing“-Bewegungen durchgeführt, um den Bereich der dünneren Dentinwandstärke Richtung Einziehung weniger zu bearbeiten. Die Präparation der Hauptwurzelkanäle ermöglichte eine effektive chemische Reinigung, da mit einer Spülkanüle der ISO-Größe 30 die jeweiligen Arbeitslängen abzüglich 1 mm erreicht werden konnten. Der C-förmige Isthmus wurde vorsichtig mit US-Instrumenten erweitert und mit feinen Handinstrumenten bearbeitet, um auch dort die Effektivität der chemischen Reinigung erhöhen zu können. Während der Präparation wurde mit einer Gesamteinwirkzeit von ca. 60 Minuten zwischen den Arbeitsschritten fortlaufend mit 5%iger Natriumhypochlorit-Lösung gespült (20 ml NaOCl auf 50°C erwärmt) und die apikale Patency mit K-Feilen der ISO-Größe 08 überprüft. Das präparierte Wurzelkanalsystem wurde mit einer medikamentösen Einlage aus Ledermix® gefüllt und die Zugangskavität temporär mit Cavit und einer Kompositschicht verschlossen.

Die Wurzelkanalfüllung erfolgte eine Woche später. Der Patient war beschwerdefrei und der Befund an Zahn 47 unauffällig. Nach Isolation des Zahns mit Kofferdam und Entfernung des temporären Verschlusses wurde die medikamentöse Einlage mit ultraschallaktivierten Spülungen und Rekapitulationen entfernt. Nach wiederholter elektrischer Überprüfung



**Abb. 8** Blick auf das tief liegende C-förmige Orifizium nach abgeschlossener Präparation und Desinfektion des Wurzelkanalsystems.



**Abb. 9** Blick auf die Eingänge des obturierten C-förmigen Wurzelkanalsystems von Zahn 47.



**Abb. 10** Kontrollröntgenbild des obturierten C-förmigen Wurzelkanalsystems von Zahn 47.

der Arbeitslängen und Überprüfung der Patency konnte die abschließende Desinfektion des Wurzelkanalsystems mit dem folgenden Spülprotokoll bei einer Einwirkzeit von insgesamt ca. 30 Minuten durchgeführt werden (die 5%ige NaOCl-Lösung wurde auf 50°C erwärmt):

- Spülungen mit NaOCl-Lösung (insgesamt 10 ml).
- Spülungen mit 17%iger Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) bei kurzer Einwirkzeit von ca. 1 Min. (insgesamt 3 ml).
- Spülungen mit NaOCl-Lösung.
- Ultraschallaktivierung 20 Sekunden je Kanal.
- Spülungen mit NaOCl-Lösung.
- Ultraschallaktivierung 20 Sekunden je Kanal.
- Ausgiebige Spülungen mit NaOCl-Lösung (insgesamt 20 ml).
- Spülungen mit 70%igem Ethanol.

Anschließend wurde das Kanalsystem getrocknet, die Guttapercha-Mastercones in die Hauptwurzelkanäle eingepasst und eine Kontrollröntgenaufnahme erstellt (Abb. 7 und 8). Da der distale Mastercone eingeknickt war, wurde die Reihenfolge der Mastercone-Einpassung geändert und deren Klemmpassung nochmals überprüft.

Eine warme, vertikale Kondensation mit Guttapercha und AH Plus Sealer (Dentsply DeTrey, Konstanz) wurde zur Obturation des C-förmigen Wurzelkanalsystems angewendet (Abb. 9) und mit einem Röntgenbild kontrolliert (Abb. 10). Anhand des Kontrollröntgenbilds kann die Vermutung aufgestellt werden, dass sich das C-förmige Wurzelkanalsystem

im apikalen Drittel zu einem runden oder ovalen Kanal vereint (Kategorie 4, C4; s. Abb. 3, Skizze e) und sich danach im apikalen Bereich der Wurzel in mindestens zwei separate Wurzelkanäle aufteilt (Kategorie 3, C3; s. Abb. 3, Skizzen c und d). Wenn diese Vermutung zutrifft, hätte sich die Wurzelkanalanatomie innerhalb des Verlaufs der Wurzelkanäle Richtung apikal vier Mal verändert: von einer anfänglichen Kategorie 2 zu einer Kategorie 1, zu einer Kategorie 4 und letztendlich zu einer Kategorie 3 nach der Klassifikation von Fan et al.<sup>1</sup>.

Abschließend wurde der Zahn mit einem tief liegenden, adhäsiven und dualhärtenden Kompositaufbau (Core X flow, Dentsply DeTrey) verschlossen.

### ■ Nachsorge/Recall

Zwei Monate nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung schilderte der Patient, er sei seit der ersten Behandlung an Zahn 47 beschwerdefrei. Eine Perkussionsempfindlichkeit oder eine unphysiologische Zahnlockerung lagen nicht vor. Die zirkuläre Sondierung war ebenfalls unauffällig und ergab mesial Taschentiefen von bis zu 2 mm und distal von bis zu 3 mm.

Bei der Kontrolle nach 9 Monaten war der Patient weiterhin beschwerdefrei, die klinische Befundung unauffällig und die Röntgenkontrollaufnahme zeigte an Zahn 47 periapikal unauffällige Verhältnisse (Abb. 11).



**Abb. 11** Verlaufskontrolle von Zahn 47 neun Monate nach WF mit unauffälligen periapikalen Verhältnissen.

## ■ Diskussion

In diesem Fallbericht wird die Wurzelkanalbehandlung eines zweiten Unterkiefermolaren mit C-förmigem Wurzelkanalsystem bei einem 30jährigen, in Deutschland geborenen, männlichen Patienten beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei dieser Wurzelkanalform um eine anatomische Besonderheit bestimmter ethnischer Gruppen handelt, die vor allem in der asiatischen Bevölkerung häufiger beobachtet wird<sup>5,6</sup>. Bei Europäern hingegen kommt diese Wurzelkanalanatomie eher selten vor (2,7 bis 7,6 %) <sup>3,6</sup>. Auf der kontralateralen Seite des behandelten Zahns 47 war röntgenologisch ebenfalls ein zweiter Unterkiefer-Molar mit C-förmiger Wurzelkanalanatomie aufzufinden. Dies trifft in ca. 74 % der Fälle zu<sup>7</sup>.

Da diese spezielle Wurzelkanalanatomie klinisch nur in einigen Fällen durch das Sondieren der longitudinalen Furche von lingual oder bukkal zu diagnostizieren ist<sup>4</sup>, bleibt die wichtigste nichtinvasive Möglichkeit zur Erkennung von Zähnen mit C-förmigen Wurzelkanalsystemen die Röntgendiagnostik. Hier sind in mesial- und/oder distal-exzentrischer Projektion angefertigte Einzelzahn- und im weiteren Verlauf Nadelmessaufnahmen hilfreich und notwendig, um ein genaueres Bild der atypischen Anatomie zu bekommen. Das konventionelle Röntgenbild ist auf die 2-dimensionale Darstellung beschränkt und kann deshalb auch nur die Hauptkanäle dieser sehr komplexen 3-dimensionalen Wurzelkanalsysteme darstellen. Auch bringt die Dicke des Knochens, vor allem die Dicke der Kortikalis in der Unterkiefermolaren-Region, eine Schwächung des

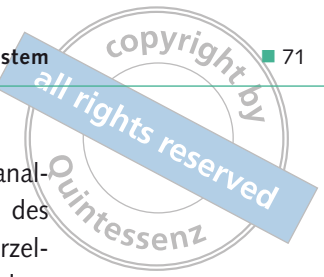
Kontrasts des Einzelzahnbilds aufgrund von Überlagerungen mit sich<sup>9</sup>. Es stellt sich die Frage, ob in diesem Fall die Nutzung einer 3-dimensionalen Röntgentechnik wie der digitalen Volumentomografie (DVT) die Diagnostik der speziellen Wurzelkanalanatomie des Zahns hätte signifikant verbessern können. Leider sind Bildschärfe und Auflösungsvermögen des DVT für die Befundung dieser kleinsten Wurzelkanalstrukturen häufig noch unzureichend<sup>17</sup>. So bleibt bislang das konventionelle Einzelzahn-Röntgenbild auch bei Zähnen mit C-förmigen Wurzelkanälen ein sehr nützliches, unverzichtbares diagnostisches Hilfsmittel mit einer geringen Strahlenbelastung<sup>2,9</sup>.

Die Kenntnis über die dünne Dentinwandstärke Richtung Einziehung ist wichtig für das Management der Präparation. Deshalb ist für die Präparation ein „anti curvature filing“ in Gegenrichtung dieser „Dangerzone“ zu empfehlen. Während der initialen Bearbeitung des koronalen Drittels der Hauptkanäle sollten kleine Gates-Glidden-Bohrer nur sehr vorsichtig verwendet werden, zur Erweiterung des Isthmus sind sie nicht geeignet, da dieser Bereich die dünnste Dentindicke aufweist<sup>2,10</sup>. Es scheint sicherer zu sein, den Isthmus vorsichtig mit feinen Ultraschall- oder Handinstrumenten gezielt in Gegenrichtung der „Dangerzone“ aufzuziehen, um auch dort die Effektivität der Reinigung erhöhen zu können.

In diesem Fallbericht wurden die Hauptwurzelkanäle des Zahns mit NiTi-Instrumenten rotierend bis zu den Feilengrößen ISO 25, Taper .08 (mesial) und ISO 30, Taper .09 (distal) präpariert, um eine effektive mechanische und chemische Reinigung des komplexen Wurzelkanalsystems vornehmen zu können. Die Verwendung eines Feilensystems mit einem etwas geringeren Taper von maximal .06 bei einer maximalen apikalen Erweiterung bis zur ISO-Größe 30 wäre insgesamt substanzschonender gewesen<sup>14</sup>. Im Vergleich zu Handinstrumenten konnten rotierende NiTi-Instrumente gute Ergebnisse bei höherer Sicherheit in C-förmigen Wurzelkanalsystemen beweisen<sup>13,14</sup>. Um die Anteile der mechanisch bearbeiteten Wurzelkanaloberfläche weiter zu erhöhen, wäre eine zusätzliche Verwendung der SAF-Feile (Self-Adjusting File) sinnvoll gewesen<sup>15</sup>.

Da in mehreren Studien gezeigt werden konnte, dass nach der Präparation des C-förmigen Kanalsystems teilweise nur sehr dünne Dentinwandstärken verbleiben<sup>2,10,13</sup>, besteht bei einer kalten, lateralen





Kondensation von Guttapercha eine erhöhte Gefahr einer Längsfraktur während oder nach der Wurzelkanalobturation<sup>10</sup>. Um dieses Risiko zu vermindern, wurde eine warme, vertikale Kondensation mit Guttapercha zur Obturation angewendet. Es ist auch anzunehmen, dass das komplexe Wurzelkanalsystem mit seinen dünnen Isthmen nach der Anwendung einer thermoplastischen Füllmethode weniger ungefüllte Bereiche aufweist. Das Kontrollröntgenbild (s. Abb. 10) zeigt eine homogene, randständige

Füllung des komplexen C-förmigen Wurzelkanalsystems. Scheinbar konnte auch der Bereich des C-förmigen Isthmus zwischen den Hauptwurzelkanälen mit Guttapercha und Sealer gefüllt werden.

Aufgrund der geringen Dentinwandstärken und der nicht runden Kanalquerschnitte ist die Restauration mit Stiftaufbauten nicht indiziert<sup>8,10,13</sup>, so wurde auch dieser zweite Unterkiefermolar mit einem tief liegenden, adhäsiven Kompositaufbau versorgt.

## Literatur

1. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I - Anatomical features. *J Endod* 2004;30:899–903.
2. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Fan W. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II - Radiographic features. *J Endod* 2004;30:904–908.
3. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc* 1979;99:836–839.
4. Hülsmann M, Schäfer E. Probleme in der Endodontie. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2007:540–542.
5. Yang ZP, Yang SF, Lin YL. C-shaped root canals in mandibular second molars in Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:160–163.
6. Weine FS. The c-shaped mandibular second molar: incidence and other considerations. *J Endod* 1998;24:372–375.
7. Sabala CL, Benenati FW, Neas BR. Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *J Endod* 1994;20:38–42.
8. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod* 1991;17:384–388.
9. Fan W, Fan B, Gutmann JL, Cheung GS. Identification of c-shaped canal in mandibular second molars. Part I: Radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. *J Endod* 2007;33:806–810.
10. Gao Y, Fan B, Cheung GS, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *J Endod* 2006;32:1062–1065.
11. Simon HS. Diagnostik und Behandlung C-förmiger Wurzelkanäle. *Endodontie* 1993;1:7–14.
12. Arnold M, Friedrichs C, Tulus G, Denndardt H, Sanner F. Intrakoronale und intrakanaläre endodontische Diagnostik (IKD). *Endodontie* 22;2013:9–21.
13. Cheung LH, Cheung GS. Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *J Endod* 2008;34:1233–1238.
14. Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *J Endod* 2010;36:708–712.
15. Solomonov M, Paqué F, Fan B, Eilat Y, Berman LH. The challenge of C-shaped canal systems: A comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *J Endod* 2012;38:209–214.
16. Pilo R, Corcino G, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotary instruments. *J Endod* 1998;24:401–404.
17. Arnold M. Anwendung der digitalen Volumentomographie in der Endodontie. *Quintessenz* 2013;64:85–96.

## Diagnosis, therapy and management of a C-shaped root canal system: A case report

**KEYWORDS** *C-shaped canal system, mandibular second molar, root canal anatomy, dental operating microscope*

Molars with a C-shaped root canal system show great variation in canal morphology. Diagnosis, cleaning, shaping, and obturation of the complex root canal system present challenges to the clinician. Thorough knowledge of the special diagnosis, possible variations in canal morphology, and potential procedural errors that can occur during endodontic treatment of C-shaped canals facilitates a successful outcome. This case report provides this knowledge and documents the root canal treatment of a mandibular second molar with a C-shaped canal system.