



Optische Vergrößerungshilfen in der Endodontie

Dr Réka Fazekas

Klinik für Zahnerhaltungskunde, Semmelweis Universität

Endodontie

- taktile Sensibilität
- klinische Erfahrung, die sich auf das Wissen aus Studium stützt
- mental Bildgebung
- Röntgenaufnahmen
- elektrometrische Längebestimmung

VERGRÖßERUNG
sehen mehr / sehen besser

Limit der menschlichen Vision

- Auflösung: die Fähigkeit eines optischen Systems zu eindeutig unterscheiden zwei nahe beieinanderliegenden Entitäten
- Auflösungsvermögen des bloßen Auges ist **0.2 mm**: die meisten Leute, wer sehen zwei Punkte näher als 0.2 mm, werden sehen nur einen Punkt

Über die relativ Größe der Dinge

- die meisten Zahnärzte können nicht sehen einen koronalen Spalt kleiner als 0.2 mm
- die Dicke des Zements unter eine Krone ist 25 μm (0.025 mm)
- Größe eine endodontische Zugangskavität ist circa 10 mm^2
- Durchmesser des Wurzelkanals ist circa 50-100 μm

Vergrößerung → Präzision-Zahnheilkunde

- Zahnärzte regelmäßig ausführen Eingriffe verlangend eine Auslösung größer als 0.2 mm
Limit der menschlichen Vision

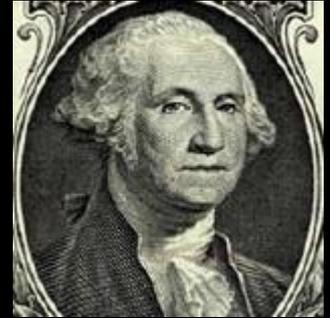


Eine Dollarnote ohne Vergrößerung



Die Linien , die bilden George Washington's Gesicht sind 0.2 mm apart.

Verschiedene Vergrößerungen einer Dollarnote



3x



5x



8x



10x



18x

Zahnärzte können zunehmen ihre Auslöungsvermögen wenn einfach bewegen näher den Patient.

(-)

- ungemütlich Nähe das Gesicht des Zahnarztes nahe den Patient
- wie die Augen-Objekt Distanz verringern, die Augen müssen konvergieren, schaffend Augenbelastung

Bildgröße und Auflösungsvermögen kann man erhöhen mit der **Benutzung optischen Linsen**, ohne Veränderung der Position des Patientes oder des Zahnarztes.

Mit ansteigende Lichtstärke kann man auch erweitern die Möglichkeiten des Auges.

Lupenbrillen

- die am weitesten verbreiteten optischen Vergrößerungshilfen in Zahnarztpraxen
- einfach, kostengünstig
- zwei Mono-okular Mikroskope mit Linsen gelagert beieinander und gewinkelt einwärts (konvergent Optik) fokussieren auf eines Objekt



Lupenbrillen, chirurgische Teleskope

Multipel-Linsen System

Arbeitsabstand zwischen 28-51 cm (**optimale Arbeitsposition: 28-38 cm**)

Galilei'sches System:

- eine Vergrößerung zwischen zweifach und dreieinhalb fach
- klein, leicht, kompakt System



Lupenbrillen, chirurgische Teleskope



Abb. 3 Einfache Lupenbrille (Galilei'sches System) mit LED-Beleuchtung.



Abb. 4 Prismenlupenbrille (Kepler'sches System; 4,3fache Vergrößerung) mit Xenon-Beleuchtung.

Lupenbrillen, chirurgische Teleskope

Kepler'sches System: Prismenlupen

- 4,3-6 fache Vergrößerung
- sind eigentlich Teleskopen mit komplizierten Lichtweg



Chirurgische Teleskope

(+)

- superior Magnifikation
- korrekt sphärische und chromatische Aberration
- ausgezeichnete Schärfentiefe
- erhöhte Brennweite (30–45 cm), dadurch reduzierende Augenbelastung, Kopf- und Haltermüdung
- hilft Ermüdungserscheinungen und Haltungsschmerzen zu reduzieren

(-)

- die praktische maximal Vergrößerung ist 4.5
- Lupenbrillen mit größerer Magnifikation sind verfügbar, aber sie sind schwer, mit limitierten Bildfeld

Chirurgische Teleskope

Mit zunehmender Vergrößerung nehmen – basierend auf physikalisch-optischen Gesetzmäßigkeiten – Schärfentiefe, die Größe des Gesichtsfeldes sowie die Lichtstärke ab, was den sinnvollen Vergrößerungsbereich auf etwa drei- bis fünffach limitiert.

Chirurgische Kopflichter

- eine LED- oder Faseroptik-Beleuchtung
- nahezu koaxiale – und damit weitgehend schattenfreie – Ausleuchtung des Operationsfeldes
- niedriger Arbeitsabstand (35 cm)
- der Faseroptik Kabeln ist angeschlossen zu den Arzt , so jeder Kopfbewegung bewegt das Licht folglich

Chirurgische Lupenbrillen mit Kopflichter



Problem: man darf sich der Patient und der Zahnarzt
-insbesondere bei starken Vergrößerungen- nicht
bewegen, da sonst sofort das Betrachtungsfeld
verschoben ist.

Operationsmikroskop

- verbesserte Optik
 - bipolare räumliche Sicht
 - variable, bis zu 30fachen Vergrößerung
- hohe Beweglichkeit bei fester Standsicherheit
- koaxiale Lichtzufuhr, schattenfreie Ausleuchtung mit sehr hoher Helligkeit bis zu 400 KiloLux

Dentalmikroskop



1



1. Fußstativ
2. Schwenkarm mit integrierter Menüführung
3. Schwebearm mit integrierter Beleuchtung
4. Schrägkupplung mit elektromagnetische Bremsen
5. optischer Körper mit Okular / Schwenktubus / Varioskop / Videokamera
6. Funktionsgriffe für: Licht mit Dimmer / Zoom, Bremsen / Dokumentation

Dentalmikroskop



1998 American Dental Association

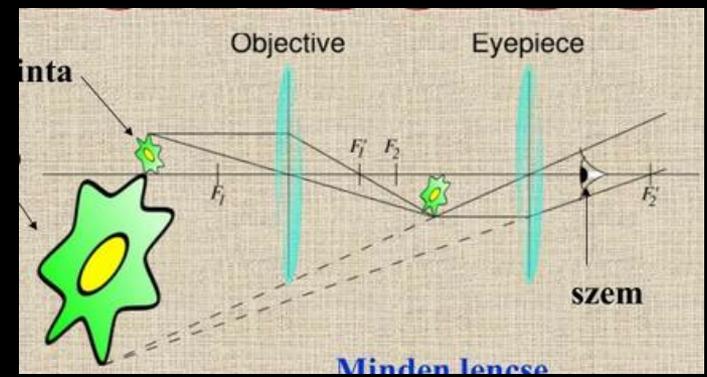
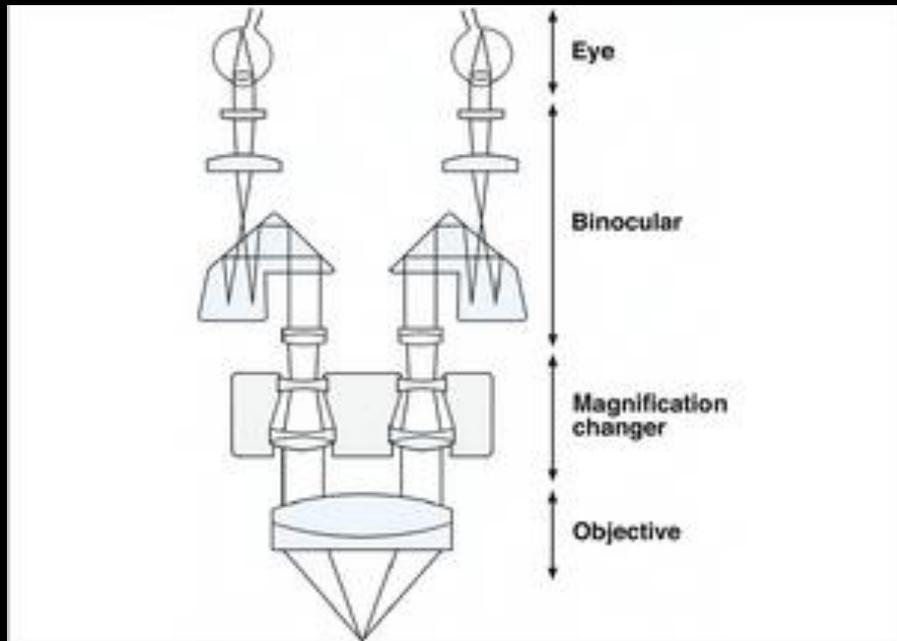
Alle anerkannte United States postgraduale Programme müssen unterrichten die Benutzung des Operationsmikroskops in der konservativen und chirurgischen Endodontie.

Vergrößerung

Ist bestimmt nach

- den Vergrößerung des Okulars
- den Brennweite des Binokulartubuses
- dem Vergrößerungsfaktor
- den Brennweite des Objektivs

Schematisches Diagramm des OMs



Das Augen Stück und die Objektiv Linsen sind Sammellinsen. Das Augen Stück angeschlossen zu die Binokular Feld Brillen erlauben adäquat Brennweite. Die Objektiv Linsen zunehmen die Vergrößerung. Der Vergrößerungs Wechsler gibt dazu Flexibilität.

Bestandteile des Mikroskops

- **das Okular / Augen Stück**

Weitwinkelokulare (12,5x oder 10x): großes Sehfeld, mit plastischem Bildeindruck. Auch für Brillenträger geeignet.

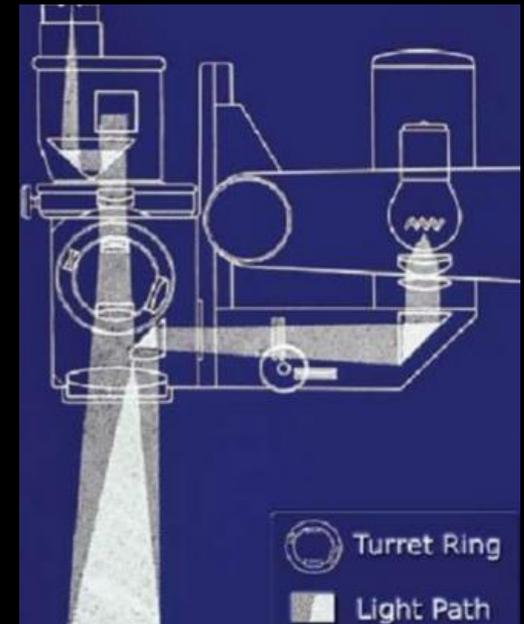
Pupillendistanz: die Distanz zwischen den zwei Augen Stücke

- **die Inclinaire Binocular Kopf**
ermöglicht eine volle
Drehung von 0 bis 220 Grad



Bestandteile des Mikroskops

- **Vergrößerungs Wechsler/Revolver:** 5 oder 6 stufiger
 - manuell Vergrößerungs Revolver
 - motorischer Zoom (1:5-6): stufenlose motorische Bedienung der Vergrößerung



Bestandteile des Mikroskops

- **motorisches Varioskop**: Fokussierung des Behandlungsfeldes auf Knopfdruck, ohne dass sich das Operationsmikroskop bewegt oder die Arbeitsposition verändert werden muss
- Brennweite des Objektivs bestimmt die Distanz zwischen die Linsen und das Operationsgebiet. Linsen mit 200 mm Brennweite fokussieren auf circa 20 cm: bietet genug Platz für chirurgischen Instrumenten

Berechnung der Gesamt-Vergrößerung

Vergrößerung als mathematische Formel

$$M_T = f_t / f_o * M_e * M_c$$

M_T = Gesamt-Vergrößerung

f_t = Brennweite des Binokulartubuses

f_o = Brennweite des Objektivs

M_e = Vergrößerung des Okulars

M_c = Vergrößerungsfaktor

Optimal Konfigurationen für Endodontie

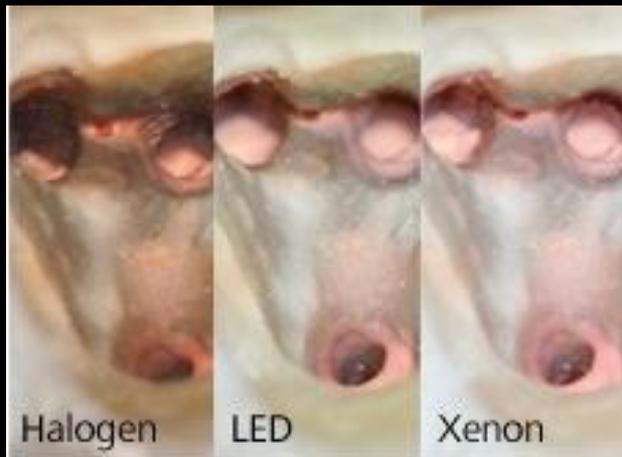
- X 12.5 Augen Stücke
- 200-mm Objektiv Linsen
- 180-Grad Inclinable Binocular
- 5 stufiger manuell Vergrößerungs Wechsler /
Motorischer Zoom



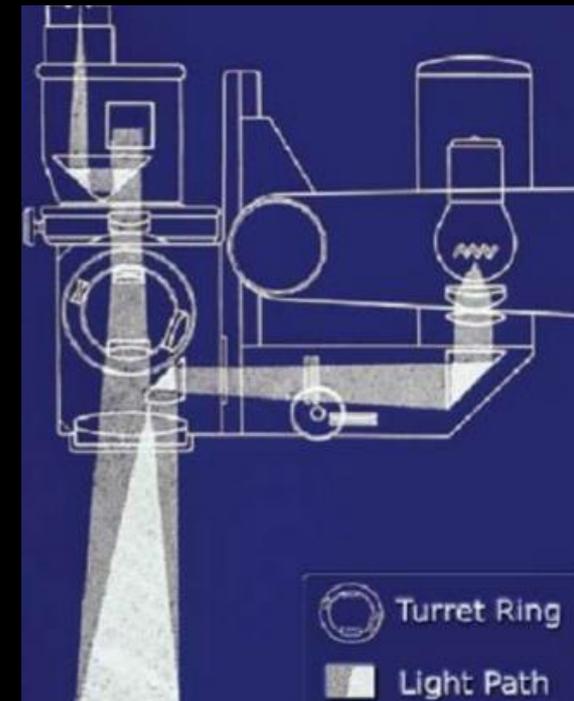
bequem Arbeitsbereich von circa 20 cm von den
Patient bei einem Vergrößerungs Range von X3 bis X26

Beleuchtung

- integrierte Lichtquelle
- homogene, kontrastreiche Ausleuchtung des Behandlungsfeldes
- wahlweise als Halogen- oder Xenonbeleuchtung mit Tageslichtcharakter
- koaxiale Beleuchtung: keine Schatten

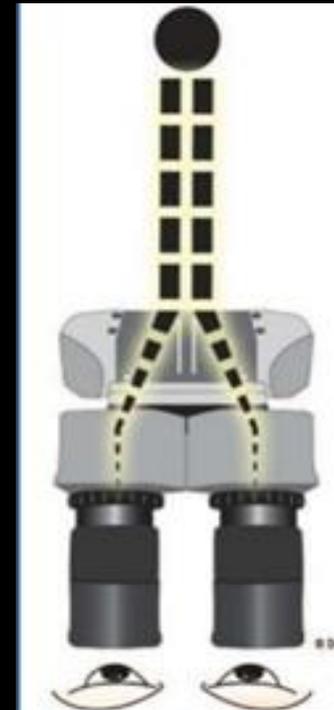
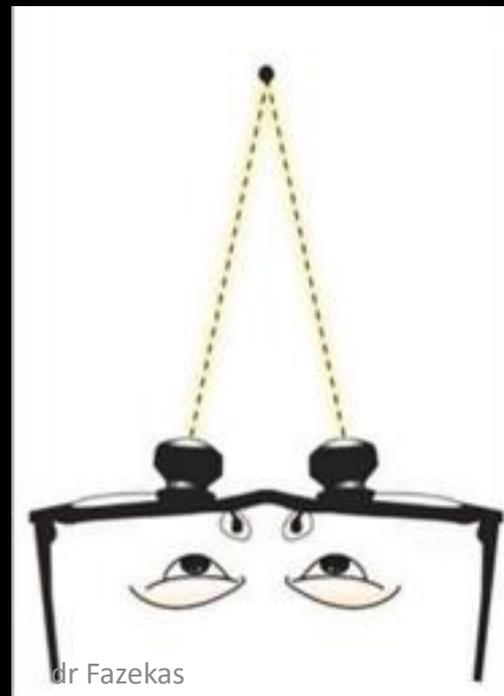


dr Fazekas



Vision der Lupenbrille und des OMs

- konvergent Vision der Lupenbrille
- stereoskopisch Vision des OMs (Separation des Lichtstrahl) versorgt Komfort für die Augen



Strahlteiler

- einen einzelnen Lichtstrahl in zwei Teilstrahlen trennt
- versorgt Licht für die Zubehör



Zubehöre

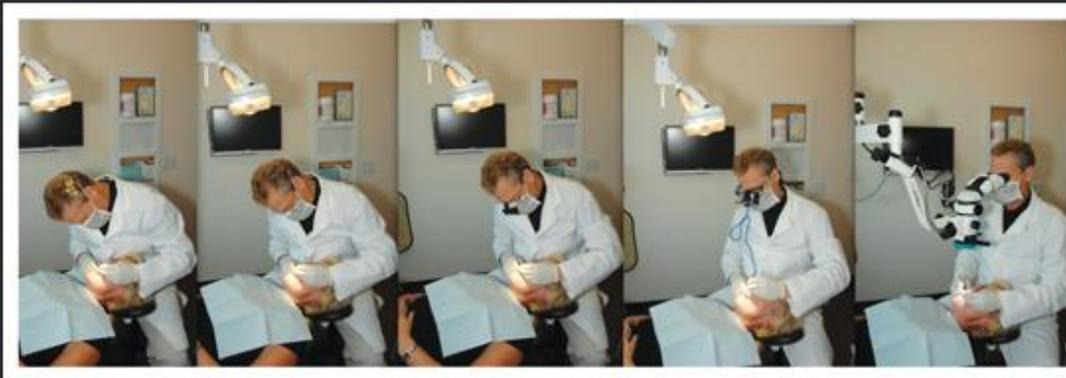
- Stereomitbeobachter für die Assistenz
- Monitor
- digitaler Fotoapparat
- digitale Videokamera



Ergonomie

- eine aufrechte und ermüdungsarme Behandlungsposition
- dadurch kann man Nackenverspannungen, Rückenschmerzen und Erkrankungen der Wirbelsäule vorbeugen

Magnification Continuum



Naked Eye

Reading
Glasses

2.5x
Loupes

4.8x Loupes
With Headlight

Operating
Microscope

dr. Fazekas

Ergonomie

- Behandlung im Oberkiefer in 12-Uhr-Position
- Unterkieferbehandlung in 8-9-Uhr-Position
- Die Beobachtung durch das OM so wenig wie möglich unterbrechen → **4-Hand-Technik**
- Das Wechseln von Instrumenten erfolgt nach trainierter Zeichensprache der Handstellung
- Kontinuierliche Spülung und Mikroabsaugung



Positionierung des OMs

- Positionierung des Zahnarztes
- grobe Positionierung des Patientes
- Positionierung des OMs und Fokussierung
- Einstellung der Pupillendistanz
- feine Positionierung des Patientes
- feine Einstellung des Fokuses
- Einstellung des Stereomitbeobachters



Rangen der Vergrößerung

Niedrig (X3 bis X8)

- breites Sehfeld und hohe Schärfentiefe
- Orientierung innerhalb des Operationsgebiets

Mittlere (X10 bis X16)

- mäßige Schärfentiefe, haltet das Feld in Fokus trotz kleiner Bewegungen
- „Arbeitsmagnifikation“ in der Endodontie

Hoch (X20 bis X30)

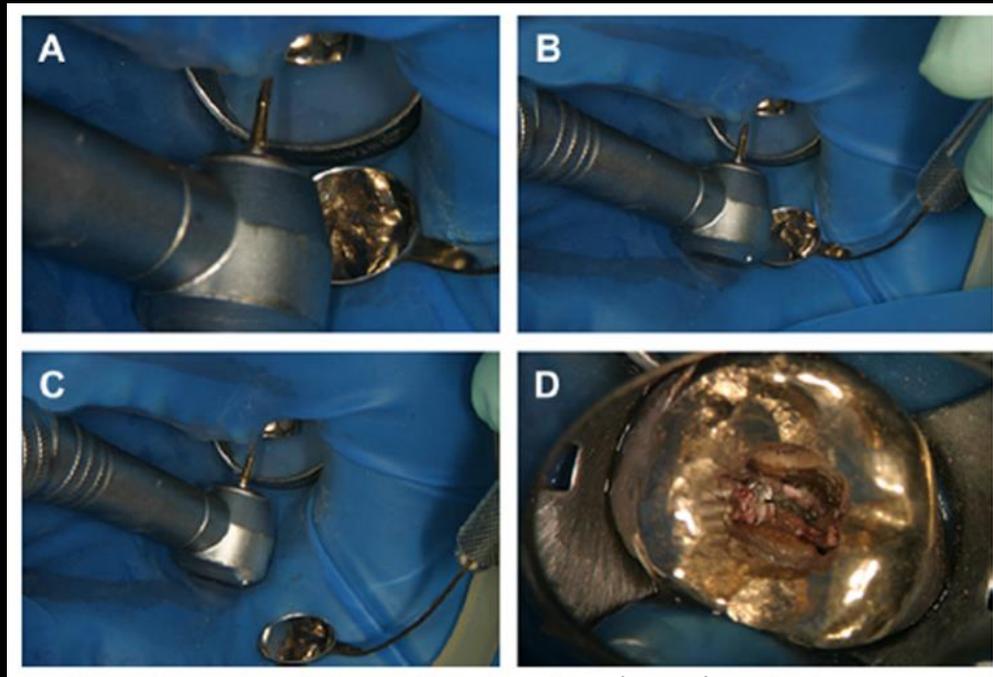
- geringe Schärfentiefe, das Feld verrückt aus dem Fokus sogar mit kleinen Bewegungen
- Besichtigung feiner Details

Voraussetzungen für die Benutzung eines OM's in konservative Endodontie

- Kofferdamapplikation
- indirekt Blick
- Positionierung des Spiegels
- einige „Schlüssel-Instrumenten“

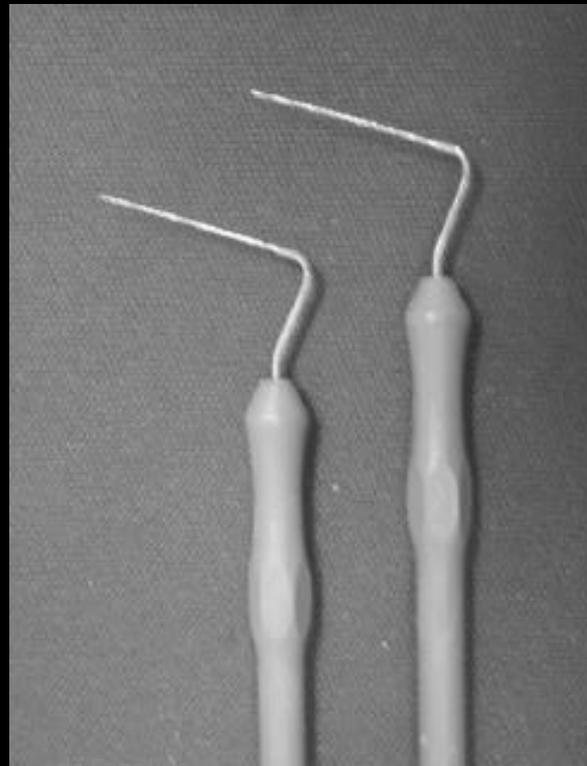
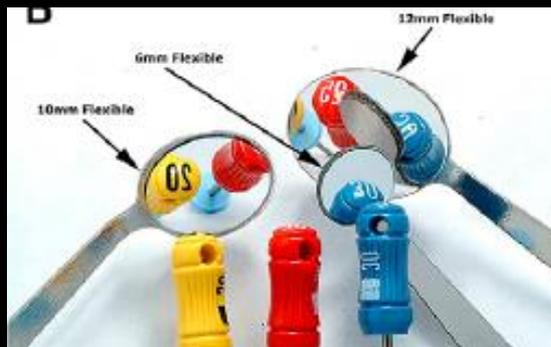
Kofferdam und Spiegel

- Das Sichtfeld nicht behindert: richtige Handhabung des Spiegels. Es soll weit genug entfernt positioniert werden.



Speziell gestaltet Mikro Instrumente

- Mikroskopiegel, Mikrosonde/ Micro Opener
- Feinen K-feilen mit einem Handgriff



Soll man das Mikroskop für alle Schritte der endodontische Intervention benutzen?

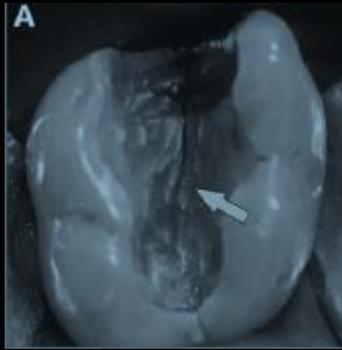
- eine nobel Idee, aber tatsächlich es ist nicht notwendig oder gewünscht
- man soll bedenken das Nutzen-Risiko-Verhältnis

Für welche Interventionen ist das Mikroskop wirklich wesentlich?

- diagnostizieren
- auffinden von Wurzelkanälen
- Behandlung der kalzifizierten Kanäle
- Verschluss von Perforationen
- Entfernung von Instrumentenfragmenten
- letzte Kontrolle der Kanalpräparation
- endodontische-chirurgische Behandlung
- Patientbildung

Diagnostizieren (!)

- **Feinste Risse (Infrakturen)** (Methylenblau)



- **Auffinden von Wurzelkanälen**
 - 50% aller Molaren haben ein vierter Kanal
 - 30% aller Prämolaren haben ein dritter Kanal
 - 25% aller Frontzähne haben zwei Kanäle

Auffinden von Wurzelkanälen

- atypische Lage oder Form eines Wurzelkanaleingang
- Isthmen und akzessorische Wurzelkanäle



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.

Auffinden von Wurzelkanälen

- zusätzliche Kanäle
- kalzifizierte Kanäle
- verpasste Kanäle
- aberrierende Kanäle
- Blockade der Kanäle mit Füllungsmaterial



Die Ergebnisse solcher Suchen können leicht Perforationen oder große Zerstörung der Zahnschicht sein.

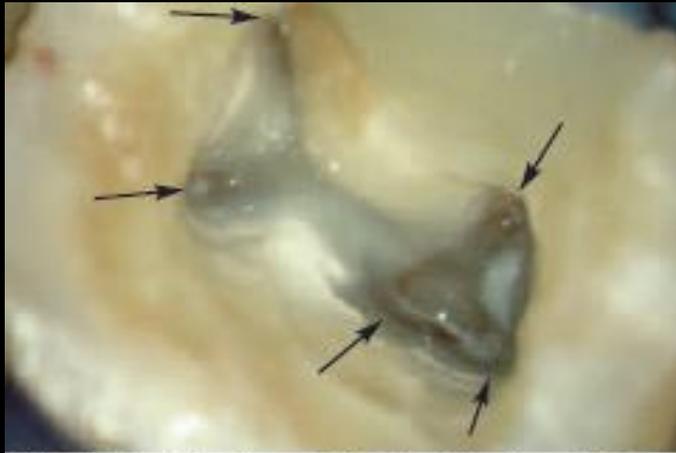


Abb. 6a Zahn 27 mit zwei palatinalen Wurzeln und fünf Wurzelkanälen (Pfeile). Der initial nierenförmig geformte Wurzelkanaleingang bukkal lässt erst nach einem Substanzabtrag von etwa 2,5 mm nach apikal die Aufteilung in drei Wurzelkanäle erkennen.



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

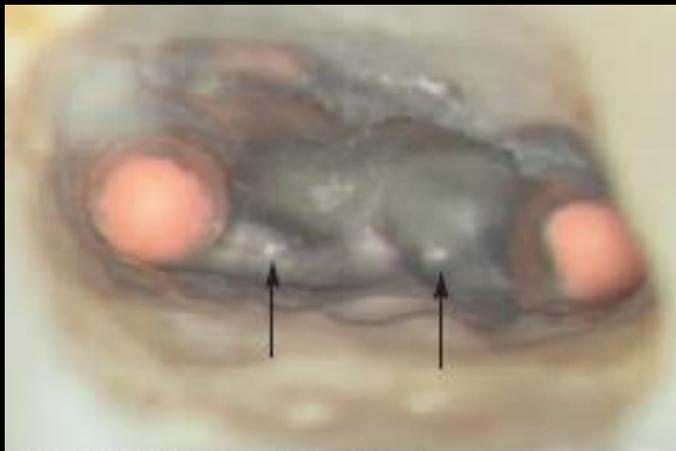
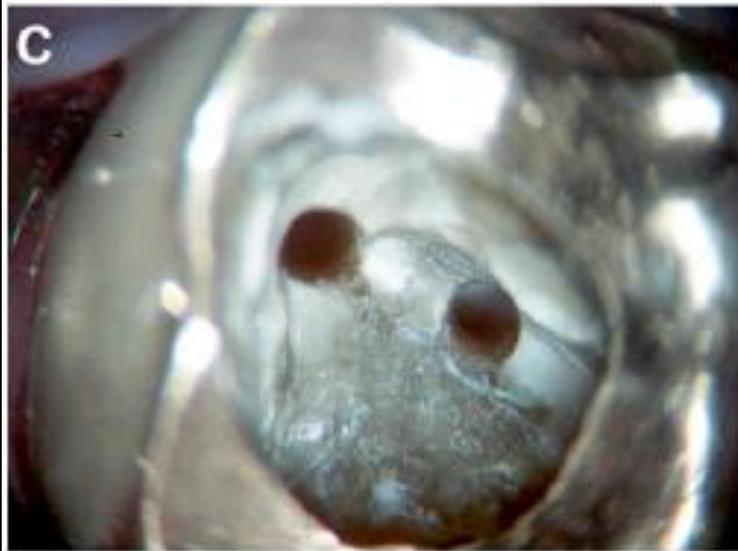


Abb. 7a Ansicht der mesialen Wurzelkanäleingänge von Zahn 46. Im Bereich des Isthmus lassen sich zwei weitere akzessorische Wurzelkanäle darstellen (Pfeile).



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

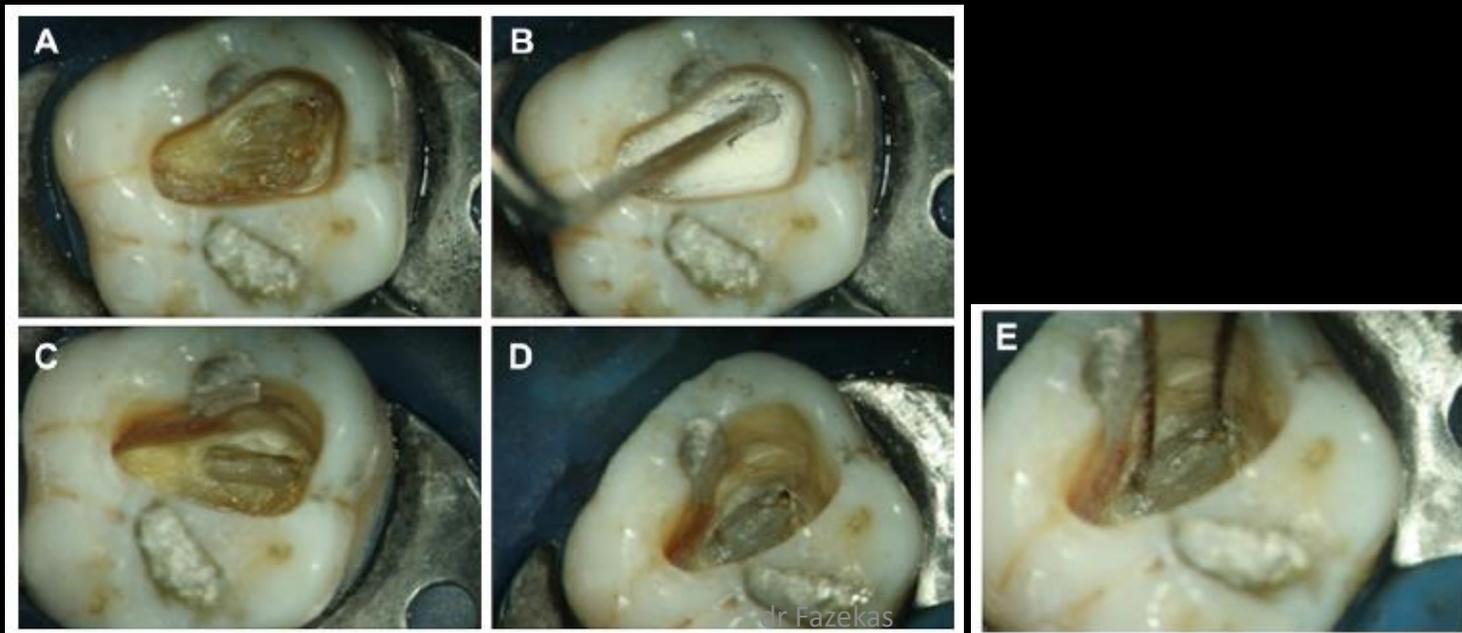
Auffinden von Wurzelkanälen



Kalzifizierte Kanäle

Sekundär- oder Tertiärdentinanlagerungen die der Wurzelkanaleingang verschließen

- Differenzierung des Dentin von der kalzifizierte Pulpe
 - Veränderung der Farbe, der Transluzenz
 - vorsichtige Untersuchung und sonoabrasive Mikropräparation



Verschluss von Perforationen

- bestimmen und auswerten den beschädigten Bereich
- Präparation für die Reparatur
- präzise Matrizenapplikation
- MTA Zementapplikation



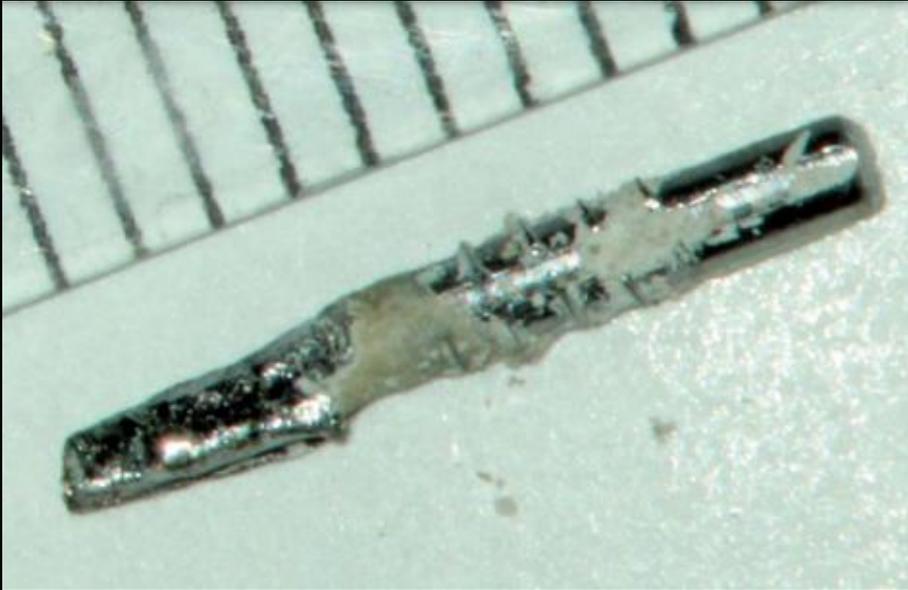
Entfernung von Instrumentenfragmenten

- steigende Inzidenz
- in der koronal Hälfte der Kanal
- substanzschonende Entfernung

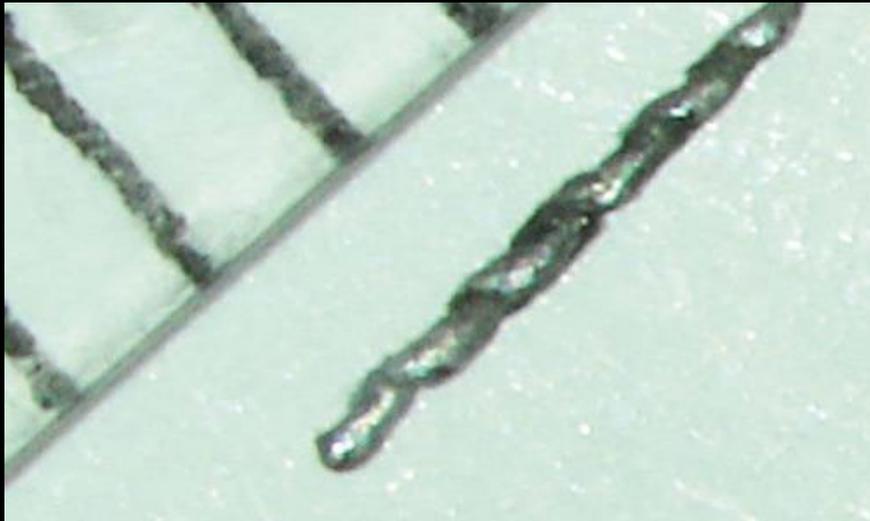
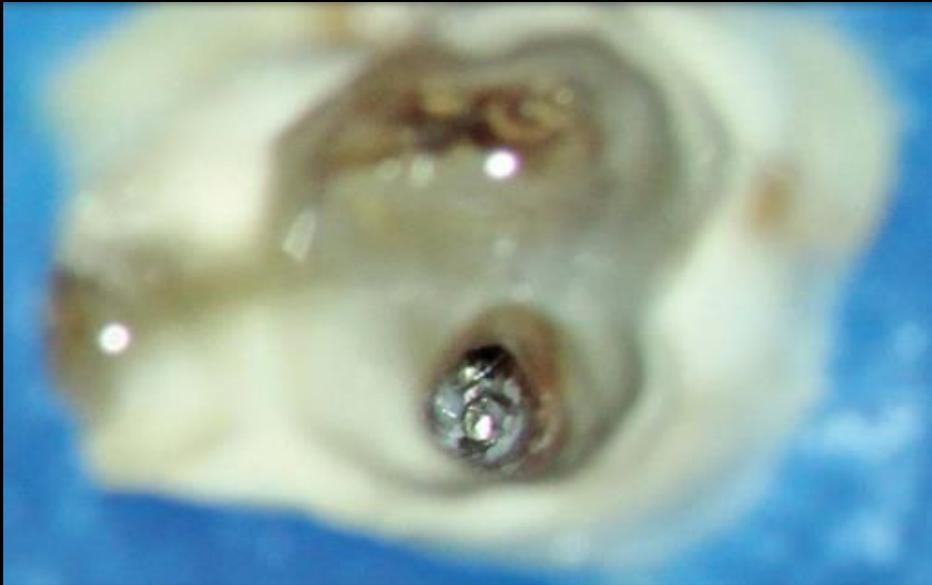
Die Revision eines ersten Molaren OK mit Instrumentenfragment

Dr. Bernhard Albers







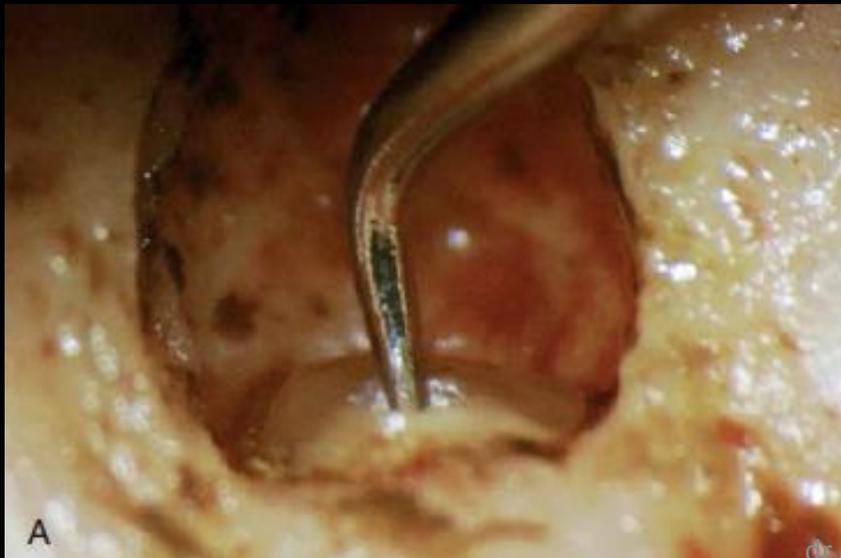


Letzte Kontrolle der Kanalpräparation

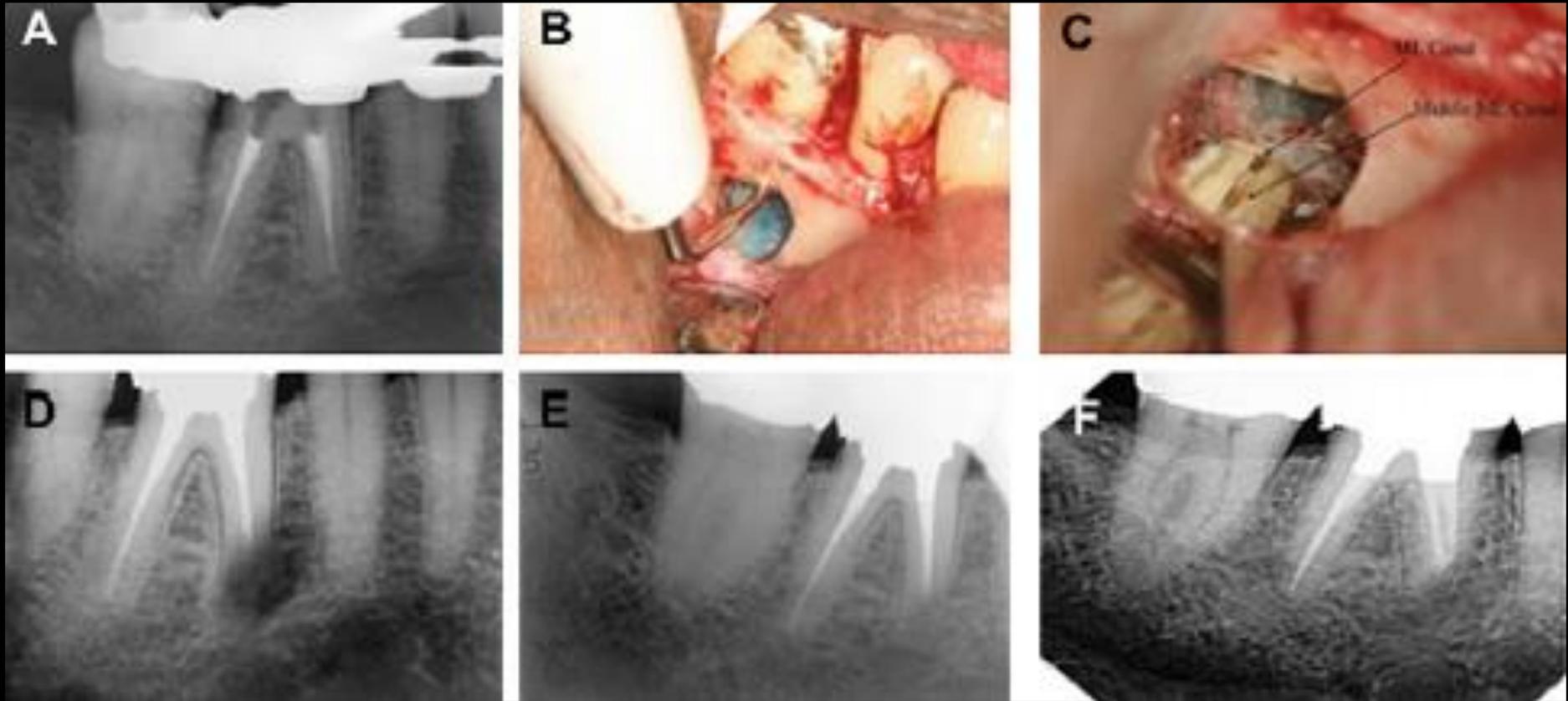
wenige Natriumhypochlorit ist deponiert in den Kanal und beobachtet unter hohen Magnifikation

Periradikulär Chirurgie

- retro Spiegel, Mikroskop-Winkelstücke, koaxial Ultraschall Präparation
- moderiert Abschrägung der Wurzelspitze, damit die Zahl der exponierter Dentinkanälchen und somit das Rezidivrisiko ist reduziert
- retrograde WKF



Periradikulär Chirurgie



Vorteile

- schattenfreie Ausleuchtung des Operationsfeldes
- variable Vergrößerung
- ständige Vergrößerung sämtlicher Therapieschritte
- erhöhte Präzision
- bessere Untersuchungs- und Behandlungsqualität
- aufrechte Sitzposition des Behandlers
- Dokumentation durch Video-/Fotokamera

Nachteile

- anfänglich hohe Kosten des Equipments und der Instrumenten
- der Bedarf für spezielle Ausbildung
 - eingeschränkt Operationsbereich: 11-55 mm
 - nur die Spitzen der Instrumenten sind sehbar, feine Bewegungen!
 - lernen Tiefeperzeption und Orientation erfordert Zeit und Geduld

Kosten versus Nutzen des Patientes

(-)

- Aufwand der Zeit und des Geldes
- anfänglich Lernprozess

(+)

- weniger Zeit
- bessere Sicht der Wurzelkanal-Anatomie
- komplizierte Fälle geworden weniger so unter dem Mikroskop
- die Verfahrensfehler kann man reduziert
- Flexibilität mit der Dokumentation

Take home message

- klinische Übung mit Operationsmikroskop... ist keiner Schick, trotz eine Notwendigkeit!
- wissen der Physik des Mikroskops – essentiell für die Wahl und Benutzung eines Operationsmikroskops

Literatur, Bilder

1. M Arnold: Das Dentalmikroskop – Grundlage für bewährte und neue Verfahren bei der Wurzelkanalbehandlung. Endodontie 2007; 16(2): 105-114
2. G Krastl, A Filippi: Optische Vergrößerungshilfen im Rahmen periradikulärer Chirurgie. Endodontie 2008; 17(2): 123-131
3. Gary B Carr, Carlos AF Murgel: The use of the operating microscope in endodontics. Dent Clin N Am 54 (2010) 191–214
4. K Syngcuk, S Baek: The microscope and endodontics. Dent Clin N Am 48 (2004) 11–18

