



Das Dentalmikroskop in der studentischen Endodontie-Ausbildung

Michael Arnold, Wolfgang Klimm

Das Dentalmikroskop stellt nicht nur in der Therapie, sondern auch in der Lehre ein hervorragendes Hilfsmittel dar. Die schattenfreie Ausleuchtung, die Tiefenschärfe, die variable zwei- bis 25fache Vergrößerung und die Möglichkeit einer direkten Mitbeobachtung über Videosysteme ermöglichen ein exaktes Arbeiten und eine detailscharfe Demonstration unter höchsten Qualitätsansprüchen. Das durch das Dentalmikroskop in die Praxis umgesetzte Prinzip „Sehen und gesehen werden“ trägt darüber hinaus zur Sicherheit der Behandlung am Patienten und zur besseren Vorherbestimmbarkeit des angestrebten Therapieergebnisses bei. Ausgehend von den ersten Erfahrungen im Kurs „Zahnerhaltungskunde I“ erscheint eine grundsätzliche Nutzung von Dentalmikroskopen in der endodontischen Diagnostik und Therapie im Rahmen der zahnärztlichen Ausbildung unter dem Aspekt der Qualitätssicherung als gerechtfertigt und empfehlenswert.

Indizes Dentalmikroskop, Wurzelkanalbehandlung, Ausbildung

Einleitung

Eine erfolgreiche Wurzelkanalbehandlung schafft die Voraussetzung für die dauerhafte Erhaltung eines endodontisch behandelten Zahns. Die vollständige Aufbereitung und Reinigung bis zum physiologischen Foramen, eine effektive Spülung und Desinfektion sowie der abschließende bakterien-dichte Verschluss des Wurzelkanalsystems stellen die Grundlagen der endodontischen Therapie dar^{1, 2}.

Im Bemühen um qualitativ hochwertige und vorherbestimmbare Ergebnisse in der Endodontie gewinnt die Nutzung des Dentalmikroskops zunehmend an Bedeutung. In den vergangenen Semestern wurden die Möglichkeiten für eine Integration in den Ausbildungsprozess und zur Qualitätssicherung der zahnmedizinischen Ausbildung überprüft.

Das Operationsmikroskop in der Zahnmedizin

Das erste Mikroskop wurde wahrscheinlich vom Brillenschleifer *Hans Janssen* etwa im Jahr 1595 konstruiert und gebaut. Mehr als 300 Jahre vergingen, bis das Mikroskop auch in der medizinischen Diagnostik und Therapie zum Einsatz kam. Danach fand erstmals 1921 durch den HNO-Arzt *Nylen* das monokulare Mikroskop beim Patienten Anwendung³. Nach der Herstellung spezieller Sehhilfen (Lupenbrillen) und zusätzlicher Beleuchtungen (Kopflampen) wurde 1953 das erste binokulare Operationsmikroskop durch die Firma Carl Zeiss entwickelt.

Die erstmalige Anwendung eines Operationsmikroskops in der Zahnmedizin wurde 1975 durch den aus der Würzburger Universitätsklinik stammenden *Baumann*^{4, 5} beschrieben. Von einer revolutionären Möglichkeit zur Qualitätsverbesserung bei endodontischen Maßnahmen spricht der seit 1982 mit einem Operationsmikroskop



arbeitende Endodontologe *H. Selden*⁶. Die Erhöhung der Genauigkeit beim Exkavieren der Karies, die Möglichkeit einer substanzschonenden Präparation, das erfolgreiche Auffinden der Wurzelkanäle und das gezielte Überwinden von Kalzifikationen seien die größten Vorteile der Mikroendodontie.

Der eigentliche Durchbruch für das Operationsmikroskop in der Zahnmedizin erfolgte aber erst in den 90er Jahren⁷⁻¹². Entscheidende Vorteile beim Einsatz eines Dentalmikroskops in der orthograden und retrograden Endodontie sind die variable zwei- bis 25fache Vergrößerung, die schattenfreie Ausleuchtung des Arbeitsfeldes und die Möglichkeit einer ergonomisch vorteilhaften Behandlungsposition. Mit dem Dentalmikroskop gelingt die bessere Visualisierung und Differenzierung extensiver intra- und extrakoronaler Restaurationen und des reparativen Dentins, die ein Auffinden von Wurzelkanälen erschweren¹³. Unter optischer Vergrößerung werden intraradikuläre Strukturen einfacher und deutlicher klinisch erkennbar. So stellt sich der Boden der Pulpakammer durch die feinen farblichen Nuancen unter Sicht mit dem Dentalmikroskop als eine Art „Straßenatlas“ zum Auffinden der Wurzelkanäleingänge dar¹⁴. Außerdem können Ausbuchtungen innerhalb des Wurzelkanals und Gewebereste besser erkannt und gezielter behandelt werden, wodurch häufig ein minimalinvasives Arbeiten möglich wird^{15, 16}. Während der Revision von Wurzelkanalbehandlungen und der Entfernung frakturierter Instrumente konnte eine größere therapeutische Sicherheit bei der Arbeit mit dem Dentalmikroskop festgestellt werden¹⁴. Darüber hinaus gelang das Auffinden des zweiten mesiobukkalen Wurzelkanals oberer erster Molaren mit 71 % gegenüber der Behandlung ohne Mikroskop mit 17 % deutlich besser¹⁷. Diese Ergebnisse wurden in einer In-vitro-Untersuchung bestätigt, wonach bei Anwendung des Dentalmikroskops bei 82 % der Oberkiefermolaren der zweite mesiobukale Wurzelkanal aufgefunden werden konnte¹².

Als nachteilig werden die hohen Anschaffungskosten, eine bis zu sechs Monaten dauernde Übungszeit und die längere Behandlungsdauer diskutiert^{5, 18, 19}.

Trotz der überzeugenden Ergebnisse setzte sich das Dentalmikroskop in der Praxis nicht in gleichem Maße durch wie die anfängliche Euphorie dies hätte vermuten lassen. Eine der maßgeb-

lichen Ursachen könnte die fehlende bzw. zögerliche Integration der Ausbildung am Dentalmikroskop an den Universitäten sein.

In den USA wurden 49 Universitäten, die eine postgraduale Ausbildung zur Spezialisierung auf dem Fachgebiet „Endodontologie“ anbieten, befragt, wann sie die Ausbildung am Dentalmikroskop in ihr Programm aufgenommen haben. Aus den 33 Rückmeldungen ging hervor, dass die meisten Ausbildungsstätten erst Mitte der 90er Jahre ihre Ausbildungsprogramme erweitert hatten²⁰.

1992 erfolgte unter Anleitung von *Kim* die Einrichtung des ersten Zentrums zur Ausbildung von Zahnärzten am Operationsmikroskop an der University of Pennsylvania. Zwar wurde 1998 die Ausbildungsordnung der American Dental Association erweitert, wonach die Ausbildung am Operationsmikroskop obligater Bestandteil der Endodontologie-Spezialisierung ist. Die Ausbildung am Mikroskop blieb damit aber weiterhin allein dem Spezialisten vorbehalten.

Angeregt durch die Entwicklung in den USA, kam es auch in Europa und Deutschland zu Initiativen, die Anwendung des Dentalmikroskops zu erproben und zu lehren. Das 1997 an der Universität Düsseldorf unter Leitung von *Raab* gegründete Mikroskopiezentrum und die Gründung der „Studiengruppe für Mikroskopie in der Zahnheilkunde e. V.“ trugen dazu bei, dass vermehrt Kurse für die zahnärztliche Fortbildung angeboten wurden.

Das Dentalmikroskop als Hilfsmittel in der Ausbildung

Weitgehend unberücksichtigt blieb bisher die Prüfung von Möglichkeiten zur Ausbildung von Studenten mit Hilfe des Dentalmikroskops. Aufgrund der eingeschränkten Sicht in der Mundhöhle und in das Pulpakavum hinein, bestehen in der klinischen Ausbildung noch immer Schwierigkeiten, den Studenten intraorale und intradentale anatomische und morphologische Details nachvollziehbar zu vermitteln.

Nicht selten werden daher mögliche praktische Defizite aus der Studienzeit, wie zum Beispiel das gezielte Auffinden von Wurzelkanälen, erst nach einigen Jahren Berufserfahrung und nachfolgender intensiver Fortbildung erfolgreich korrigiert.



Abb. 1 Die diagnostische Röntgenausgangsaufnahme zeigt am Zahn 16 eine Parodontitis apicalis. Der Guttaperchastift endet an der mesiobukkalen Wurzelspitze. Es ist ein stark verengtes Pulpakavum zu erkennen. Zahn 15 weist einen verbreiterten Desmodontalspalt und eine inhomogene Wurzelkanalfüllung auf.



Abb. 2 Klinische Ansicht nach Trepanation des Zahns 16; Trepanationsbefund: nekrotische Pulpa und fötider Geruch. (16fache Vergrößerung).

Der Erfolg oder Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung lässt sich bisher nur unzureichend vorherbestimmen. Insbesondere im Verlauf einer durch den Studenten durchgeführten Wurzelkanalbehandlung lassen sich Fehler nicht immer rechtzeitig durch den Assistenten erkennen und gegebenenfalls korrigieren.

Eine Befragung von 2061 aktiven Mitgliedern der American Association of Endodontists (AAE) ergab, dass jüngere Zahnärzte das Dentalmikroskop deutlich häufiger nutzen als ältere Zahnärzte²¹. Dies legt die Vermutung nahe, dass Studenten bereits in der ersten Phase ihrer praktischen Ausbildung in der Lage sind, Behandlungen unter dem Mikroskop zu erlernen. Einer ersten Untersuchung zufolge wurden in einem Kurs der Kinderzahnheilkunde gute Ergebnisse bei der Nutzung optischer Vergrößerungen beobachtet²². Ausgehend von den grundsätzlich positiven Erfahrungen mit der Anwendung des Dentalmikroskops in der Zahnmedizin stellt sich die Frage, ob eine Integration des Mikroskops in die zahnmedizinische Ausbildung möglich und sinnvoll ist.

Dresdner Erfahrungen mit dem Dentalmikroskop

Demonstration und Live-Behandlung

Mit Hilfe einer am Dentalmikroskop angeschlossenen Videokamera wird die Übertragung von Live-Behandlungen in den Hörsaal ermöglicht. Damit erhalten die Studenten erstmals die Möglichkeit, aufgrund der variablen Vergrößerung des Operationsfeldes dem Ablauf einer Wurzelkanalbehandlung aus unmittelbarer Nähe zu folgen. Dies kann an einem klinischen Beispiel verdeutlicht werden: Beispielsweise gelang es bei einem vorgestellten Patienten, die Ursachen für die vorgefundene chronische apikale Parodontitis eines oberen ersten Molaren darzustellen, die mit bloßem Auge nur schwer erkennbar waren. Erhöhte Sondierungstiefen bis zu 9 mm mesial und 5 mm distal wiesen auf einen starken Knochenabbau hin. Eine mit Granulationsgewebe durchdrungene Fistel war in der Umschlagfalte zwischen Zahn 16 und 15 lokalisiert. Nach Sondierung des Fistelkanals konnte Pus abfließen. Die diagnostische Röntgenausgangsaufnahme mit einem in den Fistelgang eingelegten Guttaperchastift ließ einen Zusam-

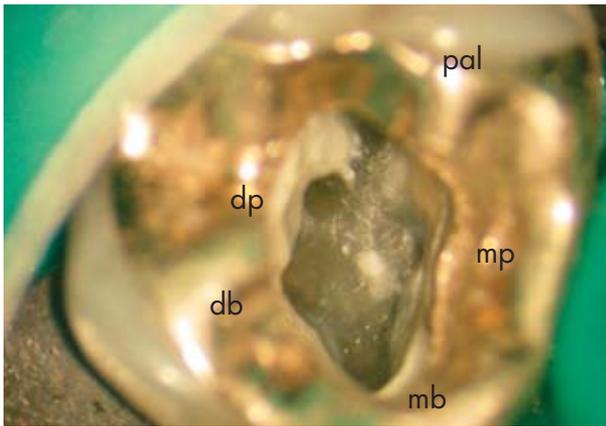


Abb. 3 Darstellung von fünf Wurzelkanaleingängen (pal = palatinal; mp =mesiopalatinal; mb = mesiobukkal; db = distobukkal; dp = distopalatinal) nach Abschluss der Präparation. (16fache Vergrößerung).

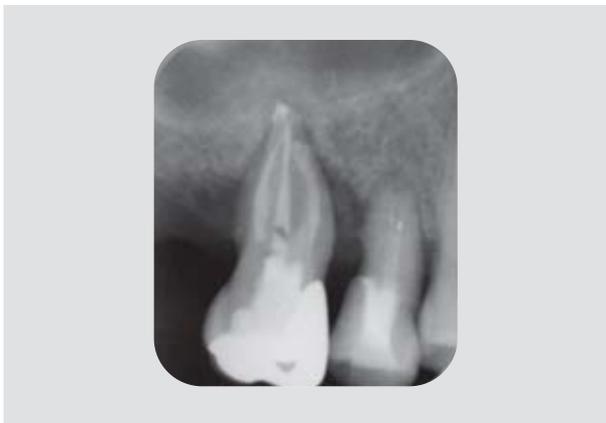


Abb. 4a Orthograde Röntgenaufnahme der Wurzelkanalfüllung am Zahn 16.



Abb. 4b Die mesioexzentrische Röntgenkontrollaufnahme zeigt palatinal drei apikale Foramina, mesial zwei Wurzelkanäle (Typ III) und distal zwei Wurzelkanäle (Typ II).

menhang mit einer an der mesiobukkalen Wurzelspitze des Zahns 16 manifestierten Aufhellung erkennen (Abb. 1).

Nach der Trepanation des Pulpakavums bestätigte sich die Verdachtsdiagnose der infizierten nekrotischen Pulpa. Es fanden sich eine nekrotische Pulpa, ein durch Sekundärdentin stark verengtes Pulpakavum und ein massiver Dentikel (Abb. 2). Nachdem der mit einem Exkavator luxierte Dentikel entfernt worden war, konnten unter Einsatz diamantierter Ultraschallspitzen die Dentinüberhänge substanzschonend entfernt und fünf Wurzelkanaleingänge dargestellt werden (Abb. 3). Nach einer vierwöchigen intrakanalären Calxyl®-Einlage (Oco, Dirmstein) hatte sich das Fistelmaul vollständig zurückgebildet. Die Wur-

zelkanalfüllung erfolgte mittels vertikaler Kondensation unter Verwendung erwärmter Guttapercha und AH Plus® (Dentsply, Konstanz) als Sealer (Abb. 4a und b).

Während der Live-Demonstrationen konnten die Studenten Fragen und Probleme mit dem Operateur über Mikrofon direkt diskutieren.

Phantomkurs der Zahnerhaltungskunde

Im Phantomkurs der Zahnerhaltungskunde (6. Semester) erfolgt die Präparation der endodontischen Zugangskavität eines Molaren unter dem Dentalmikroskop unter simulierten klinischen



Abb. 5 Erste Übungen am Dentalmikroskop im 6. Semester unter klinisch simulierten Bedingungen.



Abb. 6a Der Trepanationsbefund unter 16facher Vergrößerung zeigt drei mit Guttapercha und Sealer gefüllte Wurzelkanäle, mesial eine bis zur Wurzelkanalfüllung reichende Karies sowie massive Dentinüberhänge. Es besteht der Verdacht auf einen unbehandelten mesiopalatinalen Wurzelkanal.



Abb. 6b Zustand nach Korrektur der Zugangskavität unter 16facher Vergrößerung: Distobukkal ist die unvollständige Aufbereitung des Wurzelkanals erkennbar (weißer Pfeil), mesiopalatinal liegt ein unbehandelter Wurzelkanal (roter Pfeil) vor.

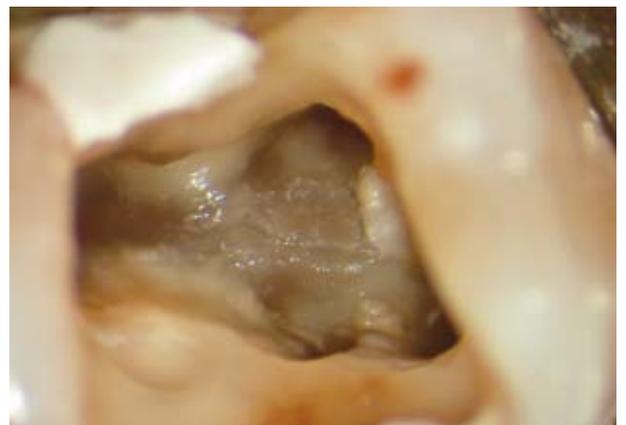


Abb. 6c Zustand nach Säuberung der Kavität mit Ultraschall und Aufbereitung der vier Wurzelkanäle. (16fache Vergrößerung).

Bedingungen. Während dieser Übung stehen Fragen der Ergonomie und das Zusammenspiel von Behandler und Assistenz im Vordergrund. Die variable Vergrößerung und die schattenfreie Ausleuchtung erlauben den Studenten, anatomische Details, die für das Auffinden von Wurzelkanälen von Bedeutung sind, nach theoretischer Erläuterung besser zu identifizieren. Nach individueller Korrektur gelingt es den Studierenden, während der Behandlung eine ergonomische Behandlungsposition einzunehmen und diese über den gesamten Behandlungsverlauf aufrechtzuerhalten (Abb. 5).

Anfängliche Orientierungsprobleme sind innerhalb von wenigen Minuten überwunden. Aufgrund der starken Vergrößerung des Arbeitsfeldes und der daraus resultierenden erhöhten Konzentration findet innerhalb kürzester Zeit eine erste Adaptation statt. Die ersten Eindrücke der Studenten wurden nach der Nutzung des Dentalmikroskops anonymisiert protokolliert. Danach erlebten alle Studenten die Arbeit unter dem Mikroskop als hilfreich. Die Behandlungsposition, die Vergrößerung und die Ausleuchtung ermöglichten ein entspanntes Arbeiten. Weiterhin wurden als Vorteile ein präziseres Arbei-



Abb. 7a Typische zahnärztliche Körperhaltung, die zur erheblichen Beeinträchtigung der Gesundheit des Zahnarztes führen kann (Sensibilitätsstörungen, Beschwerden im Bereich der Halswirbelsäule, der Schulter und der Lendenwirbelsäule).



Abb. 7b Die Anwendung des Dentalmikroskops ermöglicht eine aufrechte Körperhaltung auch bei schwer zugänglichen Regionen.

ten, eine feinere Kraftabstimmung und ein vorsichtigeres Vorgehen während der Präparation aufgezählt.

Als Nachteile notierten die Studenten zu diesem Zeitpunkt eine eingeschränkte Sicht aufgrund von Arbeitsgeräten und bei feuchter Präparation Orientierungsprobleme, eine verminderte dreidimensionale Wahrnehmung und die Notwendigkeit des indirekten Arbeitens.

Klinischer Endodontie-Kurs

Den Zahnmedizinstudenten des 7. Semesters wird im Rahmen des Kurses „Zahnerhaltungskunde I“ ein Endodontie-Kurs unter Nutzung von Dentalmikroskopen angeboten.

Die Kursabfolge gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil erfolgt vor Behandlungsbeginn eine zehnmütige Fallvorstellung. Während der Diskussion wird das auf den Patienten zugeschnittene Behandlungskonzept abgestimmt und auf potenzielle Probleme eingegangen. Hinweise für die richtige Position des Dentalmikroskops oder die richtige Anlage der Zugangskavität bei röntgenographisch obliterierten Wurzelkanälen, aber auch Tipps zur Revision von Wurzelkanalfüllungen helfen den Studenten bei der unmittelbaren Vorbereitung auf die erstmalige Behandlung am Patienten.

Der zweite Teil des Kurses erstreckt sich über zwei Sitzungen. In der ersten erfolgen unter Nutzung des Dentalmikroskops eine wiederholte Befundaufnahme, die Präparation der endodontischen Zugangskavität und die Darstellung der Wurzelkanäleingänge. Nach Anfertigung einer digitalen Röntgenmessaufnahme werden die Wurzelkanäle aufbereitet und aus Zeitgründen meistens mit einer medikamentösen Einlage versorgt. Die zweite Behandlungssitzung wird für die Wurzelkanalfüllung und den koronalen Verschluss in Anspruch genommen.

Im dritten Kursabschnitt hat jeder Student eine Epikrise anzufertigen und diese in einer Falldiskussion vorzustellen.

Während der endodontischen Behandlung am Patienten wird von allen Studenten das Dentalmikroskop genutzt. Eine durchgängige Behandlung unter dem Mikroskop ist jedoch eher selten, was aber auch der klinischen Situation und dem Ausbildungsstand der Studenten entspricht.

Die Zuhilfenahme des Dentalmikroskops ermöglicht eine genaue Befundaufnahme, insbesondere des Trepanationsbefundes, sodass ein konkretisierter Therapieablauf mit dem behandelnden Studenten abgestimmt werden kann. Eine durch Karies kontaminierte Wurzelkanalfüllung, unbehandelte Wurzelkanäle, Dentinüberhänge oder Dentikel können oft als wahrscheinliche Ursache für den Misserfolg der vorangegangenen Wurzelkanal-

behandlung diagnostiziert werden (Abb. 6a bis c). Als besonders vorteilhaft erweist sich die Nutzung der integrierten Videokamera. Die zeitgleiche Mitbeobachtung der studentischen Tätigkeit durch den Assistenten ermöglicht rechtzeitige Korrekturen.

Bisherige Erfahrungen bei der Patientenbehandlung

Allen Studenten gelang unter Anwendung des Mikroskops eine exakte Präparation der endodontischen Zugangskavität. Darüber hinaus konnten eine substanzschonende Präparation und ein differenziertes Vorgehen bei der Entfernung von Dentikeln und Dentinüberhängen zur Darstellung der Wurzelkanaleingänge erlernt werden. Während der Nutzung des Dentalmikroskops fiel eine deutlich verbesserte Arbeitshaltung auf (Abb. 7a und b). Die Zeitspanne bis zum Abschluss der Präparation der Zugangskavität war allerdings deutlich verlängert.

Bei der anschließenden manuellen Wurzelkanalaufbereitung traten weniger Behandlungsfehler auf beziehungsweise konnten durch die Mitbeobachtung über den Monitor noch rechtzeitig korrigiert werden. Perforationen bei der Suche nach Wurzelkanaleingängen und Instrumentenfrakturen waren nicht zu verzeichnen. Die vereinzelt aufgetretenen Fehler, wie Stufenbildung und Präparation apikaler Zips, lagen in der noch unzureichenden Fertigkeit der Studierenden, die vermittelten Aufbereitungstechniken richtig anzuwenden, begründet. Als typischer Fehler konnte dabei der nach apikal gerichtete Transport von Geweberesten und Dentinspänen festgestellt werden.

Im Rahmen des Endodontie-Kurses wurden in den Jahren 2000 und 2001 84 Wurzelkanalbehandlungen unter Nutzung des Dentalmikroskops durchgeführt. Sie erfolgten an 11 % Schneide- und Eckzähnen, 18 % Prämolaren und 71 % Molaren. Über 65 % der Patienten wurden aufgrund des Schwierigkeitsgrades der Wurzelkanalbehandlung an die Hochschule überwiesen. Gründe für die Überweisungen waren u. a. starke Verengungen und Obliterationen, nicht auffindbare Wurzelkanäle und Revisionen von Wurzelkanalbehandlungen (Abb. 8 bis 10).

Diskussion

Eine primär erfolgreich durchgeführte orthograde Wurzelkanalbehandlung kann in bis zu 95 % der Fälle zur langfristigen Zahnerhaltung beitragen und eine chirurgische Intervention auf wenige Indikationen begrenzen^{23, 24}.

Komplikationen oder Fehler während der Wurzelkanalbehandlung können jedoch die Qualität und das Ergebnis der Zahnerhaltung erheblich beeinträchtigen. Insbesondere bei der Notwendigkeit einer wiederholten Wurzelkanalbehandlung können die Erfolgsquoten bis auf 50 % sinken^{25, 26}. Mögliche Ursachen für Misserfolge sind nicht aufgefundene Wurzelkanäle oder Seitenkanäle, zurückgelassene infizierte Gewebereste, unvollständig erschlossene und aufbereitete Wurzelkanäle, unbehandelte infizierte Isthmi, Perforationen, Stufenbildungen und Wurzelkanalobliterationen, frakturierte infizierte Wurzelkanalinstrumente oder ein unvollständiger bzw. undichter Verschluss der Wurzelkanäle.

Gründe für das Entstehen dieser Misserfolge sind einerseits die stark eingeschränkte bis fehlende Sicht in das Wurzelkanalsystem, andererseits aber auch der individuelle Ausbildungsstand des Behandlers. Durch die Anwendung des Dentalmikroskops und das frühzeitige Erlernen eines sachgerechten Umgangs hiermit lässt sich ein Teil dieser Probleme vermeiden.

Unter dem Aspekt der Qualitätssicherung trägt somit die Hochschule in der Ausbildung eine hohe Verantwortung. Da die Grundlagen für die zahnärztliche Tätigkeit an den Hochschulen vermittelt werden, ist die Methodik der Wissensvermittlung von entscheidender Bedeutung. Das Dentalmikroskop bietet ideale Voraussetzungen, Wissen und Können praxisnah und anschaulich zu vermitteln. Obwohl von verschiedenen Autoren auf die Notwendigkeit einer langen und systematischen Vorbereitung auf ein effektives Arbeiten mit dem Mikroskop hingewiesen wurde¹⁹, zeigte sich, dass die Nutzung des Dentalmikroskops auch durch Studenten im Rahmen der universitären Ausbildung möglich ist. Die Studenten waren von der Arbeit am Mikroskop begeistert und überwandten schnell eine anfängliche Zurückhaltung.

Als optimaler Zeitpunkt für den Beginn der Ausbildung am Dentalmikroskop bietet sich der Phantomkurs der Zahnerhaltung (6. Semester) an. Es besteht zu diesem Zeitpunkt kein psychischer



Abb. 8a und b Therapieergebnisse aus dem Studentenkurs

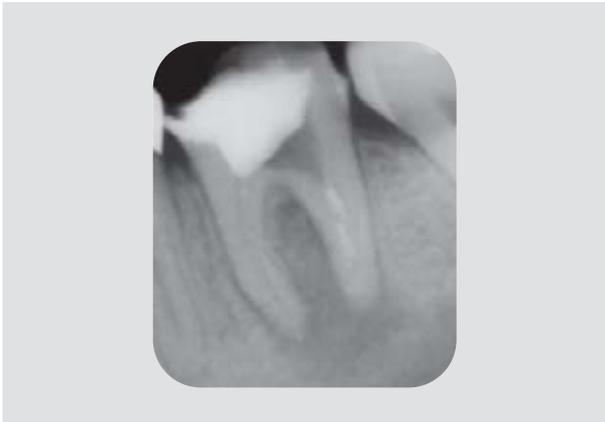


Abb. 8a Der Grund für die Überweisung war, dass am Zahn 36 die mesialen Wurzelkanäle nicht aufgefunden wurden und sich die revisionsbedürftige Wurzelkanalfüllung aus dem distalen Wurzelkanal nur unvollständig entfernen ließ.

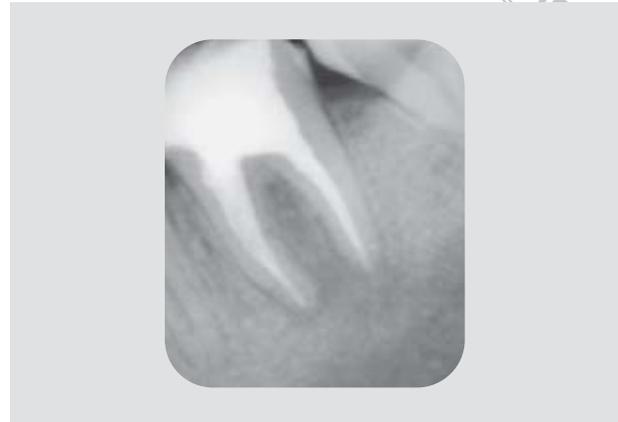


Abb. 8b Röntgenkontrollaufnahme nach Revision unter dem Mikroskop und definitiver Wurzelkanalfüllung.

Abb. 9a und b Therapieergebnisse aus dem Studentenkurs.



Abb. 9a Grund der Überweisung war der röntgenographische Verdacht einer vollständigen Obliteration der mesialen Wurzelkanäle bei Zahn 36.



Abb. 9b Röntgenkontrollaufnahme nach Behandlung unter dem Mikroskop.

Druck für die Studierenden, am Patienten bestehen zu müssen. Am Phantommodell haben die Studenten ausreichend Zeit, ihre beste Behandlungsposition zu finden und unter klinisch simulierten Bedingungen zu erproben. Das direkte und indirekte Arbeiten kann in dieser Phase geschult werden.

Neben diesen Rahmenbedingungen ist von Bedeutung, dass die Studenten zu diesem Zeitpunkt erst beginnen, ihre manuellen Fertigkeiten zu trainieren. Die Umstellung auf die Tätigkeit unter Sicht

des Dentalmikroskops fällt in dieser Phase noch leicht.

Beim Einsatz des Dentalmikroskops im klinischen Kurs hat sich der dreistufige Aufbau aus Fallvorstellung, Therapie und Auswertung bewährt. Die gezielte Vorbereitung auf die Patientenbehandlung verkürzt Behandlungsabfolgen und befördert ein konzentriertes Arbeiten am Patienten. Die Integration in den Kurs der Zahnerhaltungskunde I (7. Semester) erscheint vom theoretischen Ausbildungsstand her geeignet.

Abb. 10a bis c Therapieergebnisse aus dem Studentenkurs.

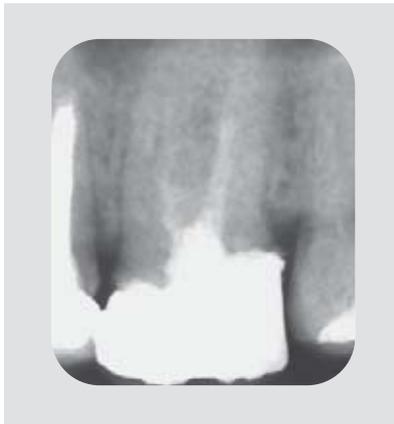


Abb. 10a Gründe für die Überweisung waren eine revisionsbedürftige Wurzelkanalfüllung und der Verdacht einer vollständigen Obliteration der Wurzelkanäle am Zahn 26.



Abb. 10b Orthoradiale Röntgenkontrollaufnahme nach Revision unter dem Mikroskop und definitiver Wurzelkanalfüllung.



Abb. 10c Die exzentrische Röntgenaufnahme zeigt den vollständigen Verschluss zweier Wurzelkanäle in der mesiobukkalen Wurzel (Pfeile).

Im Rahmen der Ausbildung sollte an jedem Mikroskop-Arbeitsplatz die Möglichkeit einer Videoübertragung bestehen. Die Hilfestellung des Assistenten kann damit auch über den Monitor erfolgen. Anhand von Standbildern kann sofort am Monitor die weitere Abstimmung der Therapie erfolgen. Rechtzeitige Korrekturen können auf diesem Wege Fehler bei der Wurzelkanalbehandlung verhindern.

Für eine nachhaltige Auswertung wäre sogar eine grundsätzliche videografische Aufzeichnung der Behandlung denkbar. Sie erfolgte jedoch aus Kapazitätsgründen nur in Einzelfällen.

Eine durchgängige endodontische Behandlung unter dem Mikroskop war nur bei wenigen Studenten zu beobachten. Sie erfolgte dann, wenn die direkte Sicht in das Wurzelkanalsystem möglich war. Insbesondere die Aufbereitung der Wurzelkanäle kann nur dann optimal unter Sicht mit dem Mikroskop erfolgen, wenn maschinelle Aufbereitungssysteme genutzt werden.

Qualitätssicherung dient der schwierigen Aufgabe, das gute und schlechte Ergebnis rational zu analysieren und aus der Unterscheidung dieser Ausprägungen Strategien zur Minimierung des schlechten Ergebnisses zu entwickeln²⁷. Mit der Arbeit am Dentalmikroskop kann insbesondere die Selbstreflexion der Studenten verbessert werden.

Literatur

- Schilder H: Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18: 269-296.
- Löst C, Wesselink PR, Winkler R: Grundlagen und Prinzipien moderner Endodontie. *Endodontie* 1992; 1: 7-18.
- Nylen CO: The microscope in aural surgery: Its first use and later development. *Acta Otolaryngol* 1921; 116: 226.
- Baumann R: Was bietet das Operationsmikroskop dem Zahnarzt? *Quintessenz* 1975; 26: 33-34.
- Baumann R: Endodontie und Operationsmikroskop. *Quintessenz* 1975; 26: 55-58.
- Selden HS: The role of the dental operating microscope in endodontics. *Pa Dent J* 1986; 53: 36-37.
- Mounce RE: Surgical operating microscopes in endodontics: the paradigm shift. *Gen Dent* 1995; 43: 346-349.
- Velvart P: Das Operationsmikroskop. Neue Dimensionen in der Endodontie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1996; 106: 356-367.
- Koch K: The microscope. Its effect on your practice. *Dent Clin North Am* 1997; 41: 619-626.
- Ruddle C: Endodontic perforation repair: utilizing the operating microscope. *Oral Health* 1997; 87: 21-25.
- Friedman M, Mora AF, Schmidt R: Microscope-assisted precision dentistry. *Compend Contin Educ Dent* 1999; 20: 723-736.
- Baldassari-Cruz LA, Lilly JP, Rivera EM: The influence of dental operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontics* 2002; 93: 190-194.



13. Saunders WP, Saunders EM: Conventional endodontics and the operating microscope. *Dent Clin North Am* 1997; 41: 415-428.
14. Wong R, Cho F: Microscopic management of procedural errors. *Dent Clin North Am* 1997; 41: 455-479.
15. Velvart P: Das Operationsmikroskop in der Wurzelspitzenresektion. Teil 1. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1997; 107: 507-516.
16. Velvart P: Das Operationsmikroskop in der Wurzelspitzenresektion. Teil 2. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1997; 110: 969-978.
17. Buhrley IJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS: Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *J Endod* 2002; 28: 324-327.
18. Pecora G, Andreana S: Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 751-758.
19. Beer R, Mayerhöfer G: Fortschritte in der Endodontie – Die operationsmikroskopgestützte Wurzelkanalbehandlung. *Quintessenz* 1995; 46: 1437-1450.
20. Selden HS: The dental-operating microscope and its slow acceptance. *J Endod* 2002; 28: 206-207.
21. Mines P, Loushine RJ, West LA, Liewehr FR, Zadinsky JR: Use of the microscope in endodontics: a report based on a questionnaire. *J Endod* 1999; 25: 755-758.
22. Donaldson ME, Knight GW, Guenzel PJ: The effect of magnification on student performance in pediatric operative dentistry. *J Dent Educ* 1998; 62: 905-911.
23. Kerekes K, Tronstad L: Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979; 5: 83-90.
24. Pekruhn RB: The incidence of failure following single visit endodontic therapy. *J Endod* 1986; 12: 311-317.
25. Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und der DGZ: Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2001; 56 (1).
26. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U: Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1998; 85: 86-93.
27. Heners M, Walther W: Abschied vom Handwerkermodell Zahnheilkunde. *Zahnärztl Mitt* 2000; 90: 38-43.

Dipl.-Stom. Michael Arnold
Praxis für Endodontie und Zahnerhaltung
Königstraße 9
01097 Dresden

Prof. Dr. Wolfgang Klimm
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnerhaltung
Fetscherstraße 74
01307 Dresden

Endodontic Education Utilizing Dental Microscopes

Michael Arnold, Wolfgang Klimm

The dental microscope represents an utmost valuable aid in endodontic therapy as well as in dental education. Shadow-free illumination, increased depth sharpness, variable magnification between approximately 2 and 25 times and the possibility of simultaneous observation by means of video systems allow exact working and detail-sharp demonstration under highest demands of quality. This may help to improve treatment quality and prognosis. Previous experiences in the students' first clinical course of operative dentistry show that the use of a dental microscope seems to be recommendable and may help to improve the quality of dental education in the field of endodontics.

Key words Dental microscope, endodontic treatment, education