



Michael Arnold

Das Dentalmikroskop – Grundlage für bewährte und neue Verfahren bei der Wurzelkanalbehandlung



Michael Arnold
Dipl.-Stom.
Praxis für Endodontie und
Zahnerhaltung
Königstraße 9
01097 Dresden
E-Mail: info@rootcanal.de

INDIZES *Dentalmikroskop, Revision, sonoabrasive Mikropräparation, Stufen*

Die Anwendung des Dentalmikroskops stellt ein wissenschaftlich untersuchtes und anerkanntes Verfahren zur Optimierung der Wurzelkanalbehandlung dar. Seine Nutzung ermöglicht eine hohe diagnostische und therapeutische Sicherheit und erweitert das therapeutische Spektrum erheblich. Mit seiner Hilfe lassen sich viele Problemsituationen vermeiden und erfolgreich bewältigen. Bewährte endodontische Therapieverfahren können unter Vergrößerung besser kontrolliert und optimiert werden. Neue Therapieverfahren, wie beispielsweise die sonoabrasive Mikropräparation zur Überwindung und Korrektur iatrogen präparierter Stufen, können die Prognose der orthograden Revisionsbehandlung verbessern.

■ Einleitung

Das menschliche Auge kann im Alter von 40 bis 50 Jahren bei einem Arbeitsabstand von 25 cm etwa 70 µm wahrnehmen. Eine optimale Detailerkennung ist deshalb in der Zahnmedizin ohne vergrößernde Sehhilfen nicht möglich¹. Das relevante Tätigkeitsfeld während der Wurzelkanalbehandlung ist als Übersichtsfeld zur Beurteilung der endodontischen Zugangskavität auf maximal 10 mm² begrenzt. Das zu behandelnde Wurzelkanalsystem selbst mit meist weniger als 50 bis 100 µm Durchmesser bleibt dem Zahnarzt bis auf den Wurzelkanaleingang verborgen. Die Grundlage für das Arbeiten ohne visuelle Kontrolle ist die klinische Erfahrung, die sich auf das Wissen aus Studium und Fortbildung stützt. Aufgrund dieser unzureichenden visuellen Rückkopplung zur Früherkennung von Problemsituationen und rechtzeitigen Korrektur der Therapie können beispielsweise Perforationen und Instrumentenfrakturen auf-

treten oder unerkannt bleiben, die dann den Erhalt des Zahns in Frage stellen.

Die Sichtverhältnisse sind durch Schattenbildung und reduzierte Ausleuchtung gekennzeichnet. Aufgrund der schwierigen Zugänglichkeit, der fortwährenden Akkomodation und der langen Behandlungsdauer tritt schnell eine körperliche Ermüdung des Therapeuten ein, sodass aufgrund verminderter Konzentration die Behandlung meist unterbrochen werden muss.

Bei der Anwendung eines Dentalmikroskops während der Wurzelkanalbehandlung handelt es sich um eine neue, selbstständige Leistung, die durch zahlreiche wissenschaftliche Studien beschrieben und als erfolgreiche Methode dokumentiert ist²⁻⁹.

Das Dentalmikroskop zeichnet sich im Gegensatz zu den in den 80er Jahren für den chirurgischen Einsatz entwickelten Operationsmikroskopen durch eine auf die speziellen Erfordernisse in der Zahnmedizin abgestimmte Funktionalität aus¹⁰.

Manuskript
Eingang: 12.09.2006
Annahme: 16.10.2006

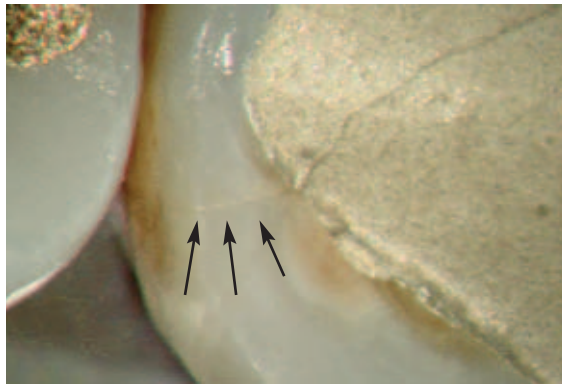


Abb. 1 Zahn 16 mit provisorischem Verschluss. An der distalen Randleiste ist bei 16facher Vergrößerung eine Infraktur zu erkennen (Pfeile).

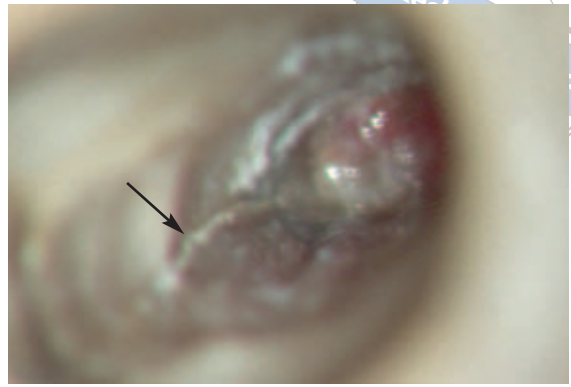


Abb. 2 Einsicht in den Wurzelkanal eines resezierten Zahns 15 nach Entfernung der Wurzelkanalfüllung. Darstellung einer Vertikalfraktur bei 20facher Vergrößerung (Pfeil).

Dazu gehören u.a.

- eine verbesserte Optik mit der essenziellen Möglichkeit einer bipolaren räumlichen Sicht und einer bis zu 30fachen Vergrößerung
- hohe Beweglichkeit, Standsicherheit und Variabilität bei der Positionierung des Mikroskops
- koaxiale Lichtzufuhr mit sehr hoher Helligkeit bis zu 400 klx für eine optimale Ausleuchtung kleinster Wurzelkanalstrukturen.

Der Einsatz von Dentalmikroskopen in der Endodontie begann in Europa Anfang der 90er Jahre und etabliert sich schrittweise auch in der universitären studentischen Ausbildung¹¹⁻¹³.

Die im Rahmen der wissenschaftlichen Studien beschriebenen Vorteile der Anwendung eines Dentalmikroskops liegen auf der Hand.

■ Diagnostik

Aufgrund der extrem schlechten Sichtbedingungen ohne Sichthilfen wird nicht selten Sekundärkaries an Kronen- oder Füllungsrandern, die bis zum Wurzelkanalsystem penetriert ist, übersehen. Ohne vollständige Entfernung des kariösen Dentins wird der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung erheblich beeinträchtigt bzw. sogar verhindert.

Die rechtzeitige Diagnostik feinsten Risse (Infrakturen) (Abb. 1) und die Differenzialdiagnostik zu Vertikalfrakturen (Abb. 2) erlauben ein differenziertes therapeutisches Vorgehen und eine deutlich bessere prognostische Beurteilung.

■ Auffinden von Wurzelkanälen

Ein weiteres Problem bei der Wurzelkanalbehandlung besteht darin, kleinste Zahnstrukturen des mikrobiell besiedelten Dentins zu erkennen und zu differenzieren. Häufig werden Wurzelkanäle aufgrund unzureichender Sicht- und Lichtbedingungen übersehen oder nicht ausreichend dargestellt, weil sie von sekundär oder tertiär gebildeten Zahnhartsubstanzen verdeckt werden (Abb. 3a und b). Nicht aufgefundene und unbehandelt gebliebene Wurzelkanäle können fortbestehende Symptome verursachen, und die Ausheilung kann verhindert werden¹⁴. Insbesondere die Darstellung der Wurzelkanäle bei massiven Dentikeln oder koronalen Obliterationen gelingt unter Sicht mit dem Dentalmikroskop sicher und erfolgreich¹⁵.

■ Therapiekontrolle

Im Verlauf der endodontischen Therapie erfolgen zahlreiche Einzelschritte mit dem Ziel, das Wurzelkanalsystem optimal für eine vollständige Reinigung, Desinfektion und einen bakteriendichten Verschluss vorzubereiten. Geschieht dies ohne optische Kontrolle, kann das Ergebnis der Behandlung durch mehrere unerkannte Unzulänglichkeiten beeinträchtigt werden.

Debris

Während der mechanischen Erweiterung des Wurzelkanalsystems muss ein kontinuierlicher Abtransport von Dentinspänen und Weichgewebe (Debris)

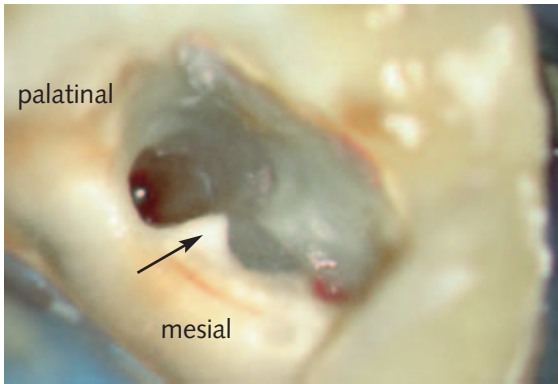


Abb. 3a Zahn 17 nach Entfernung des Pulpkammerdachs. Sekundärdentin (Pfeil) verdeckt den Zugang zu den mesio-bukkalen Wurzelkanälen.

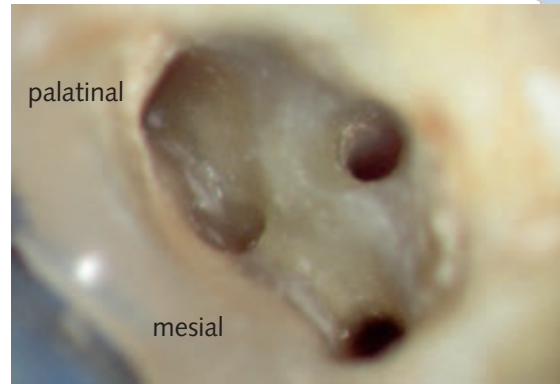


Abb. 3b Zahn 17 nach abgeschlossener Wurzelkanalerweiterung mit vier Wurzelkanälen.

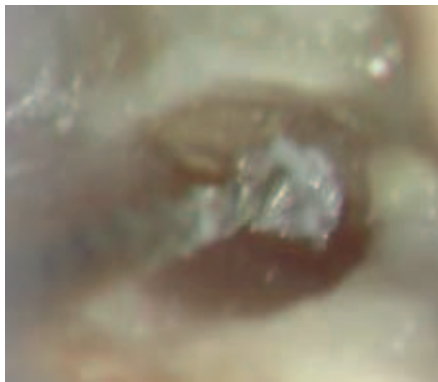


Abb. 4a Initiale Erweiterung eines Wurzelkanals mit einer Nickel-Titan-Feile. Nach koronal beförderte Dentinspäne lagern sich am Wurzelkanaleingang ab.

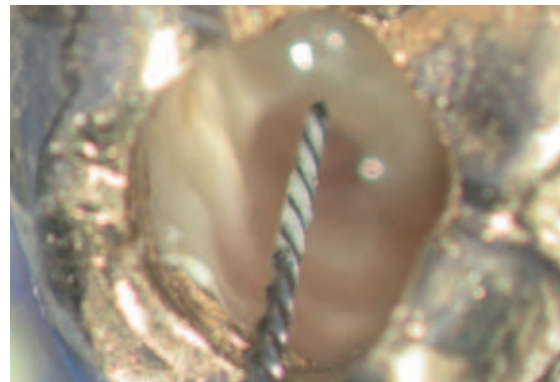


Abb. 4b Eingepresste Dentinspäne im Spanraum einer Nickel-Titan-Feile während der Erweiterung im feuchten Millieu.

gewährleistet sein. Die empfohlene Spülung des behandelten Wurzelkanals nach jedem Feilenwechsel ist hierfür nicht ausreichend. Insbesondere während der maschinellen rotierenden Erweiterung füllt sich der Spanraum der Nickel-Titan-Feile sehr schnell. Aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit der Feilen findet kein kontinuierlicher Abtransport nach koronal statt (Abb. 4a und b). Anhaftende Debrisreste werden mit jedem neuen Arbeitsgang in den Wurzelkanal zurückgeführt. Dabei können folgende mechanische Komplikationen auftreten:

- erhöhte Reibung der Feile
- verminderter Substanzabtrag
- Einpressen von Debris in Ramifikationen und Isthmen
- apikale Überpressung und
- apikale Blockaden.

Die scheinbar verminderte Schneidleistung wird über einen erhöhten Arbeitsdruck auf die Feile kompensiert. Die dabei auftretende zusätzliche Belastung des Instruments führt zu einer schnelleren Ermüdung der Nickel-Titan-Legierung und provoziert scheinbar atypische Ermüdungsfrakturen.

Im Fall der apikalen Verdichtung von Debris und einer resultierenden Wurzelkanalblockade können weitere Komplikationen folgen. Intrakanaläre Präparationsfehler, wie zum Beispiel Ledges, Zip, Elbow oder Perforationen, verschlechtern die antimikrobielle Wirkung der Desinfektion, sodass bei fortbestehender Infektion eine chirurgische Intervention unvermeidbar ist.

Als weitere biologische Komplikation eines unzureichend kontrollierten Abtransports von Debris kann die Exazerbation einer chronischen apikalen Parodontitis gezählt werden. Der Transport von mikrobiell besiedelten Dentinspänen und Weichgewebe



Abb. 5a Minimale Fraktur der Batt-Spitze und plastische Verformung einer Mtwo-Feile 15.05 nach einmaliger Verwendung. Bei einer Längenkontrolle mit Hilfe einer Messlehre bleibt die Fraktur unentdeckt.

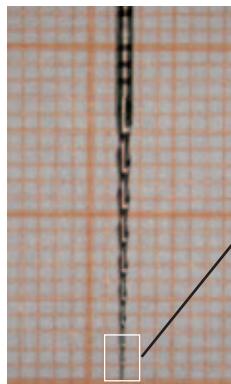


Abb. 5b Vergrößerte Darstellung der verformten und frakturierten Nickel-Titan-Feile.

über den Apex führt zu einer explosionsartigen immunologischen Reaktion, die mit Infiltrat, Schmerzen und Schwellung einhergeht und systemische Folgen nach sich ziehen kann¹⁶.

■ Verschleiß von Wurzelkanalinstrumenten

Eine kontinuierliche Kontrolle der Aufbereitung unter Sicht mit dem Dentalmikroskop erlaubt gleichzeitig die Mitbeobachtung der verwendeten rotierenden maschinellen Feilen. Insbesondere Feilensysteme aus einer Nickel-Titan-Legierung unterliegen einer metallurgisch bedingten Ermüdung¹⁷. Unter anderem aus diesem Grund werden diese Feilen grundsätzlich nur für eine Wurzelkanalbehandlung verwendet und im Anschluss verworfen. Bei atypischer Belastung können sich jedoch auch neue, bislang ungebrauchte Wurzelkanalinstrumente deformieren oder frakturieren¹⁸. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn zu starker Druck auf die Feile ausgeübt wird, eine abrupte Krümmung vorliegt oder sich die Feile über einen längeren Wurzelkanalabschnitt in das Dentin eingeschraubt hat.

Unter visueller Kontrolle können die Instrumente besser und sicherer zum Einsatz gebracht werden. Bei zu hohem Arbeitsdruck wird das Instrument sichtbar gestaucht und rotiert nicht gleichmäßig. Eine Korrektur kann sofort erfolgen. Während der auf- und abwärts gerichteten Bewegung der Feilen ist erkennbar, an welcher Stelle die Feile im Wurzelkanal arbeitet. Optimal ist der aktive Kontakt der Feile über kürzere Bereiche von etwa 3 bis 4 mm; ein zu großer Flächenkontakt verringert die Schneidleistung und erhöht die

Gefahr einer frühzeitigen Ermüdung und Fraktur. Das rechtzeitige Erkennen ermöglicht die fallbezogene Änderung der Feilenkonizität und die Verringerung der effektiv schneidenden Feilenfläche. Darüber hinaus können plastische Verformungen der Feile unter der vergrößernden Sicht des Mikroskops frühzeitig erkannt werden, so dass die betroffene Feile sofort ausgewechselt werden kann. Selbst kleinste Frakturen von Nickel-Titan-Feilen sind sofort erkennbar, sodass einerseits keine weitere Instrumentierung mit der nunmehr scharfkantigen Feile erfolgt und andererseits das Fragment nicht weiter eingepresst wird und damit leichter entfernbar ist (Abb. 5a und b).

Eine ausschließlich Torque-kontrollierte Aufbereitung über spezielle Winkelstücke und Endodontie-Motoren kann diese deutliche Verbesserung der Arbeitssicherheit, die unter Sicht mit dem Mikroskop möglich ist, nicht leisten.

■ Anatomische Vielfalt

Anatomische Variationen von Wurzelkanalsystemen wurden von Vertucci¹⁹ in den bekannten und häufig zitierten Modellen dargestellt; von ihm wurde auch der Versuch einer Systematisierung und Einteilung vorgenommen. Neuere Erkenntnisse haben dazu geführt, dass auf der Basis der acht von Vertucci beschriebenen Wurzelkanalkonfigurationen nunmehr 23 unterschiedliche Wurzelkanaltypen unterschieden werden können²⁰.

Mit Hilfe des Dentalmikroskops gelingt es besser, Anzeichen für anatomische Abweichungen zu erkennen. Dazu gehören:

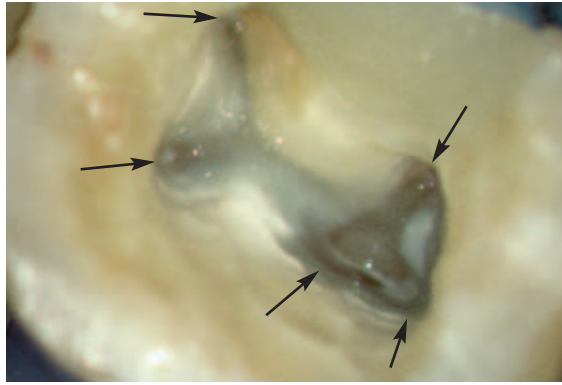


Abb. 6a Zahn 27 mit zwei palatinalen Wurzeln und fünf Wurzelkanälen (Pfeile). Der initial nierenförmig geformte Wurzelkanaleingang bukkal lässt erst nach einem Substanzabtrag von etwa 2,5 mm nach apikal die Aufteilung in drei Wurzelkanäle erkennen.

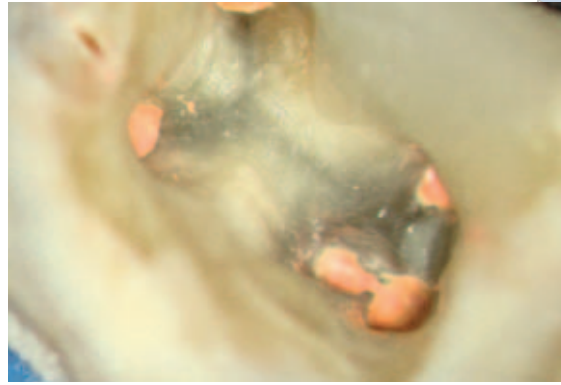


Abb. 6b Zahn 27 nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung mit fünf getrennt thermoplastisch gefüllten Wurzelkanälen.



Abb. 6c Röntgenkontrollaufnahme nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung.

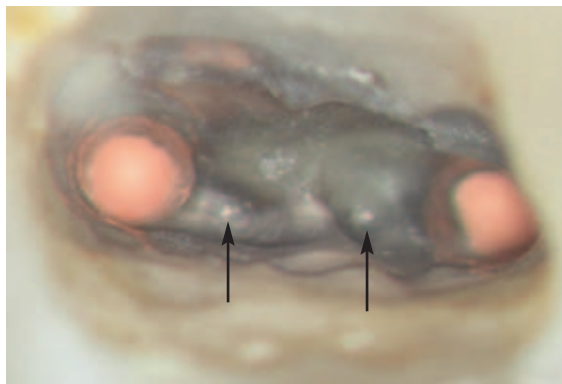


Abb. 7a Ansicht der mesialen Wurzelkanäleingänge von Zahn 46. Im Bereich des Isthmus lassen sich zwei weitere akzessorische Wurzelkanäle darstellen (Pfeile).

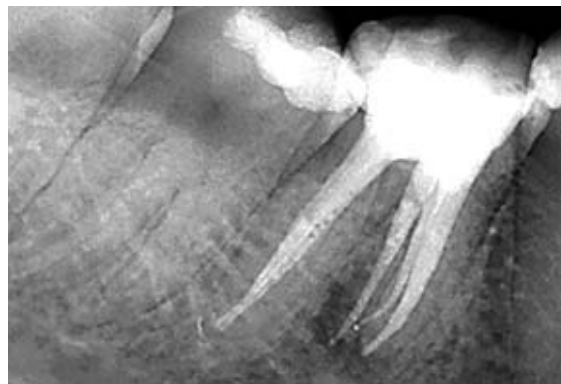


Abb. 7b Röntgenkontrollaufnahme des Zahns 46 nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung. Der lingual liegende akzessorische Wurzelkanal konfluiert mit dem mesiolingualen Wurzelkanal. Der bukkal liegende zusätzliche Wurzelkanal verläuft selbstständig nach apikal.

- eine atypische Lage oder Form eines Wurzelkanaleingangs
- Isthmen und akzessorische Wurzelkanäle
- bandförmige Wurzelkanäle, die typisch für Wurzelfusionen und c-förmige Wurzelkanäle sein können.

Hinweise auf unerwartet abzweigende Wurzelkanäle können seitlich an der Kanalwand verbleibende Debrisreste sein, die sich in lateral fortsetzende endodontische Hohlräume einpressen. Eine visuelle Kontrolle unter Zuhilfenahme eines vorgebogenen Micro-Openers unter vergrößernder Sicht in den Wurzelkanal ermöglicht es, Abzweigungen, Isthmen oder Wurzelseparationen in der Tiefe des Wurzelkanals zu erkennen und freizulegen (Abb. 6 bis 8).

■ Qualitätskontrolle

Die Kontrolle der Qualität einer Wurzelkanalbehandlung erfolgt sekundär anhand der klinischen und radiologischen Befundaufnahme und Diagnostik. Dabei wird die Wurzelkanalfüllung radiologisch auf Wandständigkeit geprüft und die Länge der Opazität einer Wurzelkanalfüllung mit der Länge der radiologisch erkennbaren Wurzel verglichen.

Zahlreiche Studien weisen auf die Unzulänglichkeit dieser Beurteilung hin, weil dreidimensionale Hohlräume auf zweidimensionalen Abbildungen nicht hinreichend zu beurteilen sind²¹. Aus diesem Grund werden zusätzliche exzentrische Röntgenaufnahmen oder dreidimensionale CT-Aufnahmen empfohlen²².

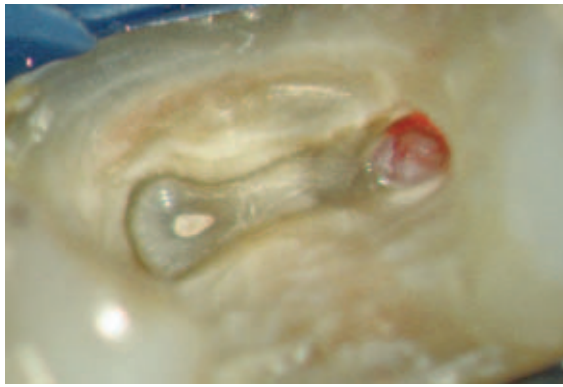


Abb. 8a Zahn 15 mit drei Wurzelkanälen. Nach initialer Darstellung der Wurzelkanäle sind ein bukkaler und ein palatinaler Wurzelkanaleingang erkennbar.

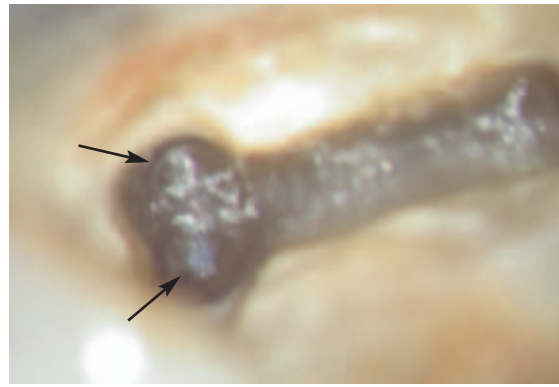


Abb. 8b Nach weitergehender apikal gerichteter Präparation lassen sich bukkal zwei Orifizien erkennen (Pfeile).



Abb. 8c Röntgenkontrollaufnahme des Zahns 15 mit drei Wurzelkanälen.

Bei Nutzung eines Dentalmikroskops kann eine visuelle Kontrolle bereits während der Therapie erfolgen. Insbesondere die Kontrolle der ermittelten Arbeitslänge in der Phase der Erweiterung des Wurzelkanalsystems ist durch die Nutzung von Messlehren mit 0,25 mm Genauigkeit und durch die Anwendung eines Mikroskops möglich²³.

Während der Spülung erkennbare diskrete Blutungen aus dem Wurzelkanal können Anzeichen eines weiten apikalen Foramens, verdeckter Seitenkanalstrukturen mit erhaltener Gefäßstruktur oder von Perforationen aufgrund resorptiver Läsionen sein. Je nach der tatsächlichen Situation kann nach weitergehender Diagnostik eine differenzierte Therapie erfolgen. Trotz intensiver regelmäßiger Spülung kann Debris weiterhin auf der Wurzelkanaloberfläche anhaften. Es können insbesondere in der Nähe von Isthmen mikrobielle Nischen erhalten bleiben, wodurch das desinfizierte Wurzelkanalsystem rekolonisiert werden kann.

Nach Abschluss der konischen Aufbereitung der Wurzelkanäle kann mit Hilfe des Dentalmikroskops die Wurzelkanaloberfläche meist bis zum apikalen Drittel und in einigen Fällen bis zum apikalen Foramen auf das Vorhandensein von Debris beurteilt werden. Der Einsatz ultraschallaktivierter desinfizierender Spülungen²⁴ unter erneuter Sichtkontrolle erfolgt, bis ein zufrieden stellendes Ergebnis erreicht wird und sichtbare Gewebereste vollständig entfernt sind.

Thermoplastische Wurzelkanalfülltechniken weisen einigen Studien zufolge im Vergleich zu kalten

Kondensationstechniken bessere Ergebnisse in Bezug auf das Abdichtungsverhalten auf²⁵. Insbesondere Hohlräume, die der mechanischen Reinigung nicht zugänglich sind, werden während der vertikalen Kondensationstechnik versiegelt. Das visuelle Mitverfolgen der einzelnen Arbeitsschritte minimiert Fehler und optimiert die Technik²⁶. Schrumpfungen der Guttapercha und Abrisse von der Kanalwand können umgehend erkannt und korrigiert werden. Die Bemessung der einzelnen Guttaperchalinkremente und die Auswahl der Pluggergröße für einen optimalen Kondensationsdruck oder das Füllen konfluierender Wurzelkanäle erfolgen unter direkter Sicht, wodurch weniger ungefüllte Kanalanteile und Lufteinschlüsse zurückbelassen werden.

■ Neue Verfahren

Der Einsatz des Dentalmikroskops ermöglicht die Anwendung neuer minimalinvasiver Verfahren zur Korrektur morphologischer und iatrogenen Problemstellungen:

- *Morphologische Problemstellungen:*
 - Sekundär- und Tertiärdentinanlagerungen, die den Wurzelkanaleingang verlagern oder verschließen
 - Überwindung von intrakanalären Verengungen (Obliterationen)
 - Harmonisierung abrupter Wurzelkanalkrümmungen

- minimalinvasive Präparation von Isthmen
- Sonderfälle: Invaginationen, Dentinogenesis imperfecta, Resorptionen.
- *Iatrogene Problemstellungen während einer Revisionsbehandlung:*
 - substanzschonende Entfernung von gegossenen und plastischen intrakanalär verankerten Aufbauten
 - substanzschonende und vollständige Entfernung von Wurzelkanalfüllungsmaterialien
 - substanzschonende Entfernung von Fremdkörpern und Instrumentenfragmenten
 - Verschluss von Perforationen mit Spezialzementen
 - Überwindung intrakanalärer Formveränderungen, Stufen (ledges).

Ein Beispiel für ein neues Verfahren ist die Korrektur von Stufen und Obliterationen mittels sonoabrasiver Mikropräparation. Bei intrakanalären Stufen handelt es sich um artifizielle Veränderungen der Wurzelkanalanatomie, die ein vollständiges Erweitern, Reinigen, Desinfizieren und Verschließen des Wurzelkanals nicht zulassen.

Unter Sicht mit dem Dentalmikroskop erfolgt die Differenzierung der unterschiedlichen Dentinarten nach farblichen und taktilen Kriterien. Mit Hilfe einer Mikrosonde kann unter Sicht der weitere Verlauf des bislang unbehandelt gebliebenen Wurzelkanalsystems ermittelt werden. Gleichzeitig kann die Obstruktion folgendermaßen unterschieden werden:

1. physiologische natürliche Obliteration,
2. reizbedingte Obliteration (nach Karies, Trauma, toxischen Einlagen),
3. artifizielle Veränderung des Wurzelkanalverlaufs assoziiert mit
 - einer Stufe / einem Plateau
 - Via falsa
 - Via falsa mit Perforation.

Mit Hilfe spezieller in Richtung des weiteren Wurzelkanalverlaufs vorgebogener Ultraschallansätze erfolgt eine minimalinvasive und sonoabrasive Präparation des Dentins zur Freilegung des verborgenen und unbehandelt gebliebenen Wurzelkanalsystems. Zur genauen Kontrolle der Mikropräparation muss

zwischenzeitlich das Dentin frei von Debris gehalten werden, damit eine kontinuierliche Unterscheidung der Dentinarten zur Orientierung im Wurzelkanal erhalten bleibt.

Dieses Verfahren der sonoabrasiven Mikropräparation ermöglicht bei erfolgreicher Therapie den Erhalt des vollständigen Zahns ohne chirurgisch-invasive Maßnahmen.

■ Ergonomie und Arbeitsplatzgestaltung

Die Arbeit am Dentalmikroskop ermöglicht Langzeitbehandlungen von zwei Stunden und länger, was sowohl für den Patienten als auch für den Zahnarzt keine außergewöhnliche Belastung mehr darstellt.

Die Arbeit am Patienten mit dem Mikroskop erfolgt größtenteils indirekt über den Spiegel. Eine Überstreckung des Nackens des Patienten für eine optimale direkte Sicht ist daher nicht notwendig. Große Spiegel für eine bessere Ausleuchtung sind eher hinderlich. Kleinere Spiegel mit 5 und 10 mm Durchmesser ermöglichen eine höhere Flexibilität während der kontrollierten Therapie. Spezielle Mikroinstrumentarien ermöglichen einerseits ein substanzschonendes Arbeiten und andererseits eine deutlich bessere Sicht. Der Patient kann während der Therapie eine entspannte Mundöffnung aufrecht halten.

Der Operateur kann im Gegensatz zur Arbeit ohne Mikroskop aufrecht sitzend bei entspannter Rückenmuskulatur Langzeitbehandlungen mit hoher Konzentration absolvieren. Mit einem Arbeitsabstand von mindestens 50 cm verringert sich die Kontamination des Operateurs beträchtlich gegenüber einem Arbeitsabstand von etwa 20 cm bei direkter Sicht.

Ein weiterer entscheidender Vorteil des Mikroskops ist die Möglichkeit einer direkten Mitbeobachtung und Dokumentation. Zeitgleich kann die Assistenz unmittelbar die Therapie in der gleich großen Detailschärfe mitverfolgen und unterstützend begleiten. Die Mitbeobachtung kann einerseits über einen zusätzlichen Tubus erfolgen oder sehr flexibel über Flachbildschirme. Letztere haben den Vorteil, dass das Behandlungsumfeld weiterhin durch die Helferin kontrolliert werden kann.





Abb. 9 Röntgenausgangsaufnahme des Zahns 26 mit apikaler Aufhellung an der palatinalen Wurzel. Die Wurzelkanäle wurden aufbereitungsbedingt begradigt. Mesiobukkal ist eine apikale Überinstrumentierung erkennbar. Der distobukcale Wurzelkanal entspricht nicht der zu vermutenden Lage (Pfeil). Der palatinale Wurzelkanal erscheint röntgenologisch unterinstrumentiert.

Als Behandlungspositionen werden für den Oberkiefer grundsätzlich die 12-Uhr- und für den Unterkiefer die 9-Uhr-Position empfohlen. Alternativ wird auch die alleinige 9-Uhr-Behandlungsposition diskutiert.

Die Arbeit mit dem Mikroskop ist ein fortwährender Lernprozess. Angefangen von einfachen Behandlungspositionen mit exzellenter Zugänglichkeit an Frontzähnen und Prämolaren im Oberkiefer kann die Orientierung unter Sicht mit dem Mikroskop schnell erlernt und das indirekte Arbeiten trainiert werden.

Ziel einer optimalen mikroskopischen Arbeit sollte es sein, dass der Operateur den Blick so wenig wie möglich vom Mikroskop lösen muss. Das erfordert ein exaktes Training mit den Helferinnen und abgestimmte systematische Therapieabfolgen.

■ Falldarstellung

Eine 45-jährige Patientin nahm nach einer vor Monaten abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlung einen fortwährenden auf- und abschwellenden bukkalen Druckreiz am Zahn 26 wahr. Die Sensibilitätsprobe mittels erwärmter Guttapercha und Kältespray ergab im Vergleich zu den Nachbarzähnen eine reproduzierbare verzögerte positive Reaktion. Auf der Röntgenausgangsaufnahme war am Zahn 26 eine röntgenologisch sichtbare wandständige Wurzelkanalfüllung von drei Wurzelkanälen ohne periapikale

Aufhellung zu erkennen. Während die mesiobukcale Wurzelkanalbehandlung die Integrität des apikalen Foramens verletzte, bestand zudem der Verdacht auf unbehandelte Wurzelkanäle (Abb. 9).

Folgende *Befunde* wurden im Rahmen der weiteren Diagnostik ermittelt:

- Alle behandelten Wurzelkanäle waren begradigt.
- Der palatinale Wurzelkanal wies apikal eine präparationsbedingte Stufe auf; der verbliebene Wurzelkanal war unbehandelt.
- Der distobukcale Wurzelkanal war unbehandelt.
- Parallel zum distobukkalen Wurzelkanal fand sich ein artifiziiell präparierter Wurzelkanal mit apikaler Perforation.
- Der mesiobukcale Wurzelkanal (MB 1) war apikal perforiert.
- Der zweite mesiobukcale Wurzelkanal blieb aufgrund einer Obliteration bis zum mittleren Wurzelkanaldrittel unbehandelt.

Somit ergaben sich folgende *Problemstellungen*:

- rückstandslose Entfernung der Wurzelkanalfüllung unter Beachtung der bereits überpressten Wurzelkanalfüllung
- Überwindung der Stufe palatinal zur instrumentellen Erweiterung und Reinigung des unbehandelten Kanalanteils
- Überwindung der hartgewebigen Obliteration zur Behandlung des Wurzelkanals MB 2
- dauerhafter Verschluss der ausgedehnten apikalen Perforationen MB1 und DB
- Aufbereitung des unbehandelt gebliebenen Wurzelkanals distobukkal.

■ Therapie

Unter absoluter Trockenlegung mit Kofferdam erfolgte die Entfernung der alten Wurzelkanalfüllung. Während die intrakanaläre Wurzelkanalfüllung nach thermoplastischer Erweichung mit Handinstrumenten und durch eine zusätzliche ultraschallaktivierte Reinigung und Präparation vollständig entfernt werden konnte, kam es zum erwartungsgemäßen Abriss der extrakanalären Wurzelkanalfüllung. Diese konnte aber unter Sicht mit dem Dentalmikroskop und einer Mikrosonde aus dem periapikalen Gewebe gewebeschonend entfernt werden.

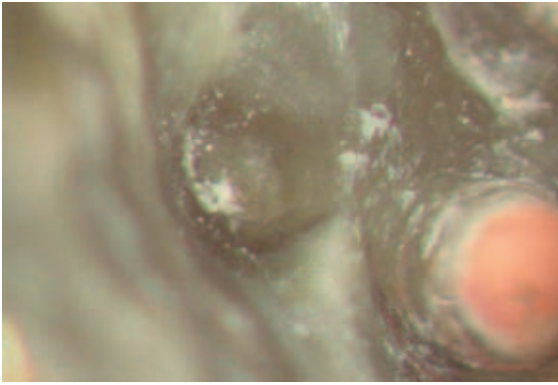


Abb. 10 Darstellung des stark verengten MB 2 am oberen Molaren 26 mit einem Rosenbohrer Größe 005. In das Orifizium eingepresste Dentinspäne markieren den Wurzelkanaleingang.

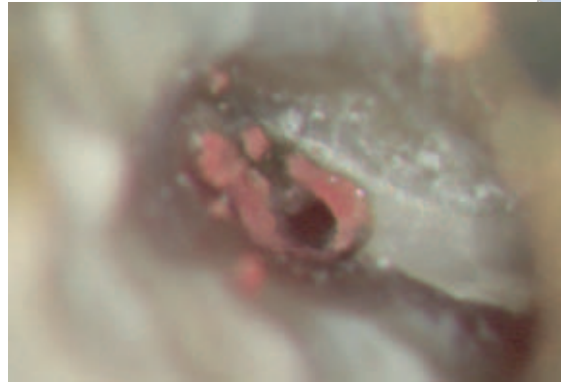


Abb. 11 Während der initialen Präparation des MB 2 wurden vitale Gewebeanteile aufgefunden und exstirpiert.

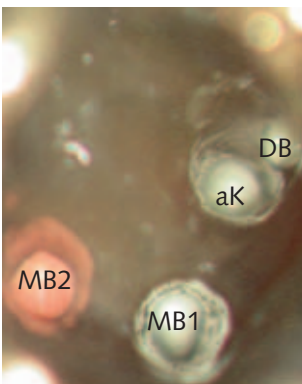


Abb. 12a Klinische Sicht auf die gefüllten Wurzelkanäle. Die Wurzelkanäle MB 1 und der künstliche Wurzelkanal (aK) wurden mit MTA verschlossen.



Abb. 12b Röntgenaufnahme zur Kontrolle der Wandständigkeit des MTA-Verschlusses.



Abb. 12c Röntgenkontrollaufnahme nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung.

Die Überwindung der im palatinalen Wurzelkanal gelegenen Stufe erfolgte mittels der minimalinvasiven sonoabrasiven Präparation. Die intrakanaläre Stufe fand sich im apikalen Wurzelkanaldrittel an der Außenkurvatur der apikalen Krümmung; sie war durch erkennbar helleres Dentin gekennzeichnet. Die Ultraschallfeile in der Größe ISO 25 wurde entsprechend des taktile ermittelten weiteren Kanalverlaufs vorgebogen. Entlang der inneren Krümmung erfolgte ein minimaler Dentinabtrag in Richtung Kanalkrümmung, bis der Wurzelkanal sicher erkennbar und maschinell instrumentierbar war. Die weitere Aufbereitung wurde mit Nickel-Titan-Instrumenten unter kontinuierlicher Spülung und gleichzeitiger elektrometrischer Kontrolle vorgenommen.

Der obliterierte zweite mesiobukkalen Wurzelkanaleingang konnte mit Hilfe von Langschaftrosen-

bohrern der Größe 005 sicher dargestellt werden (Abb. 10). Eine Instrumentierung gelang mit maschinellen Nickel-Titan-Feilen. Dabei wurde der positive Sensibilitätsbefund durch das Auffinden durchbluteten Pulpagewebes bestätigt (Abb. 11).

Nach dem Abschluss der Erweiterung sowie der Desinfektion und der Reinigung des Wurzelkanalsystems wurden die beiden apikal perforierten bukkalen Wurzelkanäle mit ProRoot MTA und die übrigen drei Wurzelkanäle mit Hilfe einer thermoplastischen Fülltechnik verschlossen. Insbesondere das Platzieren des ProRoot-MTA-Zements zum Verschluss der großflächigen apikalen Perforationen erfolgte sicher unter Sicht mit dem Dentalmikroskop. Dabei konnte das Kondensationsverfahren visuell mitverfolgt werden, sodass das Überpressen von Zement weitgehend vermieden werden konnte (Abb. 12a bis c).

■ Fazit

Die Anwendung des Dentalmikroskops stellt ein wissenschaftlich untersuchtes und anerkanntes Verfahren zur Optimierung der Wurzelkanalbehandlung dar. Seine Nutzung ermöglicht eine hohe diagnostische und therapeutische Sicherheit und erweitert das therapeutische Spektrum erheblich^{6-9,14,24}. Mit seiner Hilfe lassen sich viele therapeutische Problemsituationen vermeiden und bewältigen.

■ Literatur

1. Betz W. Unterstützende Sehhilfen in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Dtsch Zahnärztl Z 1998;53.
2. Baumann R. Was bietet das Operationsmikroskop dem Zahnarzt? Quintessenz 1975;26:33-34.
3. Baumann R. Endodontie und Operationsmikroskop. Quintessenz 1975;26:55-58.
4. Selden HS. The role of the dental operating microscope in endodontics. Pa Dent J 1986;53:36-37.
5. Mounce RE. Surgical operating microscopes in endodontics: The paradigm shift. Gen Dent 1995;43:346-349.
6. Velvart P. Das Operationsmikroskop. Neue Dimensionen in der Endodontie. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1996;106:356-367.
7. Koch K. The microscope. Its effect on your practice. Dent Clin North Am 1997;41:619-626.
8. Saunders WP, Saunders EM. Conventional endodontics and the operating microscope. Dent Clin North Am 1997;41:415-428.
9. Beer R, Mayerhöfer G. Fortschritte in der Endodontie – Die operationsmikroskopgestützte Wurzelkanalbehandlung. Quintessenz 1995;46:1437-1450.
10. Selden HS. The dental-operating microscope and its slow acceptance. J Endod 2002;28:206-207.
11. Knowles KI, Ibarola JL, Ludloff MO. The dental operating microscope as an educational tool. J Dent Educ 1998;62:429-431.
12. Arnold M, Klimm W. Das Dentalmikroskop in der studentischen Endodontie-Ausbildung. Endodontie 2004;13:37-46.
13. Donaldson ME, Knight GW, Guenzel PJ. The effect of magnification on student performance in pediatric operative dentistry. J Dent Educ 1998;62:905-911.
14. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5-year clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. J Endod 2005;31:262-264.
15. Schwarze T, Baethge C, Stecher T, Guertsen W. Identification of second canals in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars using magnifying loupes or operating microscope. Aust Endod J 2002;28:57-60.
16. Scully C, Ng YL, Gulabivala K. Systemic complication due to endodontic manipulations. Endodontic Topics 2003;4:60-68.
17. Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 1999;25:434-440.
18. Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. J Endod 2003;29:664-666.
19. Vertucci FC. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58:598-599.
20. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. J Endod 2004;30:391-398.
21. Peters OA, Laib A, Rueggsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. J Dent Res 2000;79:1405-1409.
22. Huumonen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. Endodontic Topics 2002;1:3-25.
23. Herrmann HW. Aspekte der Präparation des apikalen Wurzelkanalabschnitts. Endodontie 2005;14:11-23.
24. Tulus G, Schulz-Bongert U. Die ultraschallaktivierte Wurzelkanalspülung – Drei Fallberichte. Endodontie 2004;13:147-155.
25. Jacobson HL, Xia T, Baumgartner JC, Marshall JG, Beeler WJ. Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. J Endod 2002;28:269-271.
26. Zaugg B, Stassinakis A, Hotz P. Einfluss von Vergrößerungshilfen auf die Erkennung nachgestellter Präparations- und Füllungsfehler. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2004;114:890-896.

The Dental Microscope – Basis for Proved and New Methods in Root Canal Treatment

KEYWORDS *Dental microscope, retreatment, ultrasonic microscopic preparation, ledges*

The use of the dental microscope represents the culmination of clinically researched and recognized procedures for the optimization of root canal treatment. Its use results in improved diagnostic and therapeutic accuracy and considerably expands treatment options. Many therapeutic problems can be better managed or even avoided entirely. With the new enlarged image, proven endodontic treatment procedures can be optimized and more thoroughly checked. New therapy procedures such as sonoabrasive micropreparation, which clears and corrects iatrogenic prepared stages, can improve the prognosis of the orthograde endodontic retreatment.