

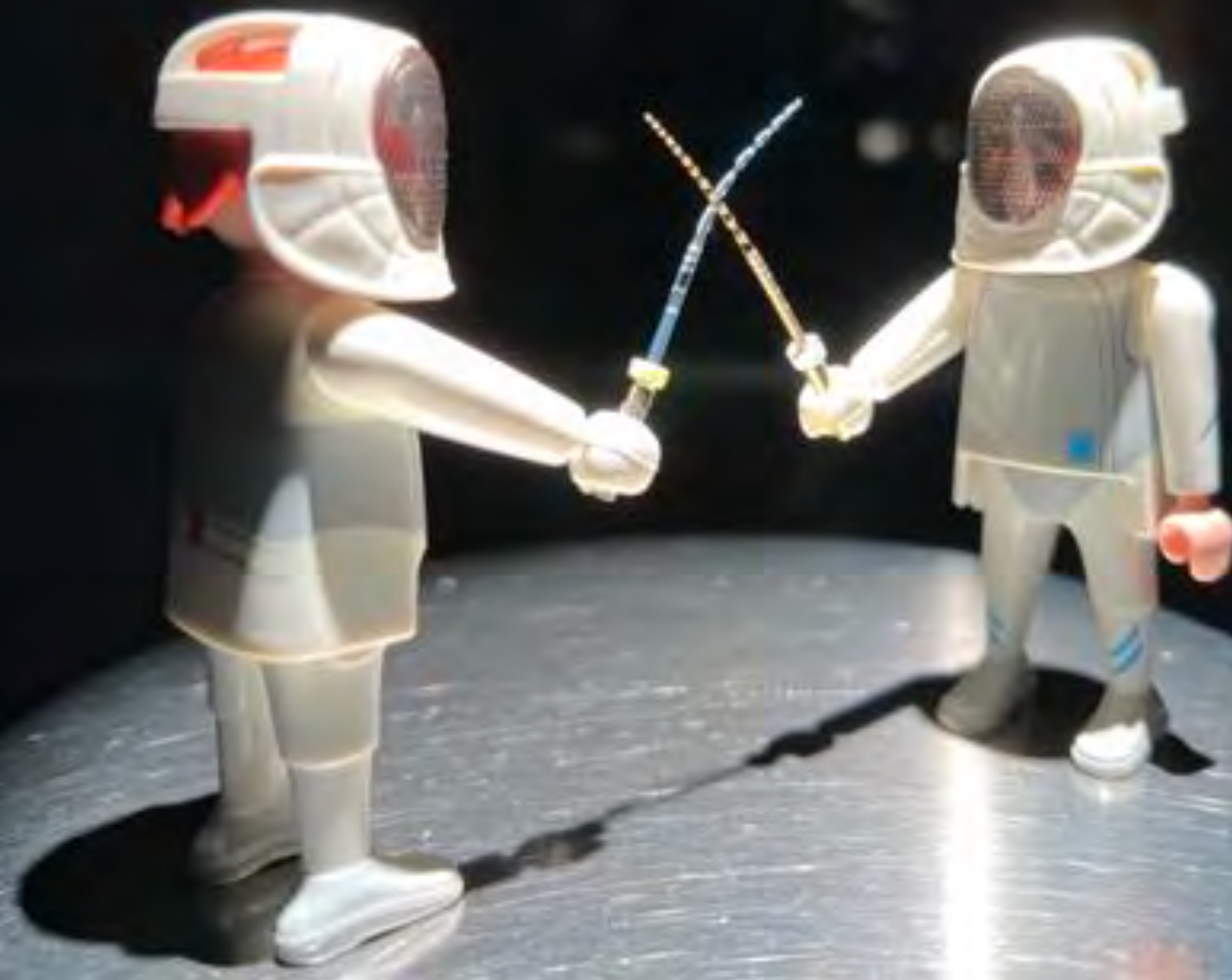


# Rotierend oder Reziprok?

Dr. Tom Schloss, M.Sc.

Master of Science in Endodontologie, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

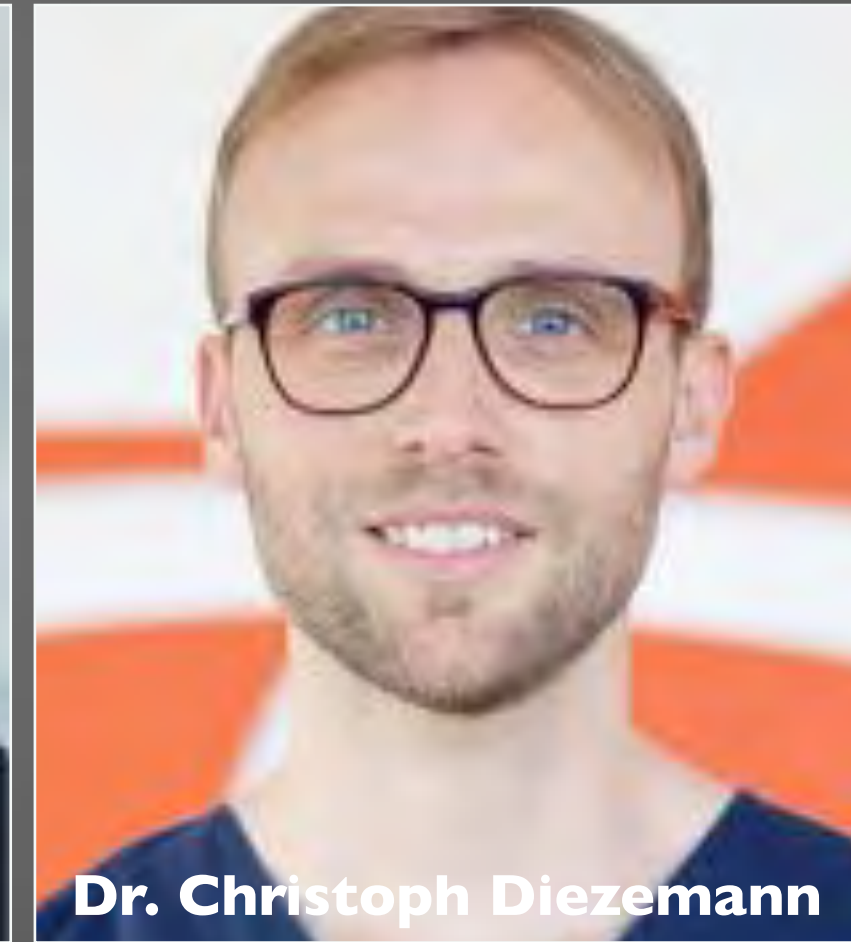
Adjunct Assistant Professor, Department of Endodontics, University of Pennsylvania







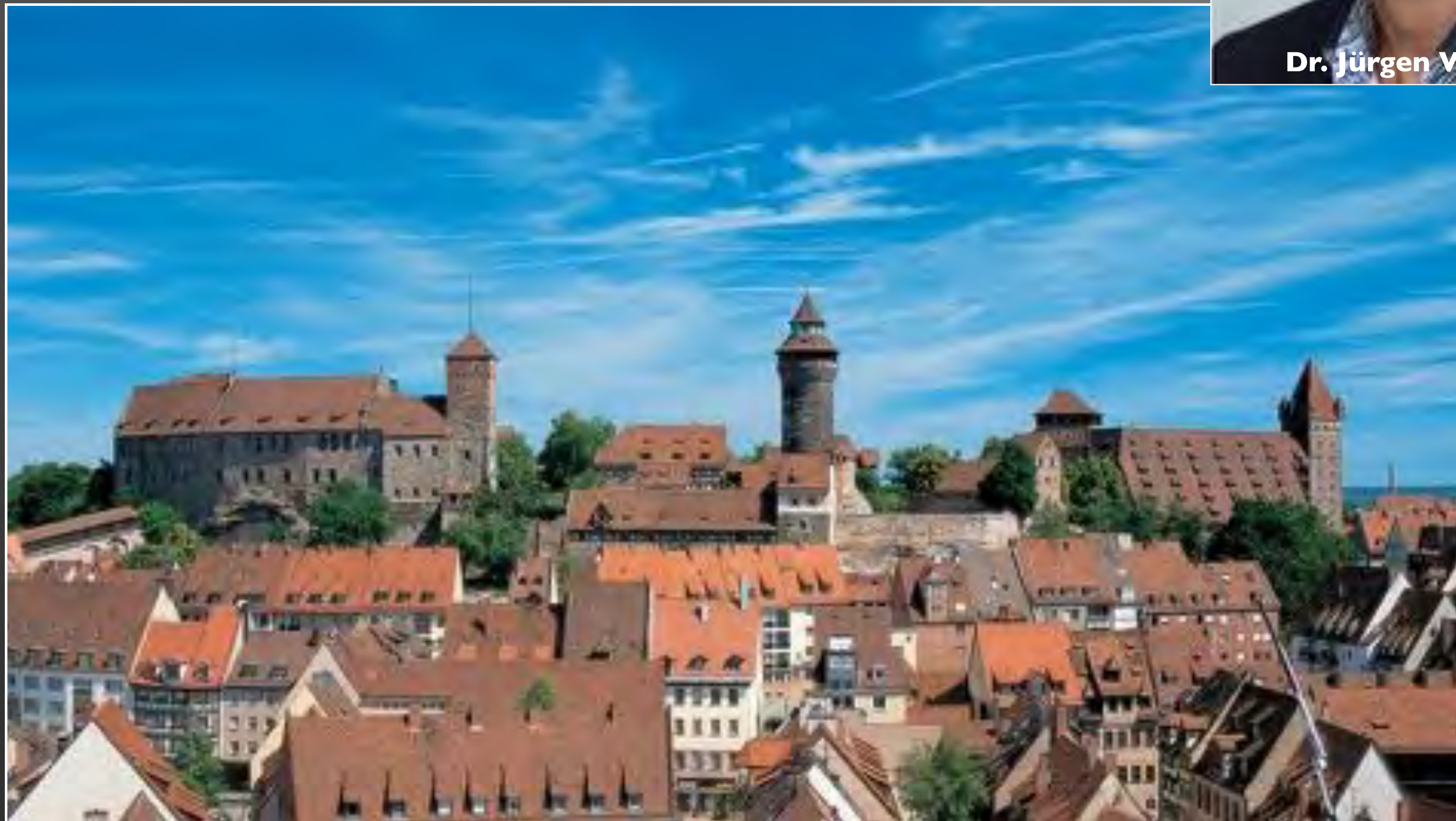
**Dr. Jürgen Wollner**



**Dr. Christoph Diezemann**



**Erik Kirchner**



*Nürnberg*



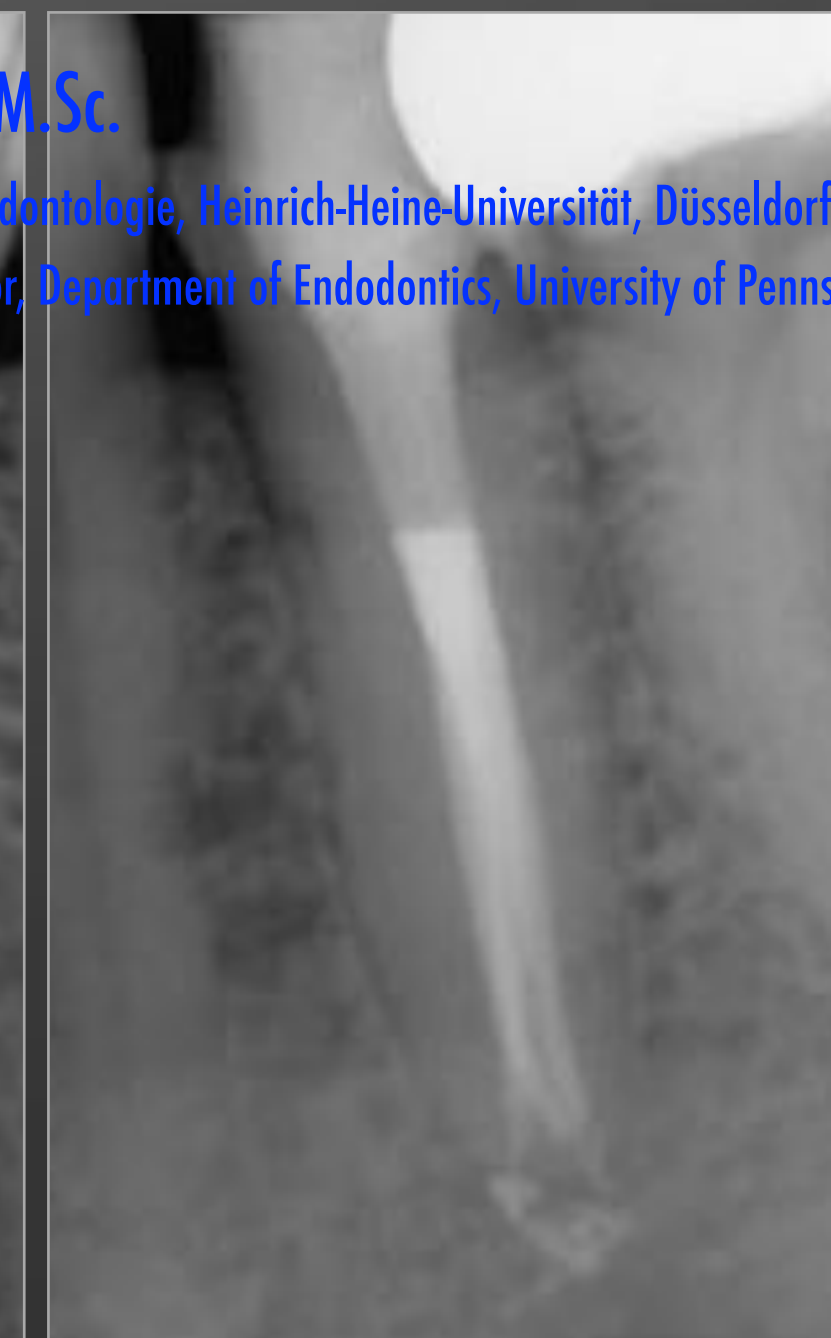








# Rotierend oder Reziprok?

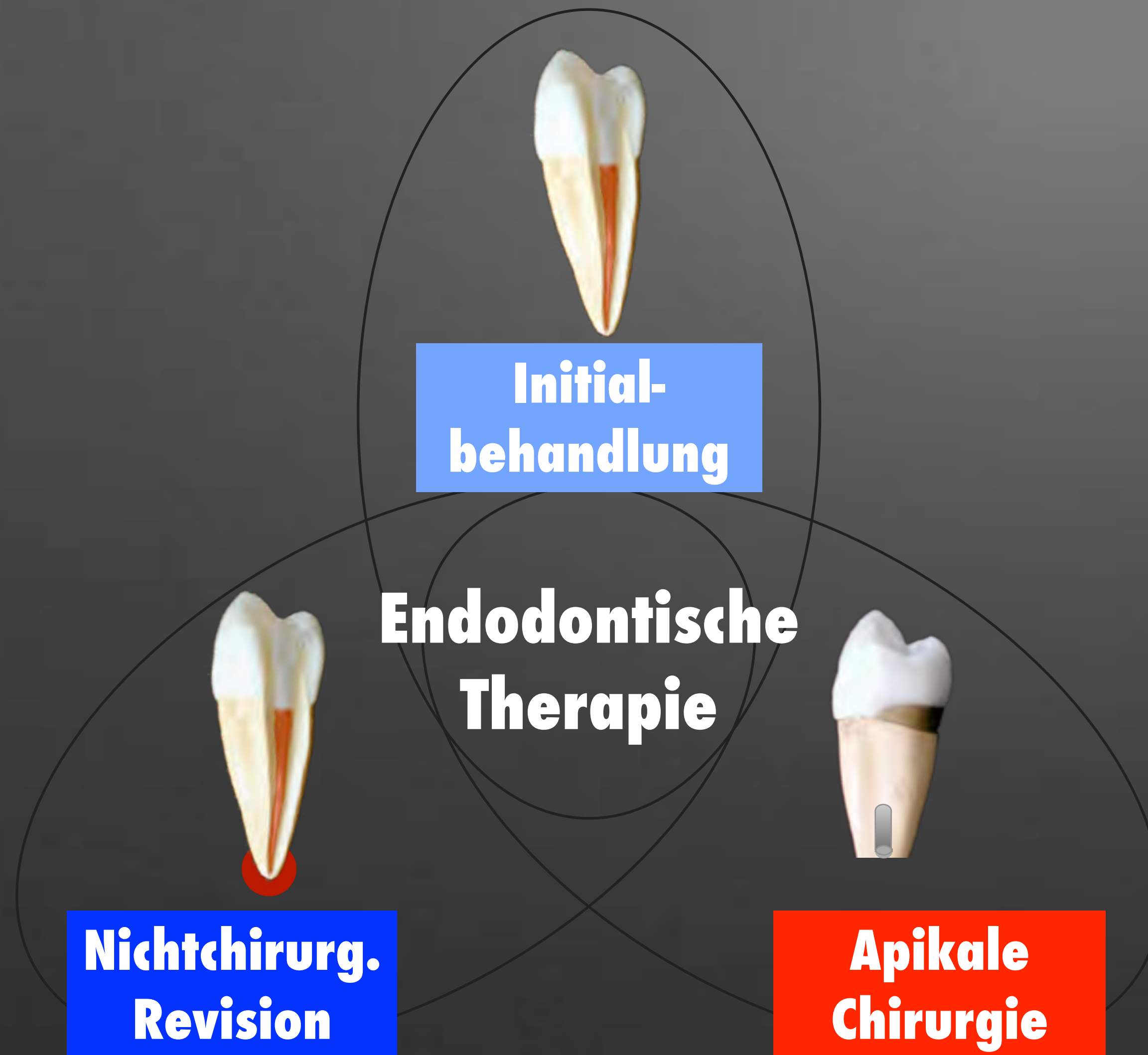


Dr. Tom Schloss, M.Sc.

Master of Science in Endodontologie, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

Adjunct Assistant Professor, Department of Endodontics, University of Pennsylvania

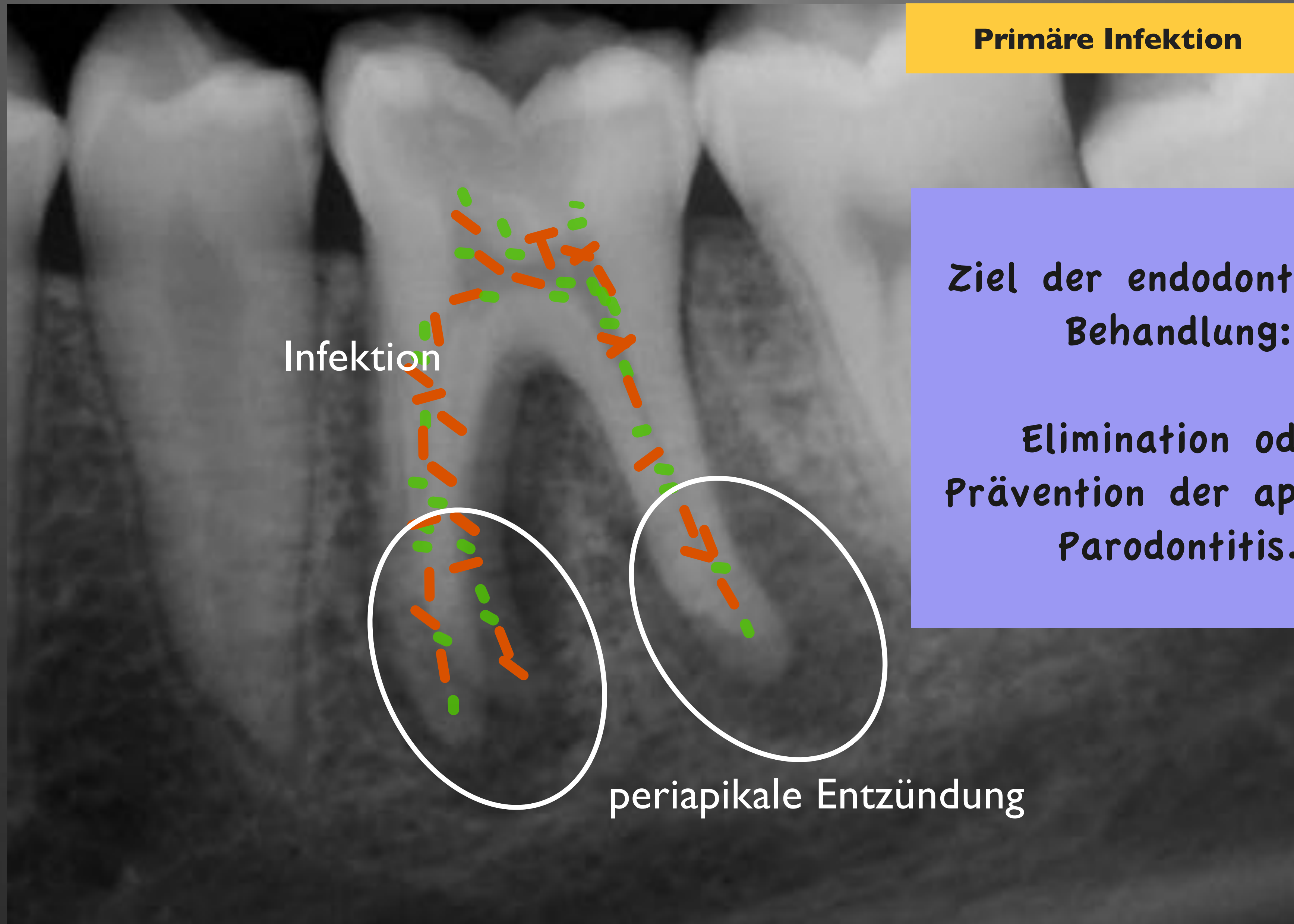
# Das Spektrum endodontischer Therapieoptionen



**Ziel der endodontischen  
Behandlung:**

**Elimination oder  
Prävention der apikalen  
Parodontitis.**

# **Problem:** Die Ätiologie der Apikalen Parodontitis



**Primäre Infektion**

**Ziel der endodontischen  
Behandlung:**

**Elimination oder  
Prävention der apikalen  
Parodontitis.**

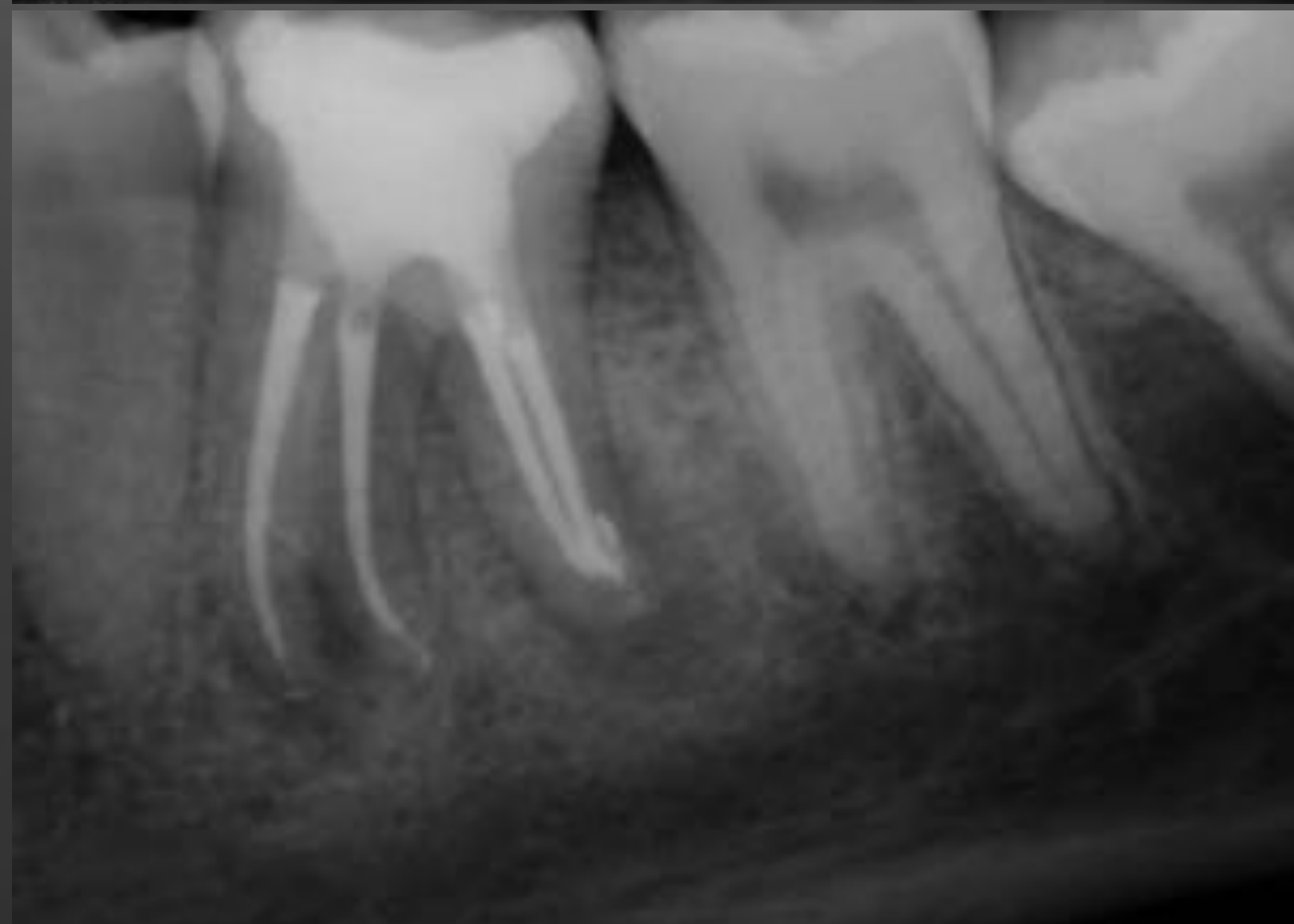
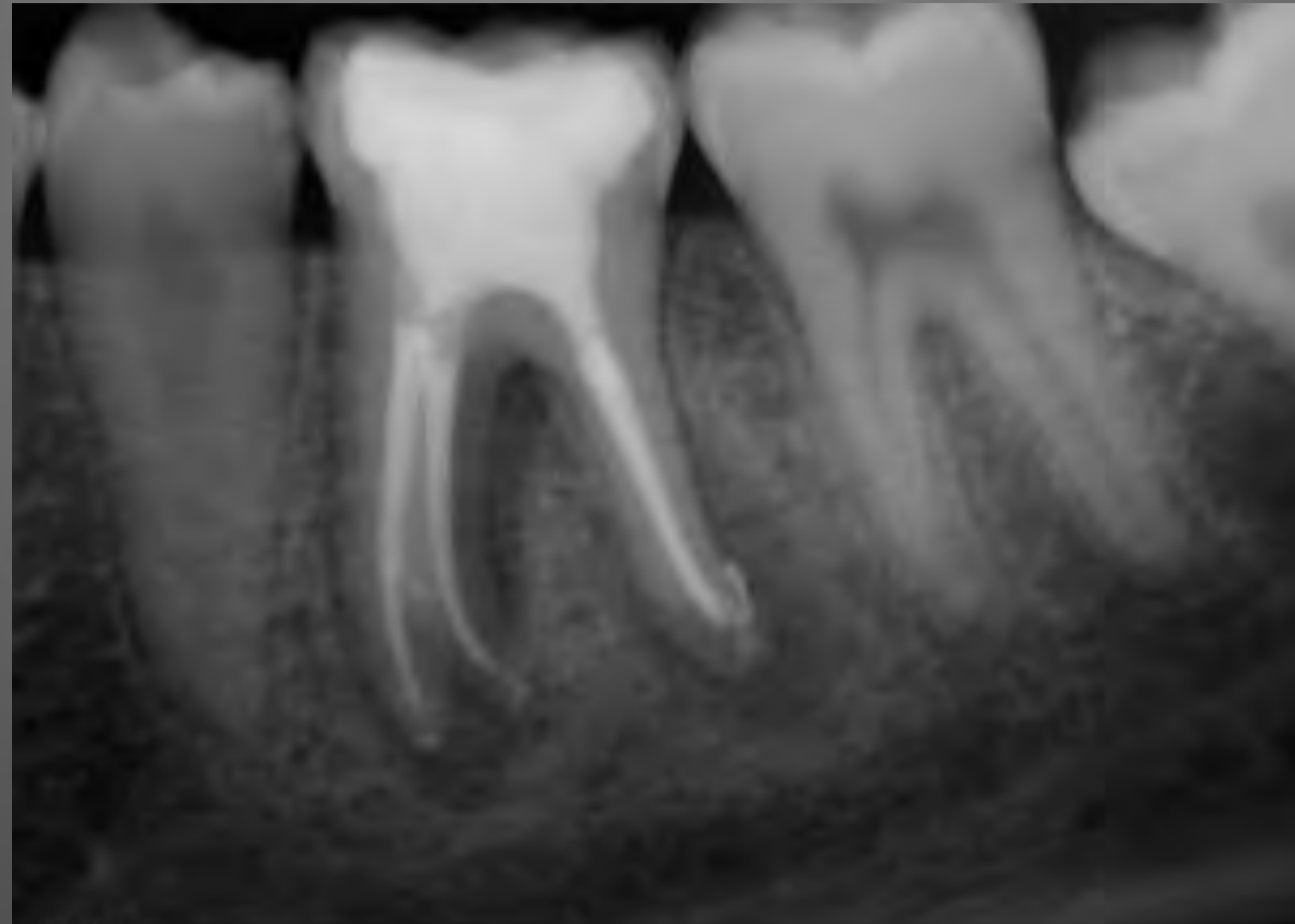


# **Problem:** Die Ätiologie der Apikalen Parodontitis



## **Initial- behandlung**

Caries profunda, infizierte Nekrose,  
chronisch apikaler Abszess (Fistel) =  
Paro-Endo-Läsion endodontischen  
Ursprungs



**15 Monate**

# **Etappen einer Wurzelkanalbehandlung**

Diagnose &  
Behandlungsplan

Postendodontische  
Restauration

Wurzelkanalfüllung

Irrigation &  
Medikamentöse Einlage

Wurzelkanal-  
instrumentierung

Arbeitslängen-  
bestimmung

Präendodontischer  
Aufbau & Zugangskavität



# Komplexität des Wurzelkanalsystems



Hess 1925



Paqué 2017



# Vertucci's Klassifikation



Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984



# Komplexität des Wurzelkanalsystems

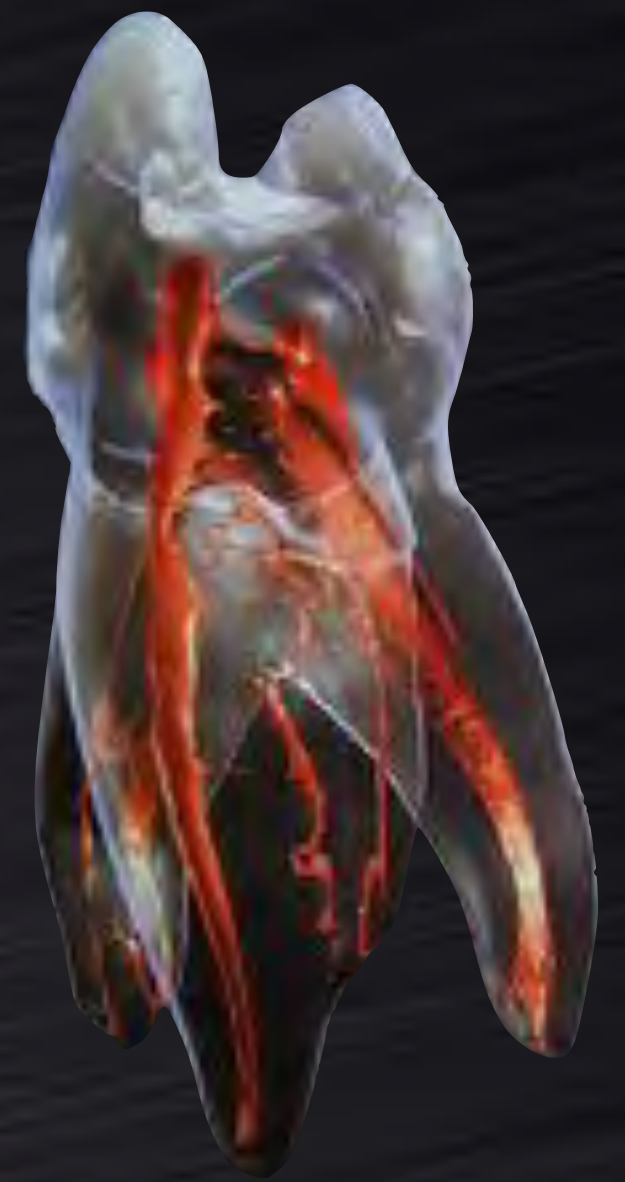


Während der Wurzelkanalpräparation sollen Geweberückstände und **Bakterien** eliminiert werden, sowie die Formgebung für die anschließende Wurzelkanalfüllung erfolgen. Gleichzeitig soll die **Zahnstruktur** bewahrt und die originale **Kanalform** beibehalten werden<sup>10</sup>.

Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation--Part I. Concepts for variably tapered shaping instruments. Int Endod J 2000



# Komplexität des Wurzelkanalsystems



Der Wurzelkanal weist vom Kanaleingang bis zum Foramen apicale eine konische Form auf. Der initiale Querschnitt eines nicht instrumentierten Kanals beträgt im apikalen Abschnitt 0,25 bis 0,35 mm, was den ISO-Größen 25 bis 30 entspricht.

Schäfer E, Hülsmann M. Probleme in der Endodontie. Berlin: Quintessenz Verlag, 2007.

Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endodontic Topics 2005;10:3-29.

Reis und Sonntag. Die Bedeutung des Tapers für Präparation, Desinfektion, Obturation und Rissbildung. Endodontie 2019, Quintessenz Verlag



mandibular  
molar

area

min. diameter

max. diameter

## Basic Research—Biology

# Apical Constriction: Location and Dimensions in Molars— A Micro-Computed Tomography Study

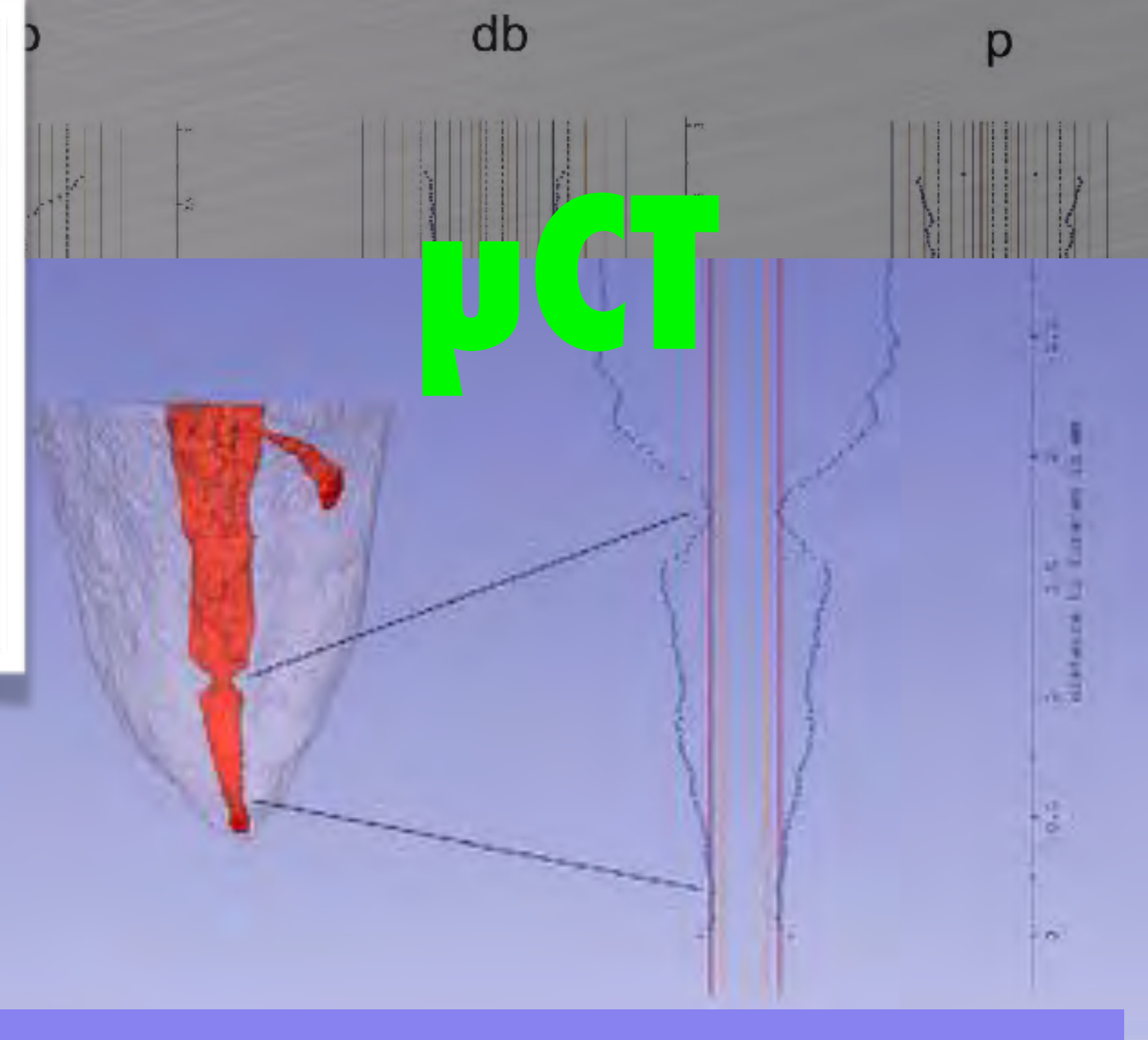
*Asbruf ELAyouti, Dr med dent,<sup>a</sup> Maren Hülber-J, Dr med dent,<sup>a</sup>  
Martin S. Judenbofer, Dr Dipl-Ing (FH), PbD,<sup>b</sup> Thomas Conneri, Dr med dent,<sup>a</sup>  
Julia G. Mannhelm, Dipl-Ing (FH),<sup>c</sup> Claus Löst, Prof Dr med dent,<sup>a</sup>  
Bernd J. Pichler, Prof Dr rer nat,<sup>d</sup> and Christiane von Oble, Dr med dent<sup>a</sup>*

JOE 2014

*Journal of Endodontics 2014*

- 90 Molaren UK u. OK, 271 Kanäle, drei Altersgruppen
- Analyse von 25093  $\mu$ CT- Schnitte, 88 Parameter. wichtigste: WK-Fläche und  $\emptyset$
- Relation zu ISO-Instrumentengrößen

Bestimmung der **apikalen Konstriktion** in Relation zum Foramen apicale:  
Lage, Ausdehnung, Größe ( $\emptyset$  min/max) Form





## Apical Constriction: Location and Dimensions in Molars— A Micro-Computed Tomography Study

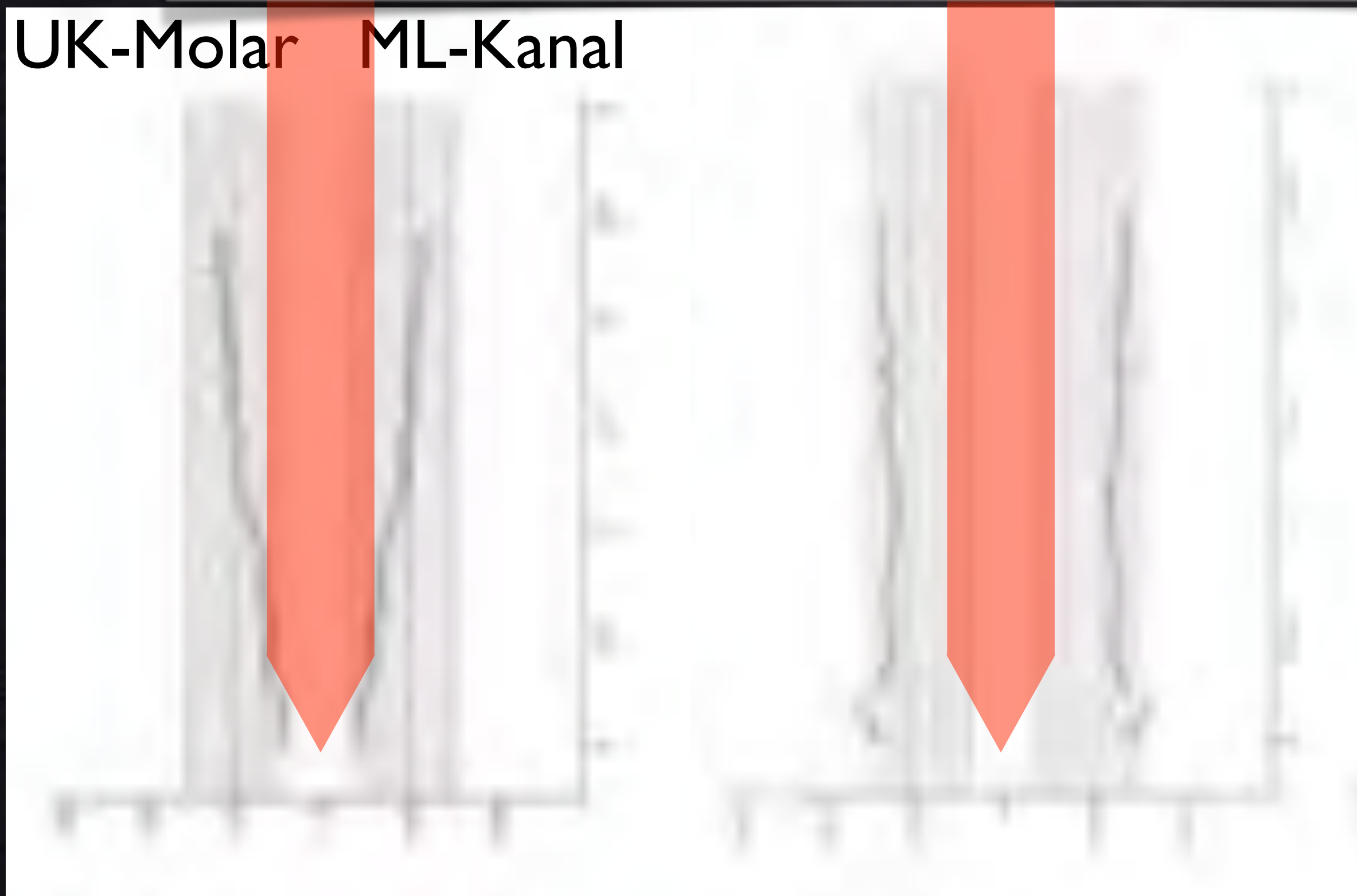
*Asbruf ELayouti, Dr med dent,<sup>a</sup> Maren Hülber-J, Dr med dent,<sup>a</sup>  
Martin S. Judenbofer, Dr Dipl-Ing (FH), PbD,<sup>1</sup> Thomas Conneri, Dr med dent,<sup>a</sup>  
Julia G. Mannheim, Dipl-Ing (FH),<sup>1</sup> Claus Löst, Prof Dr med dent,<sup>a</sup>  
Bernd J. Pichler, Prof Dr rer nat,<sup>1</sup> and Christiane von Oble, Dr med dent<sup>a</sup>*

JOE 2014

$\mu$ CT

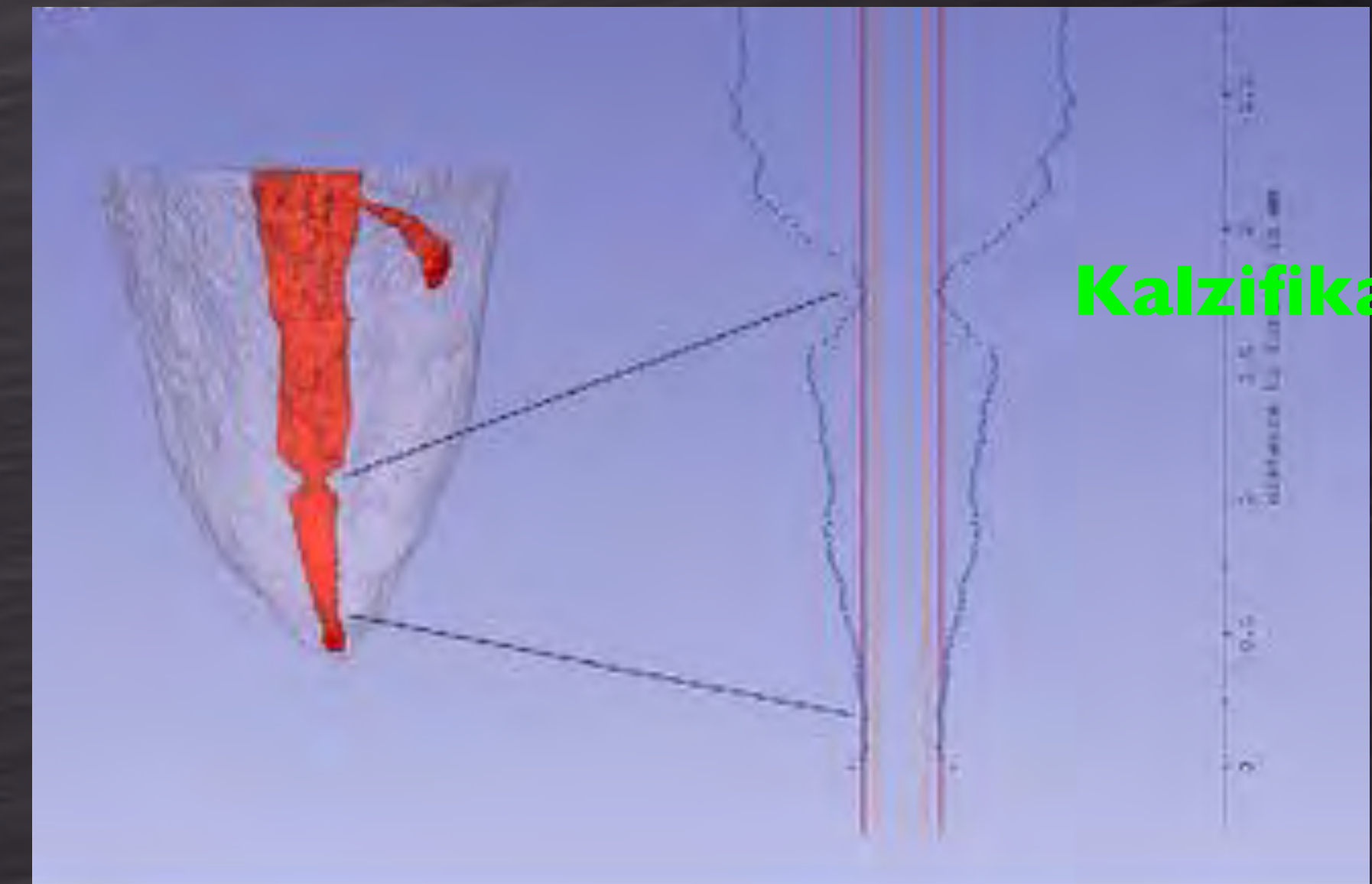


UK-Molar ML-Kanal



Ø min

Ø max



Kalzifikation



## Apical Constriction: Location and Dimensions in Molars— A Micro-Computed Tomography Study

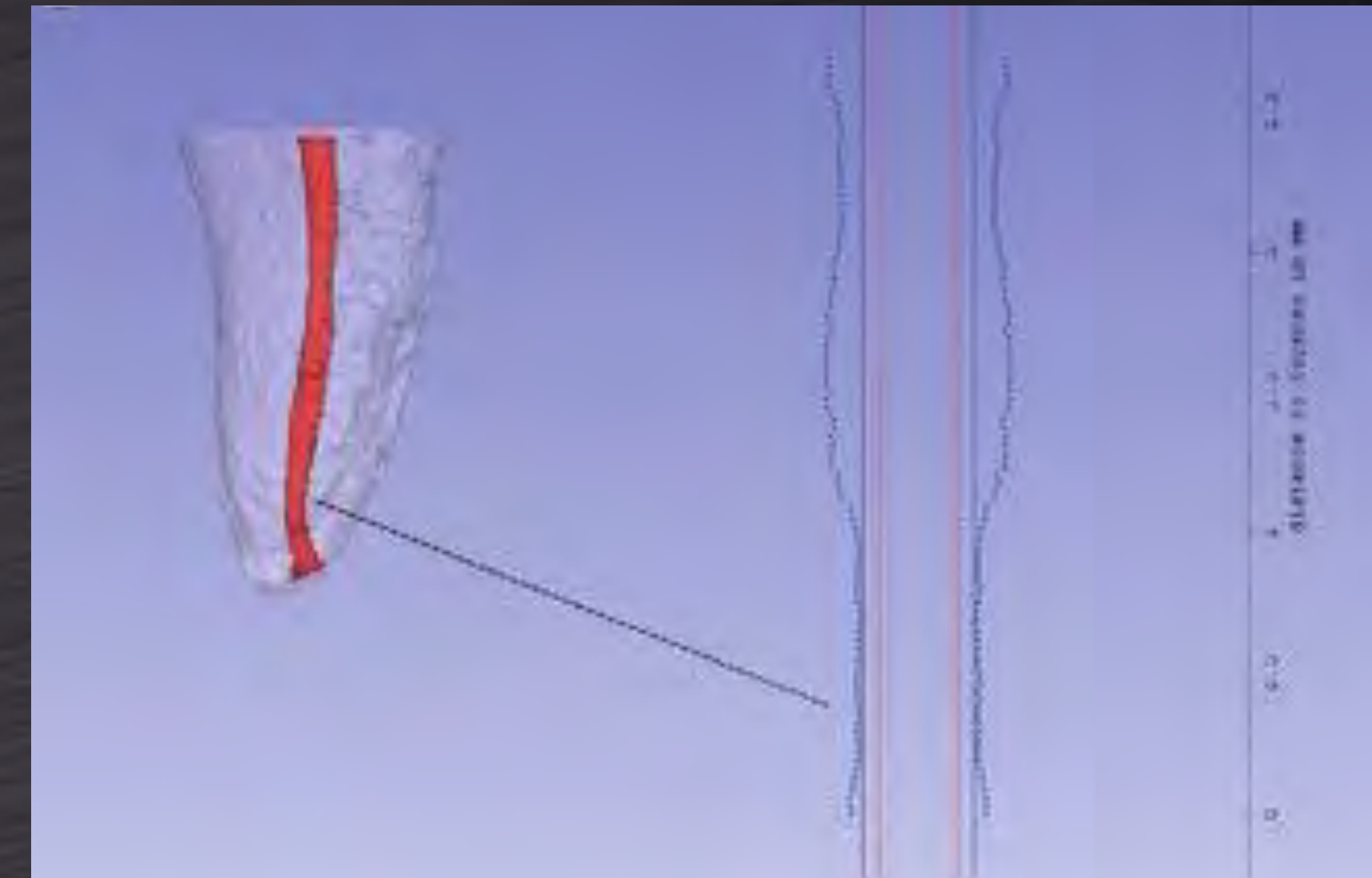
*Asraf ElAyouti, Dr med dent,<sup>1</sup> Maren Hülber-J, Dr med dent,<sup>2</sup>  
Martin S. Judenbofer, Dr Dipl-Ing (FH), PhD,<sup>3</sup> Thomas Conneri, Dr med dent,<sup>4</sup>  
Julia G. Mannheim, Dipl-Ing (FH),<sup>5</sup> Claus Löst, Prof Dr med dent,<sup>6</sup>  
Bernd J. Pichler, Prof Dr rer nat,<sup>7</sup> and Christiane von Oble, Dr med dent<sup>8</sup>*

JOE 2014

**μCT**

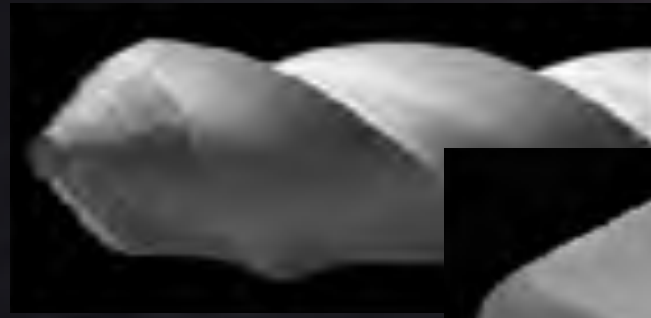
## Apikale Konstriktion

- immer vorhanden
- 0,2 mm mittlerer Abstand zum Foramen
- parallele Form am häufigsten, klassische „Sanduhr“ nur 10%
- $\varnothing \sim$  ISO #30, bei jüngeren Patienten deutlich größer

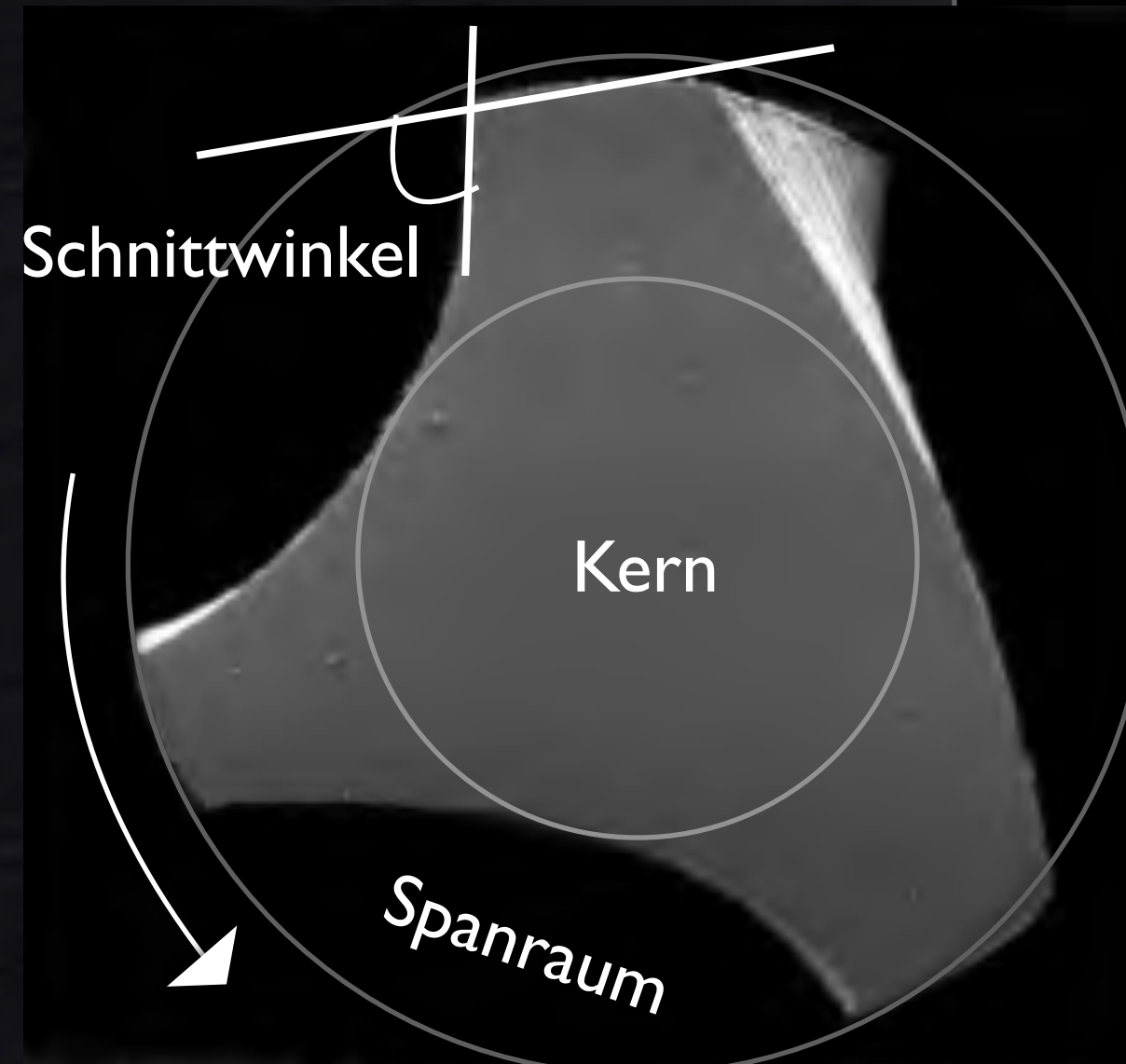




# Maschinell rotierende NiTi-Instrumente



passive tip



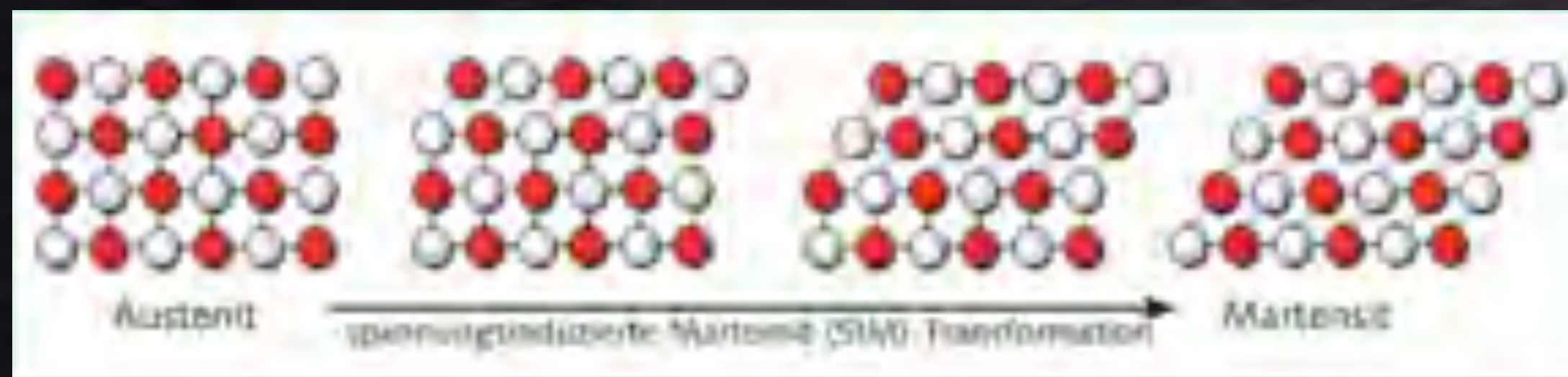
Profile 1993



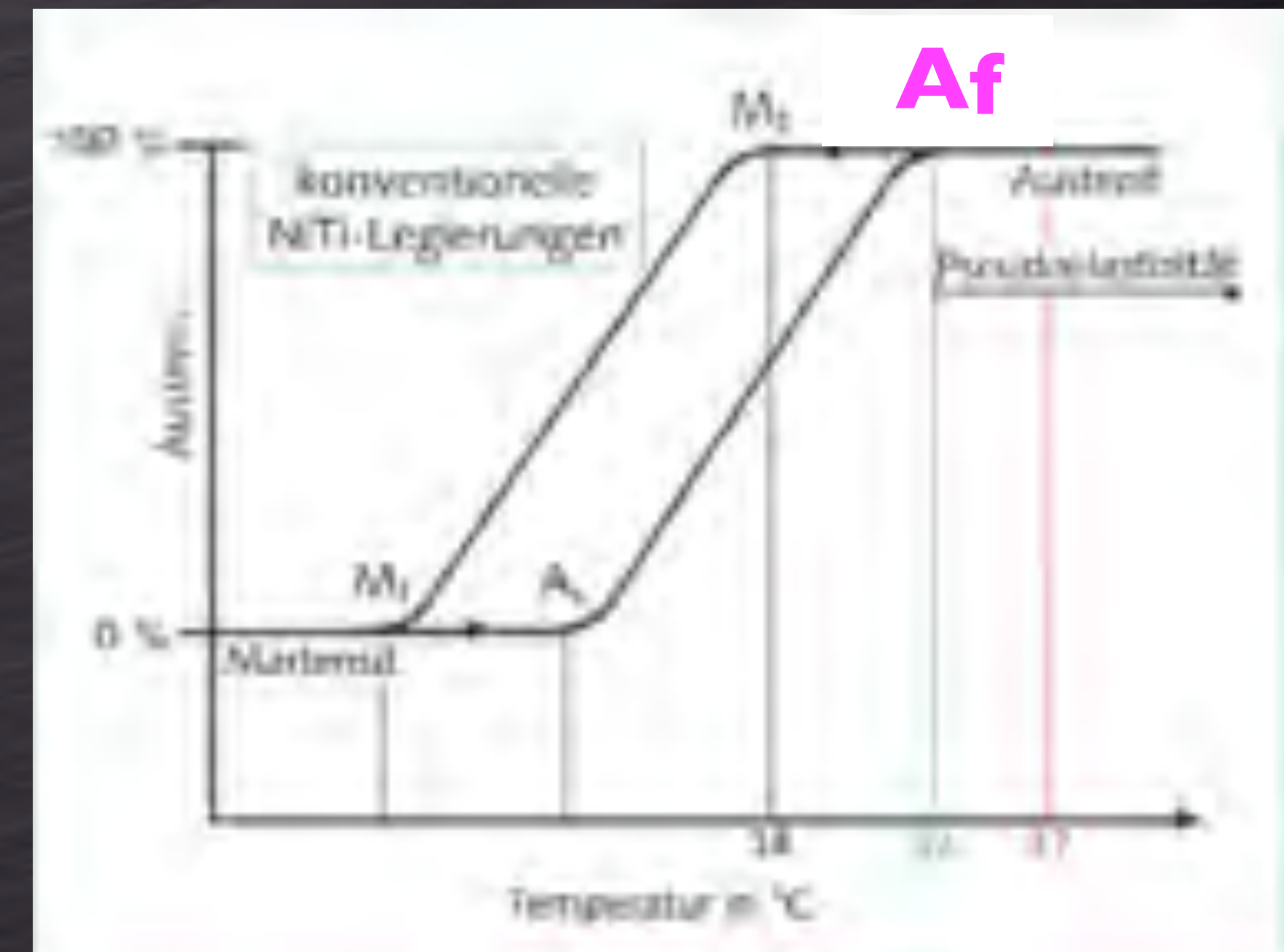


# Konventionelle NiTi-Legierungen

- **Nitinol** = **N**ickel, **T**itanium, **N**aval **O**rdnance **L**aboratory (White Oak, MD, USA)
- **56 m% Nickel / 44 m% Titan**
- **Austenit-Finish-Temperatur  $A_f \approx \text{Raumtemperatur}$**  > konventionelle NiTi-Instrumente aus **Austenit**
- **Pesudoelastizität** (Superelastizität:) Martensitischer Phasenübergang mechanisch induziert = Spannungsinduzierte Martensit (SIM) Transformation. Entlastung des NiTi-Instruments > Rückwandlung in die Austenit-Phase
- **Formgedächtnisverhalten** („Shape-Memory“-Effekt): Martensitischer Phasenübergang thermisch induziert
- **gefräste NiTi-Instrumente**
- **erhöhte Flexibilität** gegenüber Edelmetallinstrumenten
- **zentrierte Präparation** > weniger Instrumentierungsfehler



elastische spannungsinduzierte Martensit (SIM) Transformation

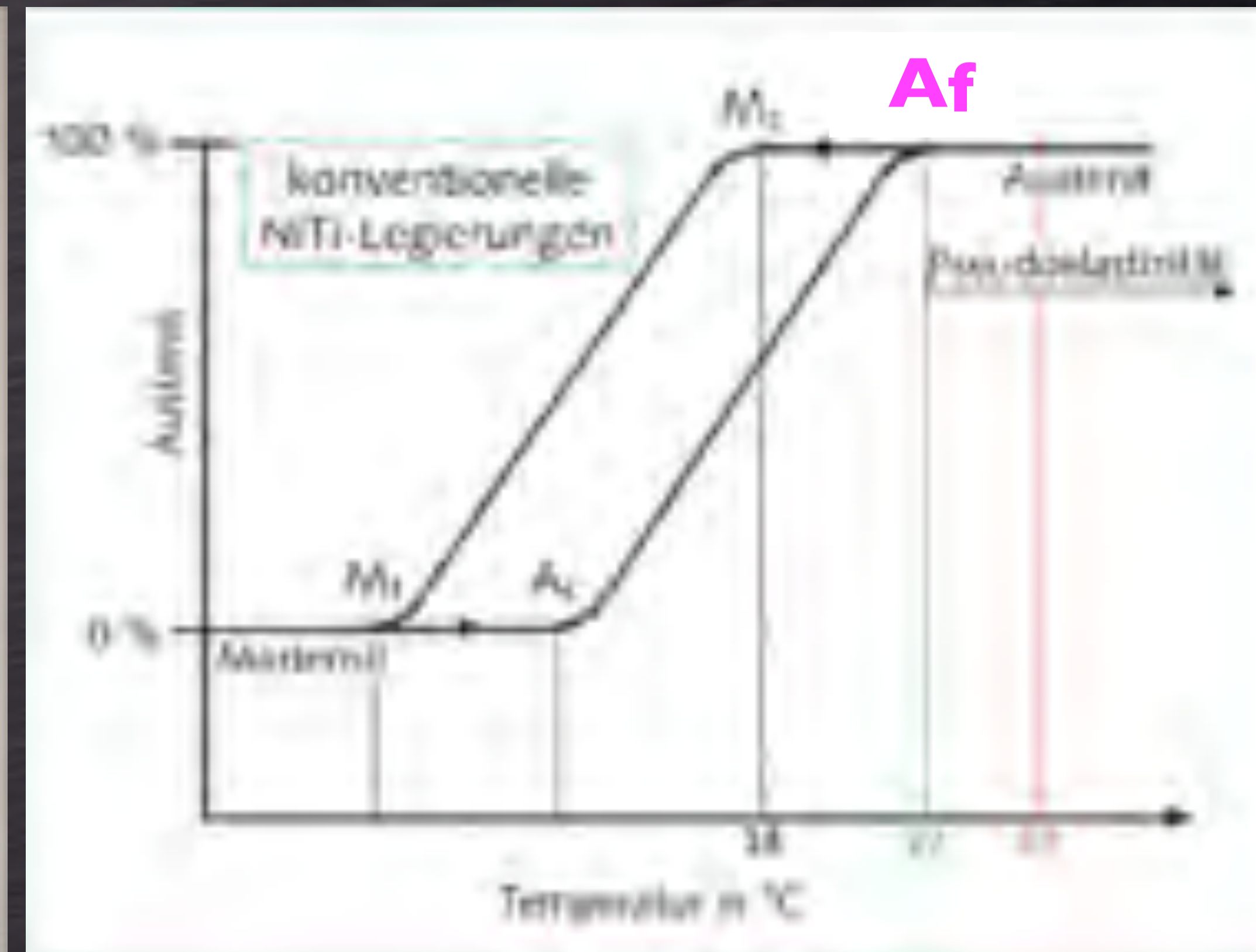


Temperaturhysteresediagramm - konventionelle NiTi-Legierung  
Austenit-Finish-Temperatur ( $A_f$ )



# Konventionelle NiTi-Legierungen

**Formgedächtnisverhalten** („Shape-Memory“-Effekt): thermisch induzierter martensitischer Phasenübergang



Temperaturhysteresediagramm - konventionelle NiTi-Legierung  
Austenit-Finish-Temperatur (A<sub>f</sub>)

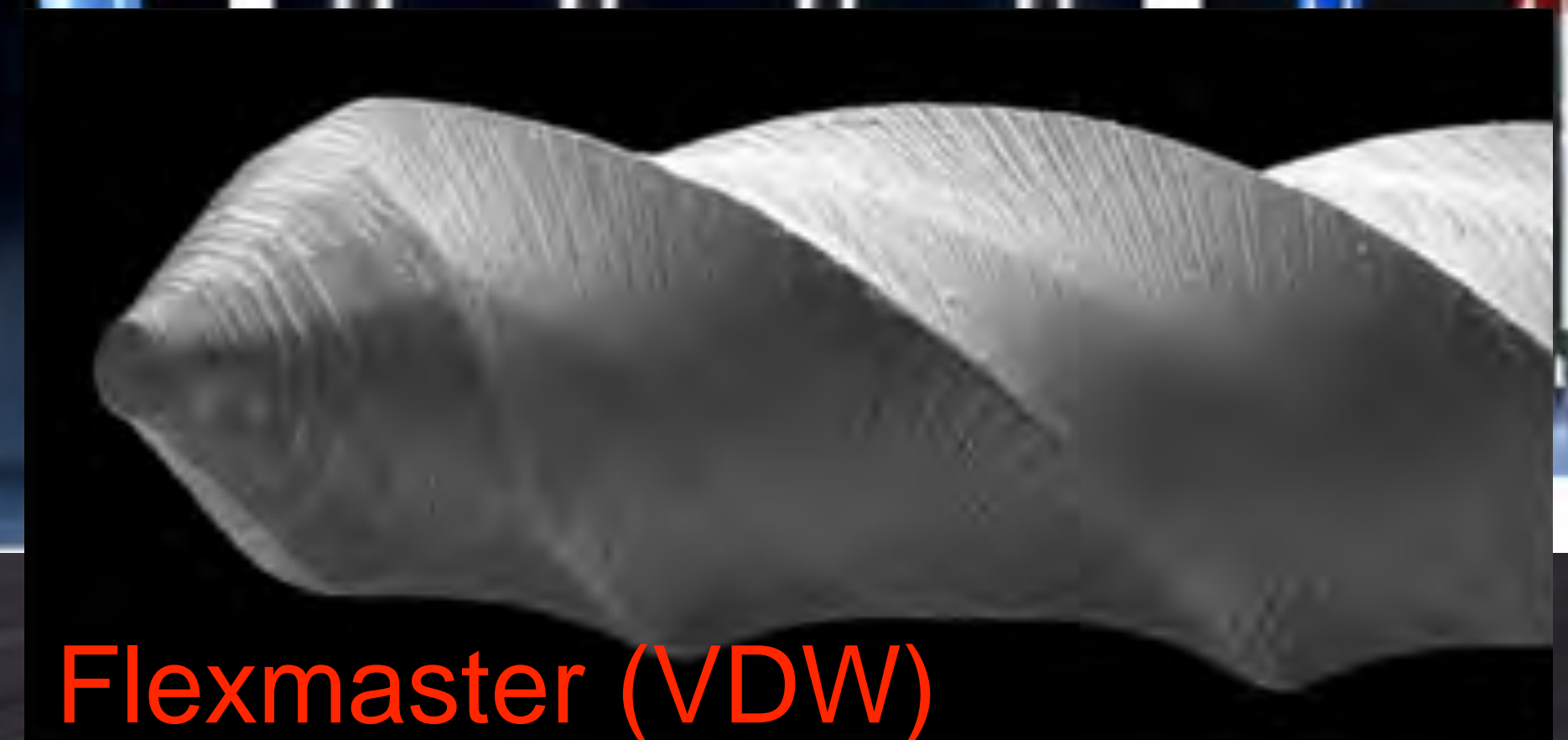
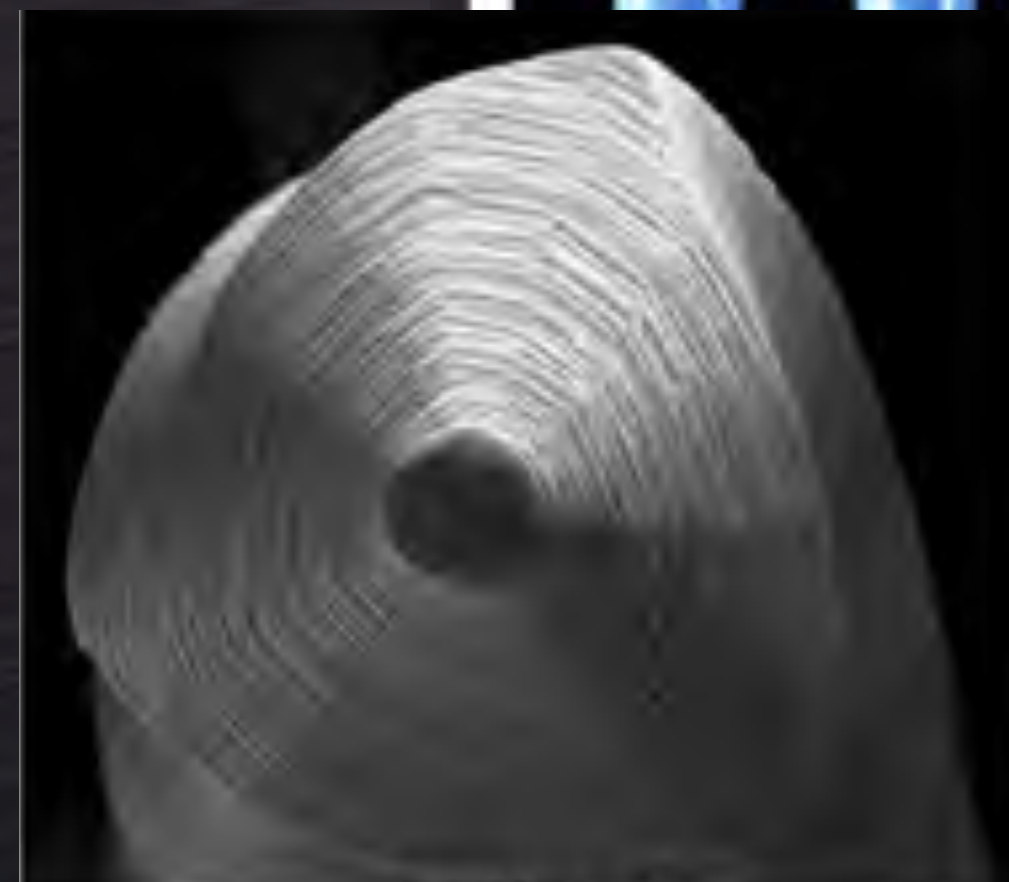
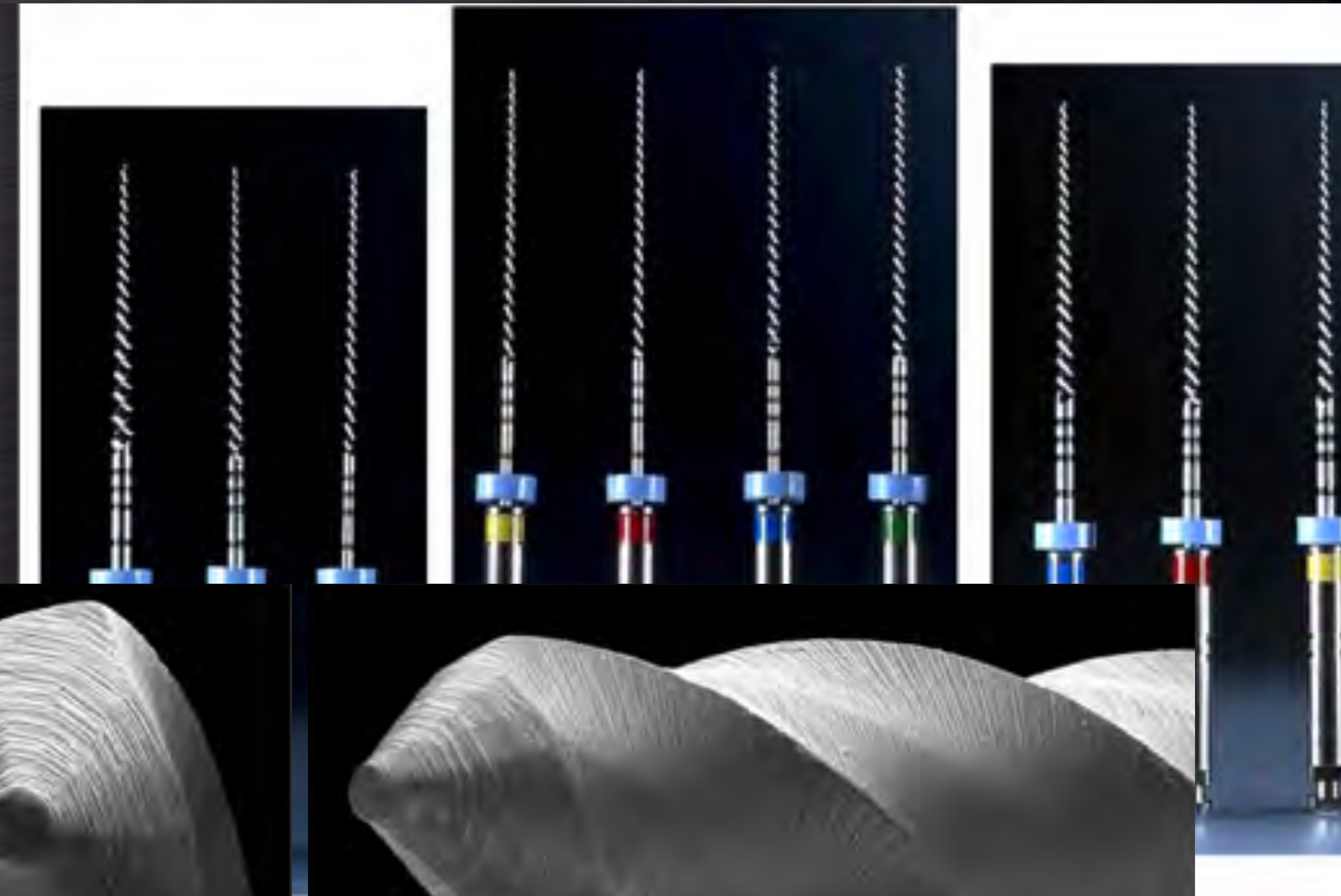


# Konventionelle NiTi-Legierungen

## 1. Generation

symmetrisch + lineare Konizität

- 1993 Profile
- 1996 Quantec
- 1998 Great Taper
- 1999 642 Hero
- 2000 Flexmaster



Flexmaster (VDW)



# Konventionelle NiTi-Legierungen

## 2. Generation

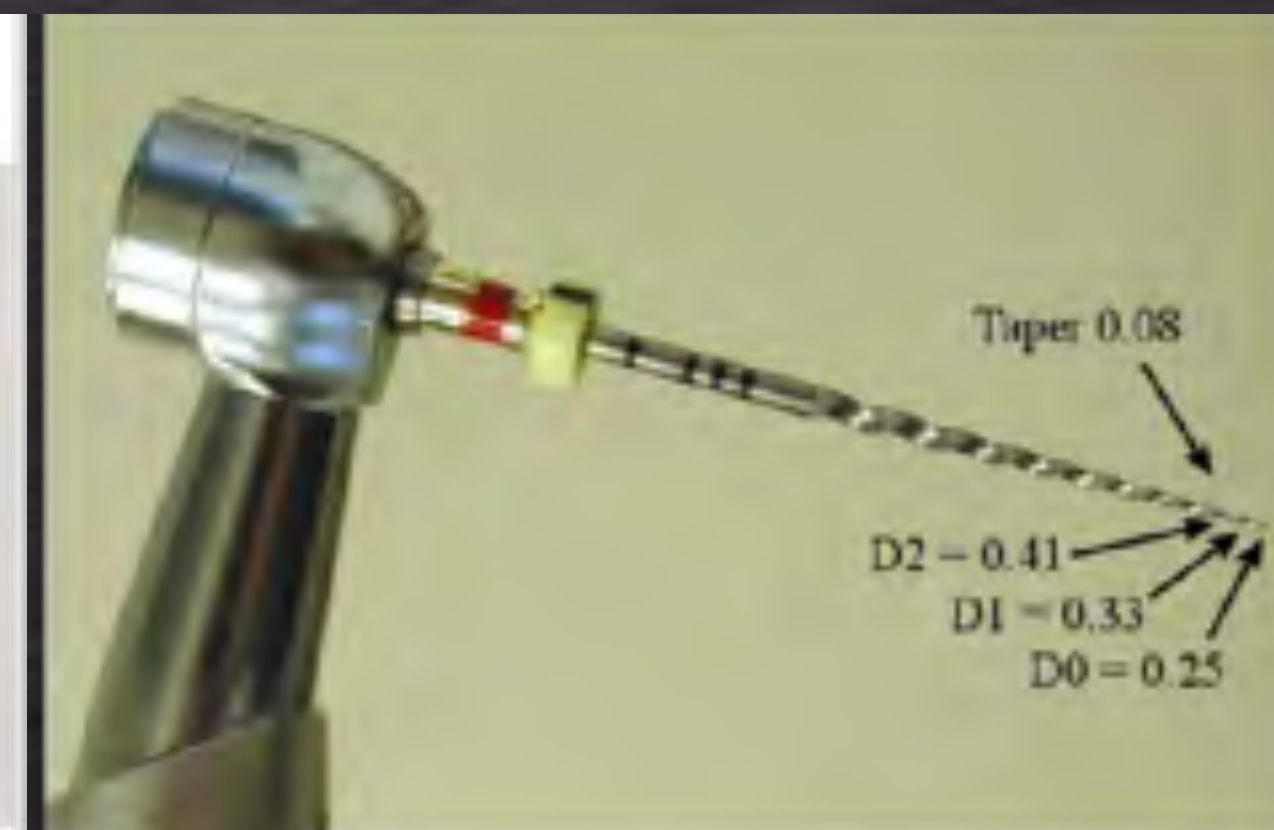
asymmetrisch  $\pm$  nicht lineare Konizität)

- 1999 RaCe
- 2000 ProTaper
- 2001 K3
- 2002 Hero Shaper
- 2009 RevoS



### Elektropolitur

Oberflächenveredelung gefräster NiTi-Instrumente, um die durch den Fräsvorgang entstandenen Defekte und Restspannungen zu entfernen. Hierdurch sollen die Bruchfestigkeit, Schneideffizienz und Korrosionsbeständigkeit der gefrästen NiTi-Instrumente verbessert werden



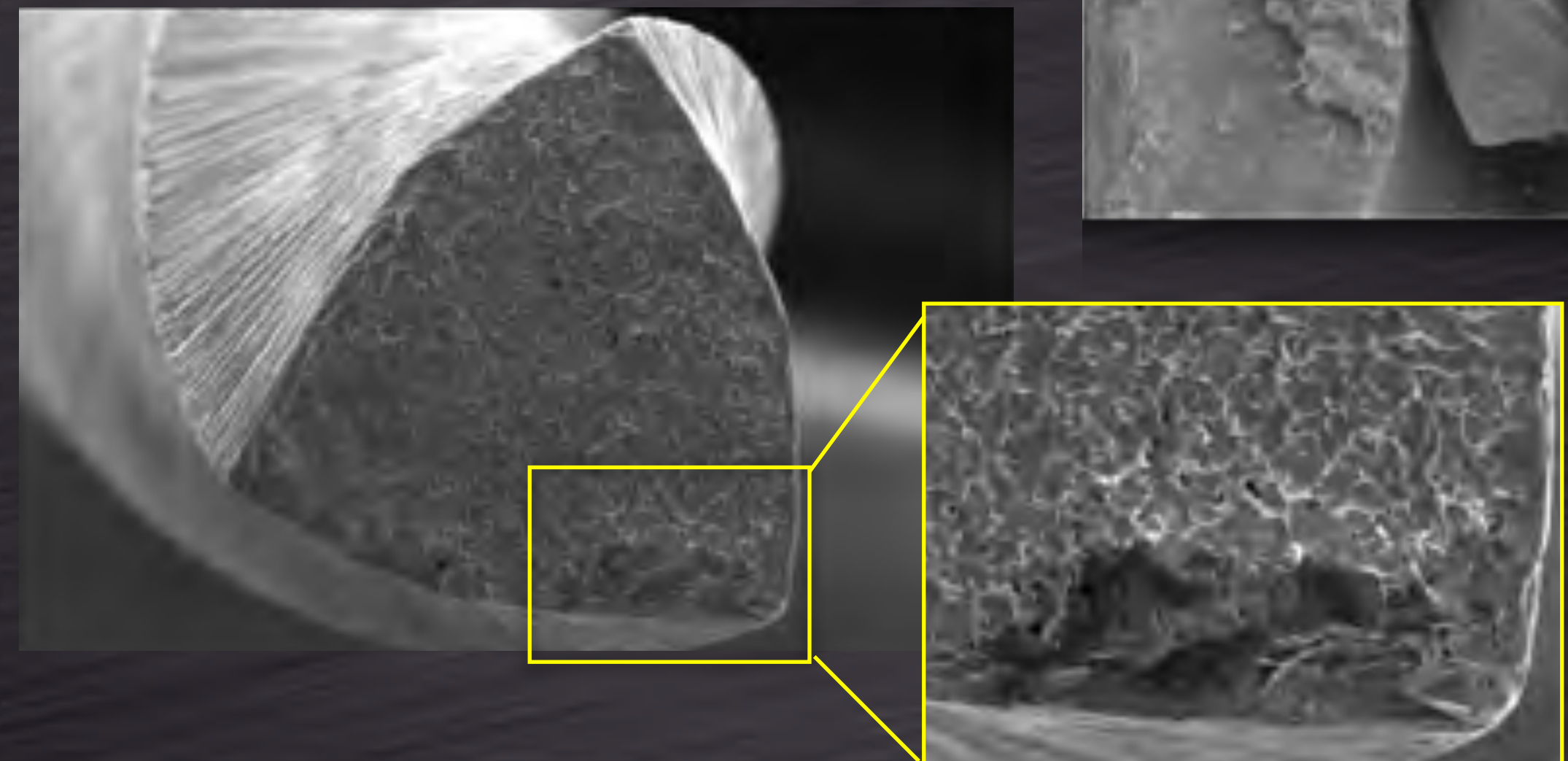
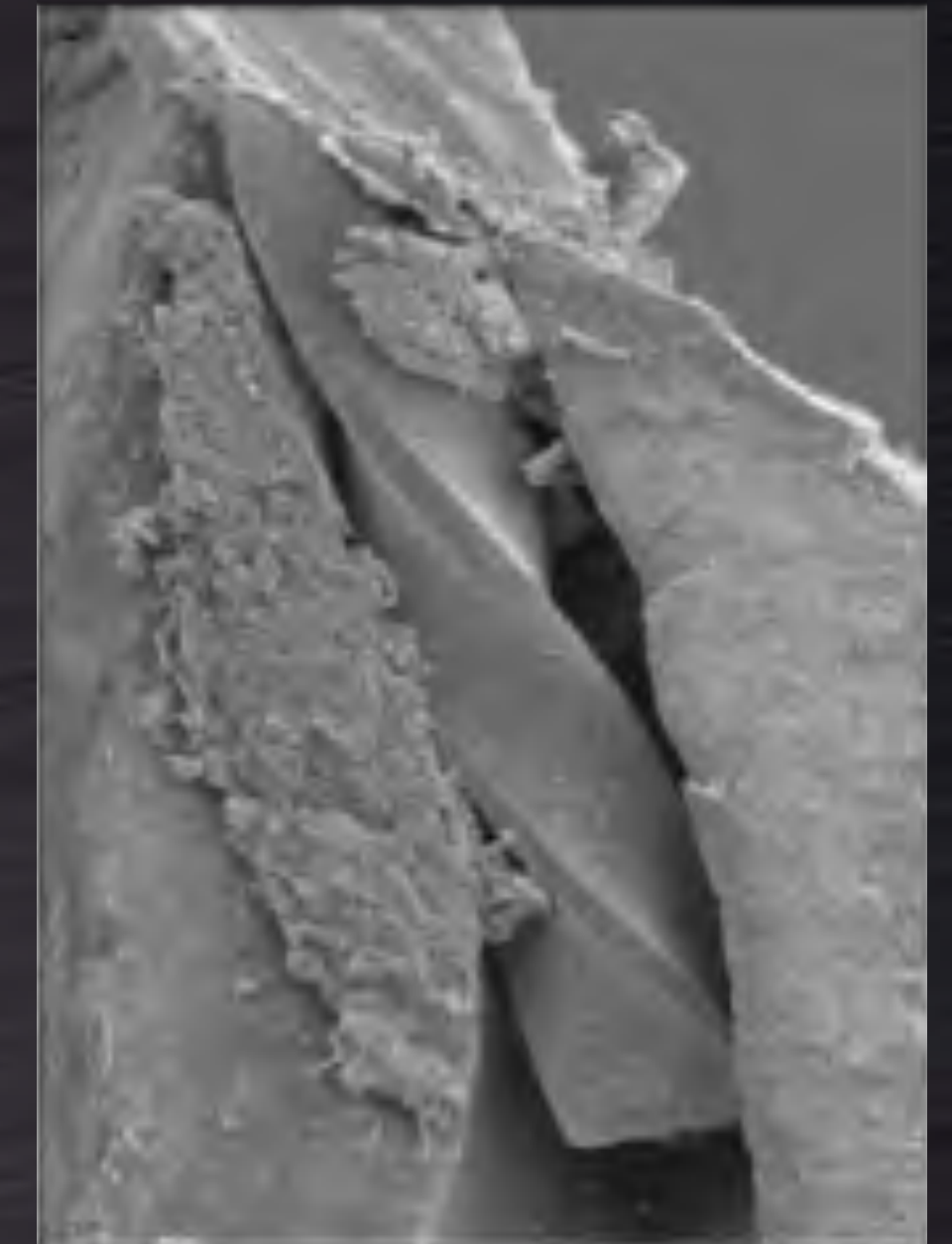


# Konventionelle NiTi-Legierungen

## Die zyklische Biegeermüdung - cyclic fatigue

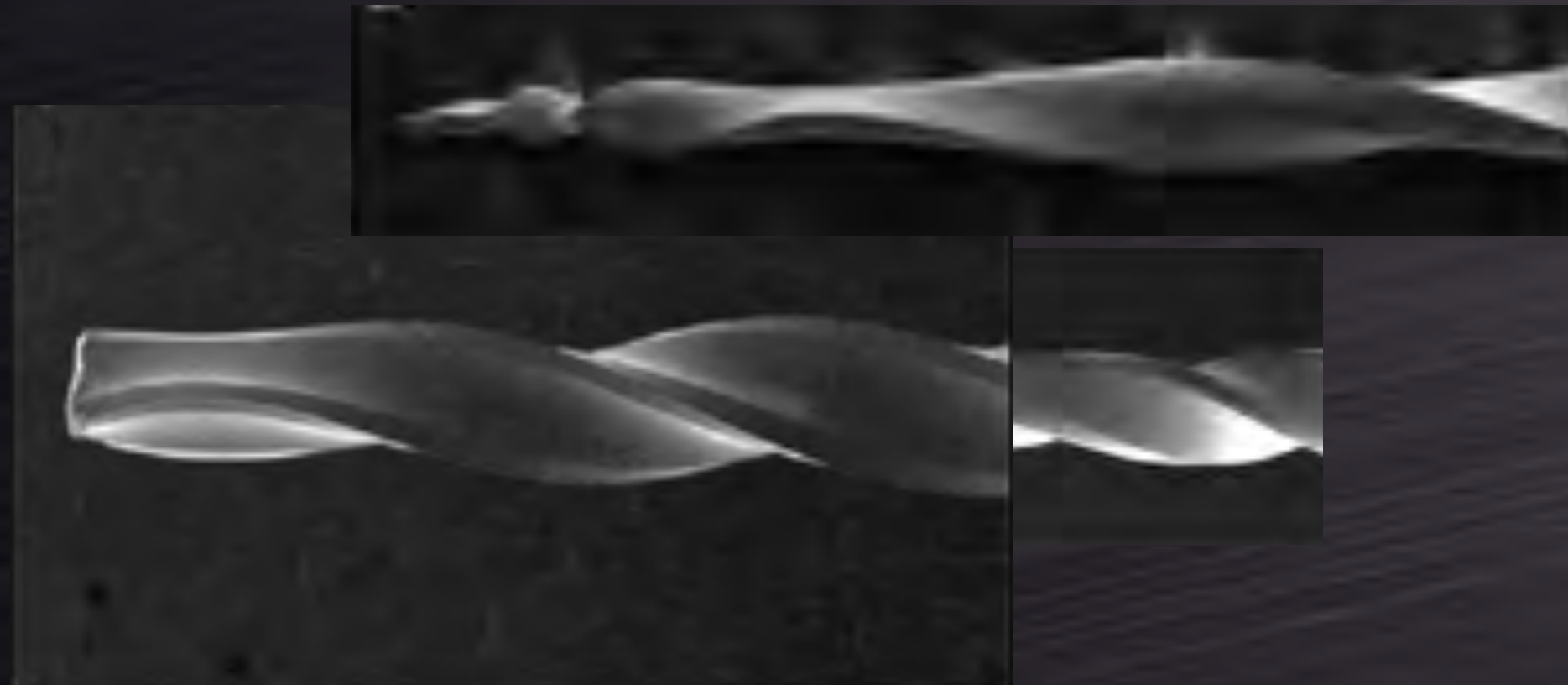
ist das Resultat einer abwechselnden longitudinalen Zug-Druck-Belastung auf das NiTi-Instrument während der Rotation in gekrümmten Wurzelkanälen. Diese führt sukzessiv zu makroskopisch nicht sichtbaren Defekten in der Kristallgitterstruktur und letztlich zur plötzlichen Fraktur des NiTi-Instruments.

- ▶ Einweginstrumente oder nur wenige Anwendungen
- ▶ Modernes Instrumentensystem



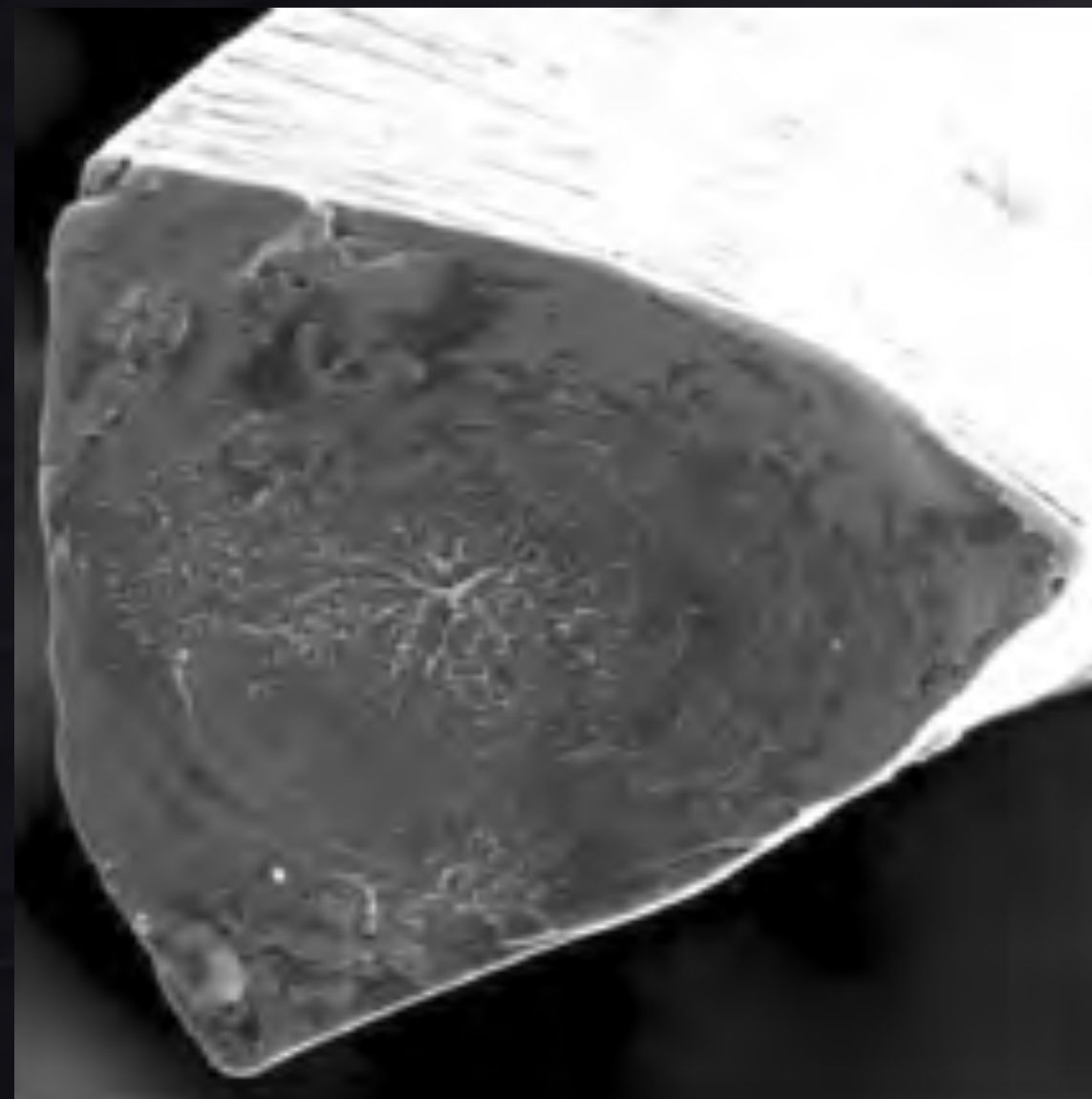


# Konventionelle NiTi-Legierungen



**Torsionsfrakturen** entstehen wenn die Instrumentenspitze im Wurzelkanal verklemmt, während der Instrumentenschaft über die elastische Verformungsgrenze hinaus durch das Handstück weiter rotiert wird.

- ▶ Gleitpfad (manuell, maschinell)
- ▶ Instrumente mit sichtbaren Schäden aussortieren
- ▶ druckloses Instrumentieren mit Endomotor
- ▶ Spülen mit NaOCl



Unter klinischen Bedingungen ist es sehr wahrscheinlich eine Kombination aus Torsion und zyklischer Biegeermüdung die letztlich zur Instrumentenfraktur führt.



# Parameter zur Beurteilung maschineller NiTi-Instrumente

- Torsionsbruchfestigkeit
- zyklische Biegeermüdungsresistenz
- Flexibilität
- Schneideffizienz
- Debris Abtransport
- Instrumentenzahl reduzieren



# **μCT** - UK-Molaren: nur 45% Kanalwandkontakt mit konventionellen rotierenden NiTi-Feilen



**VOR  
INSTRUMENTIERUNG**



**NACH  
INSTRUMENTIERUNG**

*Preparation of Oval-shaped Canals in  
Mandibular Molars  
Using Nickel-Titanium Rotary Instruments:  
A Micro-computed Tomography Study*

*Paqué et al. 2010*

**grün** = unbehandelte Kanalwand

**rot** = instrumentierte Kanalwand



# Konventionell rotierende Instrumente





# Desinfektion des Wurzelkanalsystems

Präparationsgröße und -taper müssen so ausgewählt werden, dass die Spülkanüle bis 1 mm vor den Apex eingebracht werden kann.

Hargreaves K, Berman L. Cohen's Pathway of the pulp. 2016

Größere Aufbereitungsgrößen und -taper (40/.04 oder 40/.06) sorgen für eine effektivere Wurzelkanal-desinfektion<sup>8,29</sup>.

Moshari et al., J Conserv Dent 2015

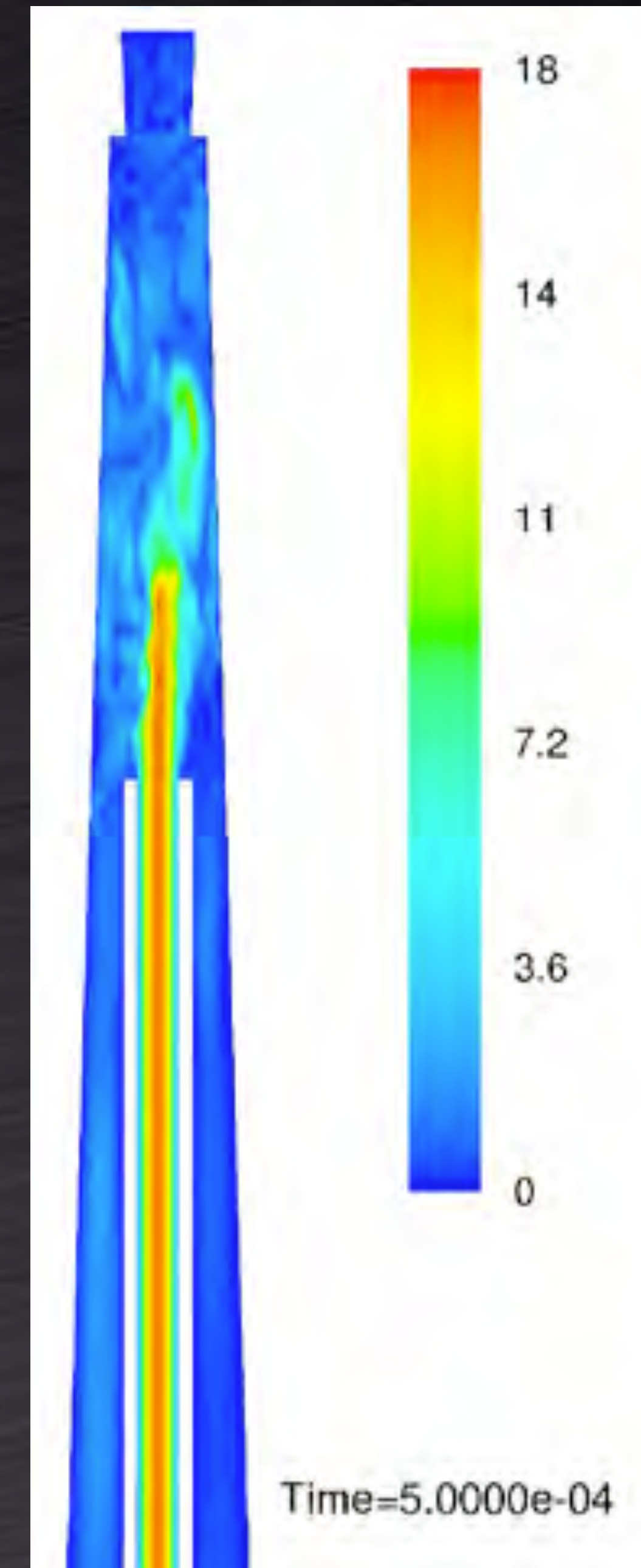
Effektivität der Ultraschalldesinfektion bei der Debrisentfernung steigt für größere Taper (8 bzw. 10 %).

van der Sluis et al., Int Endod J 2005

Lee et al., Int Endod J 2004

Bei gleichbleibender Präparationsgröße (ISO 30) und aufsteigendem Taper (2 bis 9%) konnte mit jedem größeren Taper graduell mehr Flüssigkeitsaustausch stattfinden.

Boutsioukis et al., Int Endod J 2010





# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

Durch thermomechanische Behandlung und die Veränderung des Nickelgehalts kann Einfluss auf die Transformationstemperatur von NiTi-Legierungen genommen werden.

Während konventionelle NiTi-Legierungen aus Austenit bestehen, weisen thermomechanisch behandelte NiTi-Legierungen unter klinischen Bedingungen einen wesentlichen Anteil der R- und Martensit-Phase auf.

## Pseudoelastische Legierungen - m-wire

2007, Sportswire LLC (Langley, OK, USA); Dentsply Sirona (York, PA, USA)



Instrumente: ProTaper Next, GT X, Reciproc, Wave One

- NiTi-Legierung 55,8 m% Nickel; 44,2 m% Titan.
- thermomechanisches Bearbeitungsverfahren
- Erhöhte Transformationstemperatur > veränderte Phasenzusammensetzung, bei 37°C : Austenit (pseudoelastisches Verhalten), R-Phase, Martensit
- zusätzlich spannungsinduzierte R-Phasen-Transformation
- Austenit-Finish-Temperatur ( $A_f$ ) 45°- 50°C, deutlich höher als bei konventionellen NiTi-Legierungen
- signifikant erhöhte Flexibilität und zyklische Biegeermüdungsresistenz gegenüber konventionellen NiTi-Legierungen
- gefräste NiTi-Instrumente



# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Pseudoelastische Legierungen

- Exzentrisches Rotationszentrum
- Wellenartige Bewegung
- Debrisabtrag
- Flexibilität



m-wire



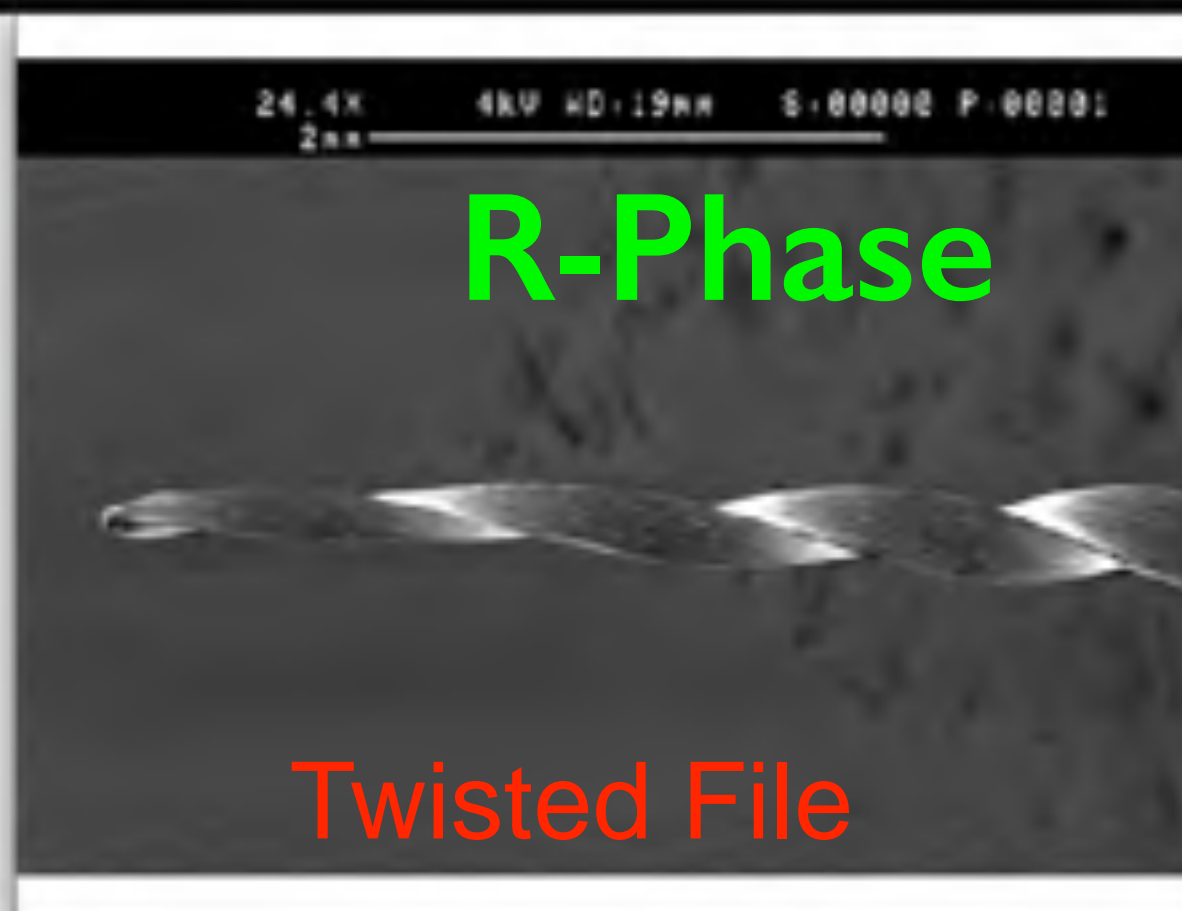
Protaper Next



- verdrillbare NiTi-Legierung



R-Phase



Twisted File







## CLINICAL ARTICLE

### Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations

G. Yared

102-63 Dawson Road, Guelph, ON N1H 1B1, Canada

„A novel canal preparation technique is introduced using only one rotary NiTi-instrument (ProTaper F2) in a reciprocating movement.“

Ghassan Yared, IEJ 2008



**RECIPROC**<sup>®</sup>  
one file endo

m-wire<sup>™</sup>  
JCB, Hager



wave•one<sup>™</sup>



m-wire



**Reciproc:** 150° ccw/ 30° cw rotation  
**WaveOne:** 170° ccw/ 50° cw rotation

Kim et al., J Endodont 2012



# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

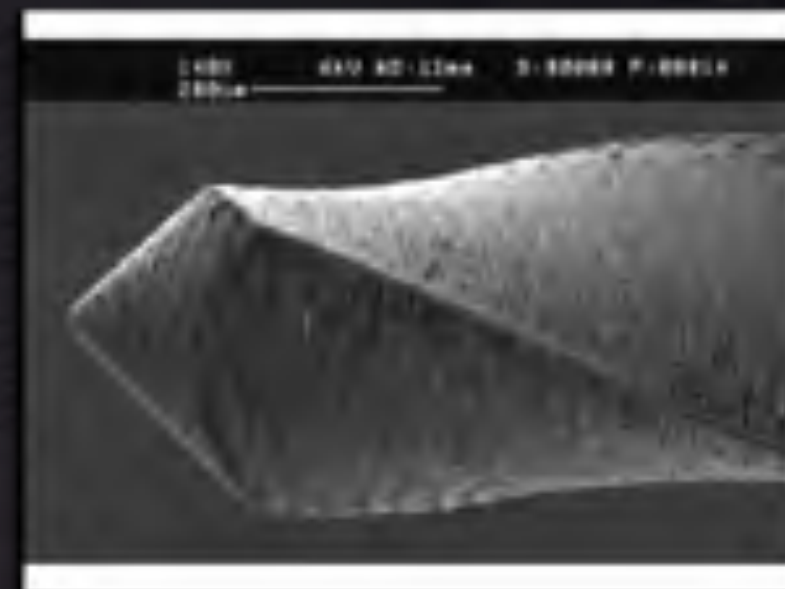
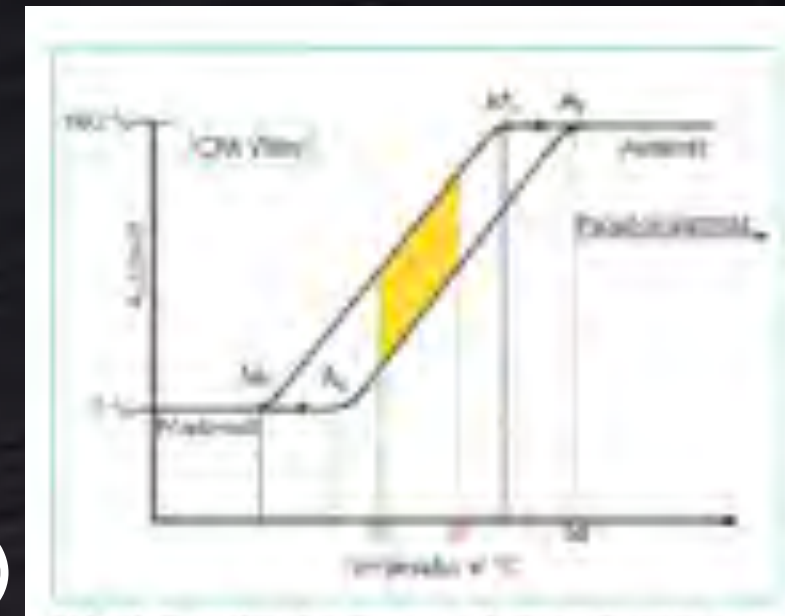
### CM-Wire „controlled memory“ 2010

- Hyflex CM, Hyflex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Schweiz)

### Gold- und Blue-Wire-Wärmebehandlung (2011; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA)

- vollrotierend: **ProFile Vortex Blue**; **ProTaper Gold**, Dentsply Maillefer
- reziprokierend: **Reciproc Blue**, VDW; **WaveOne Gold**, Dentsply Maillefer

- **reduzierten Nickelgehalt** (50,7 - 52 m%) gegenüber M-Wire und der R-Phasen-Legierung. (Af) 47 - 55°C
- **bei 37°C hauptsächlich Martensit**, geringerer Austenitanteil als m-wire
- **vorbiegbar** (plastische Verformbarkeit), reduzierte Elastizität, weicher und duktiler als m-wire
- **Formgedächtnisverhalten** klinisch nutzbar)
- **kontrollierte Rückstelleffekt** (controlled memory)
- **zweistufige Phasen-Transformation**: Austenit > R-Phase > Martensit)
- Gold- und Blue-Wire wärmebehandelten Instrumente werden zunächst geschliffen und erst anschließend einer speziellen thermomechanischen Bearbeitung unterzogen. Zurückbleibenden Oxidschicht auf der Instrumentenoberfläche > typische blaue respektive goldene Farbe
- **signifikant flexibler und resistenter gegenüber der zyklischen Biegeermüdung** im Vergleich zu konventionellen NiTi- und M-Wire-Instrumenten Schneideffizienz der CM-Wire-Instrumente ist trotz der erhöhten Flexibilität nicht reduziert
- für **ProTaper Gold** wurde darüber hinaus eine signifikant höhere Torsionsbruchfestigkeit als für Hyflex EDM und ProTaper Universal festgestellt, gegenüber ProTaper Universal bei gleichem Instrumentendesign eine signifikant höhere laterale und axiale Schneideffizienz [4].





# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

### CM-Wire „controlled memory“ 2010

- Hyflex CM, Hyflex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Schweiz)
- Hyflex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Schweiz)
- Electrical Discharge Machining = Funkenerosionstechnik
- kristallographische Phase bei Raumtemperatur von Austenit nach Martensit verschoben
- variabler Feilenquerschnitt: Rechteck (Spitze) > Trapez > Dreieck
- Instrumente mit konstantem und variablem Taper
- HyFlex (EDM) OneFile 25 / ~ (0,04-0,08 Taper)
- 400 rpm (GPF: 300rpm)





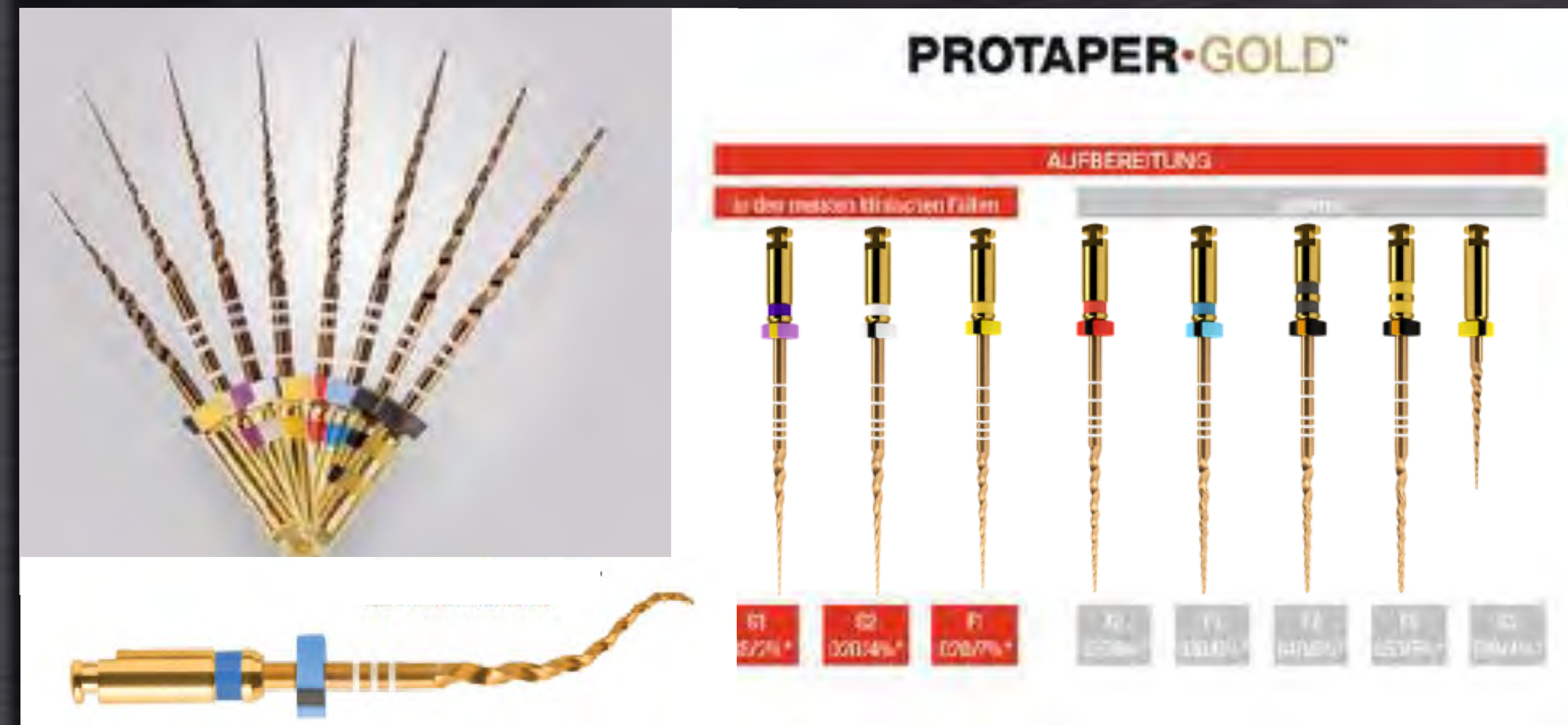
# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

### Gold- und Blue-Wire-Wärmebehandlung

(2011; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA)

- für ProTaper Gold wurde eine signifikant höhere Torsionsbruchfestigkeit, signifikant höhere laterale und axiale Schneideffizienz gegenüber ProTaper Universal bei gleichem Instrumentendesign.



Dr. Bijan Vahedi, M.Sc.



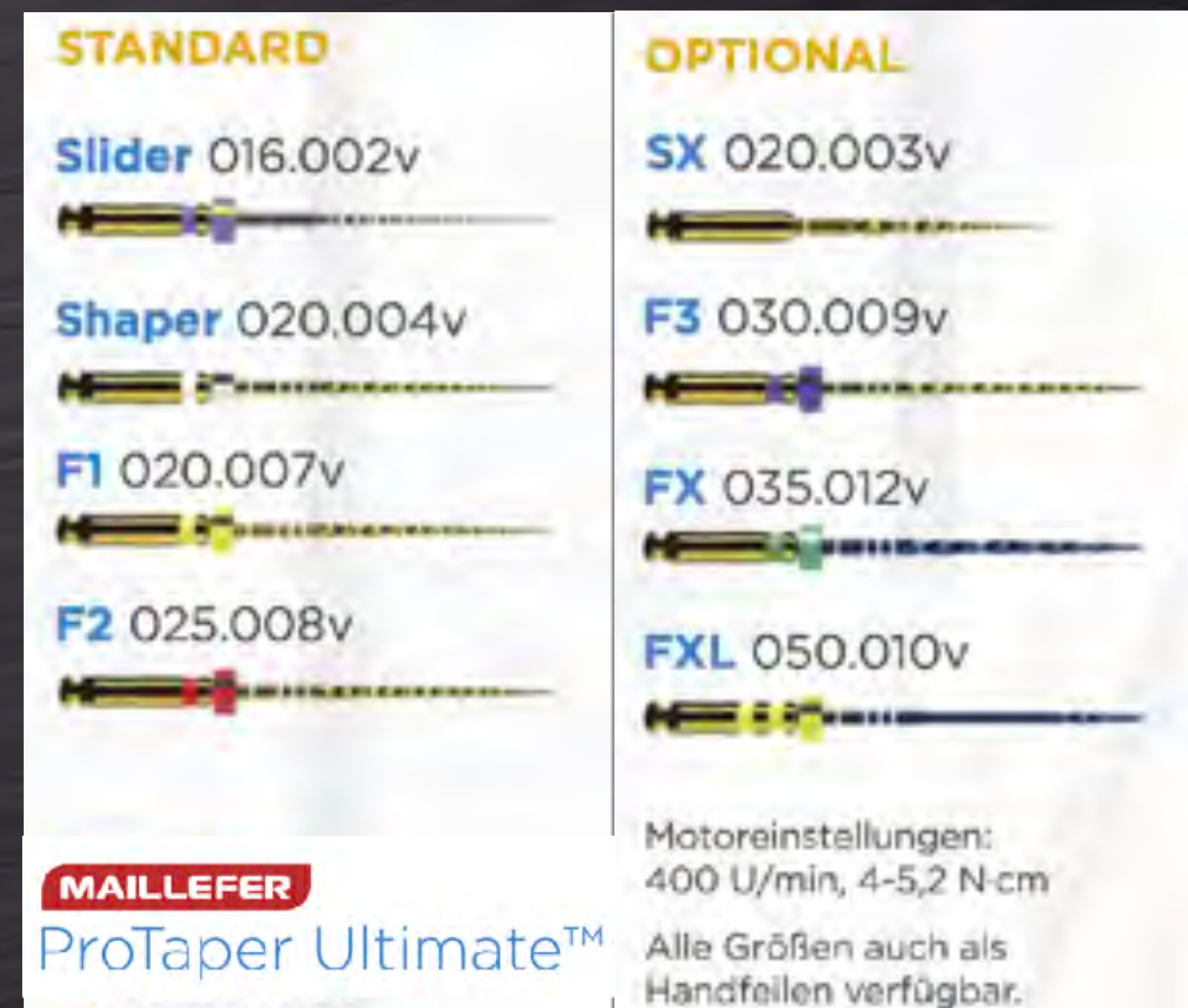
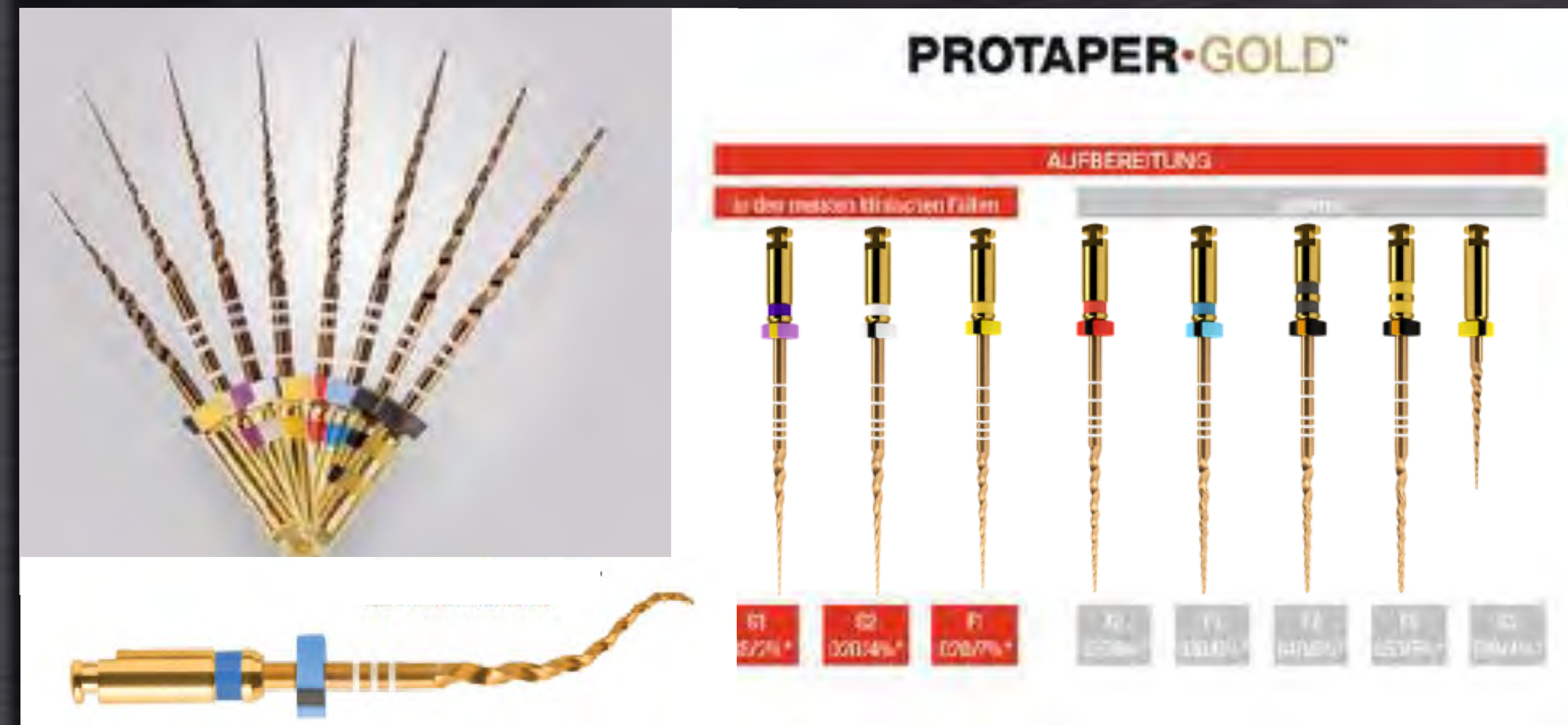
# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

### Gold- und Blue-Wire-Wärmebehandlung

(2011; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA)

- für ProTaper Gold wurde eine signifikant höhere Torsionsbruchfestigkeit, signifikant höhere laterale und axiale Schneideffizienz<sup>[4]</sup> gegenüber ProTaper Universal bei gleichem Instrumentendesign.





# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

- minimal-invasiver Erhalt von perizervikalem Dentin

**MAILLEFER**  
TruNatomy™  
Endodontic Files

Orifice Modifier 20.08



	D16	D12	D6	D0	
17. 02v	0.80	0.60	0.35	0.17	
20. 04v	0.80	0.73	0.53	0.20	4% im Durchschnitt
26. 04v	0.80	0.73	0.49	0.26	4% im Durchschnitt
36. 03v	0.80	0.74	0.57	0.36	3% im Durchschnitt



Dr. Bijan Vahedi, M.Sc.



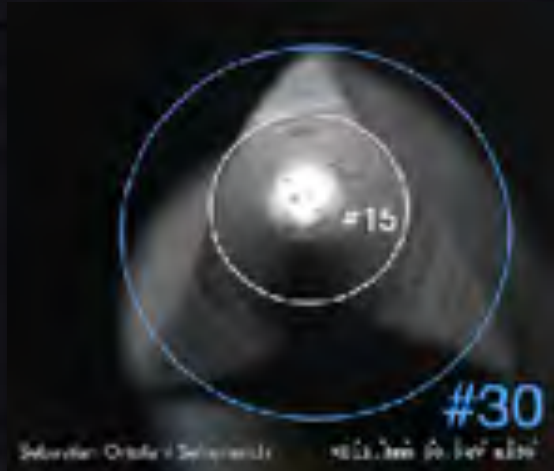
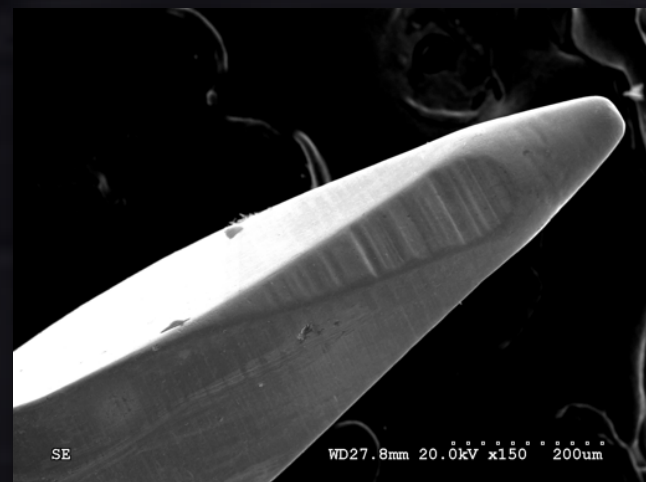
# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen


### MaxWire

(Austenit-Martensit, Elektropolitur-Flex, XP-endo Shaper und Finisher FKG Dentaire)

- erste Legierung in der Endodontie mit Formgedächtnisverhalten und Pseudoelastizität unter klinischen Bedingungen.
- Raumtemperatur: M-Phase (Martensit) vorliegen und relativ gerade sind,
- Körpertemperatur: A-Phase (Austenit) „shape-memory“-Effekt > Pseudoelastisch während der Wurzelkanalpräparation (gekrümmte Form) auf, wodurch eine Präparation adaptiert an Wurzelkanalquerschnitt



**XP - Shaper**



#30

Taper  
0.01 (1%)

Average final  
preparation -  
30/0.04

Can reach into oval canals of up to 0.08 (8%) original taper  
if canal has this anatomy

**Shape change at  
body temperature**  
Martensitic to Austenitic Phase -  
increased rigidity & anatomical  
instrumentation



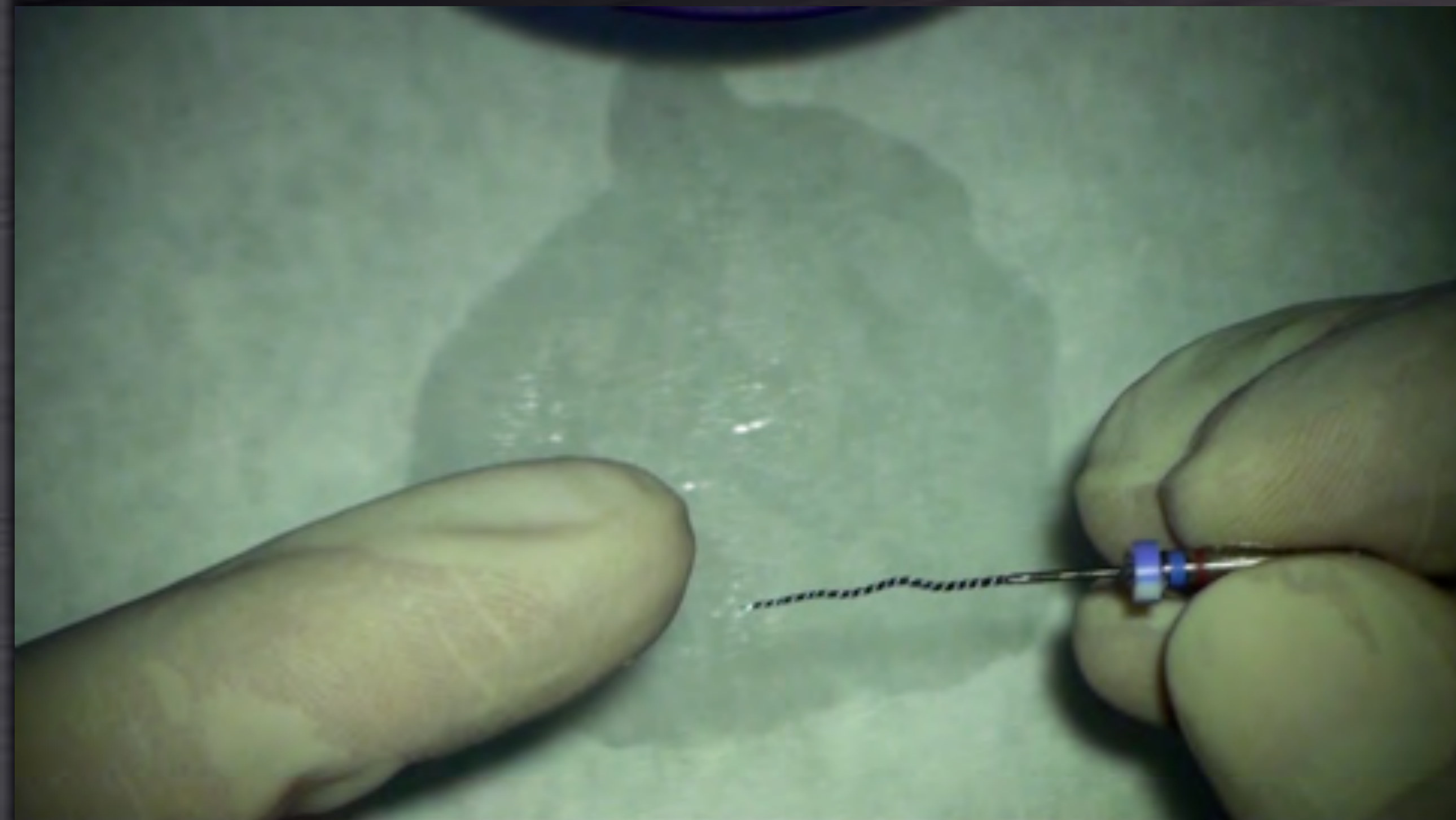
# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

**MaxWire**

(Austenit-Martensit, Elektropolitur-Flex, XP-endo Shaper und Finisher FKG Dentaire)

- erste Legierung in der Endodontie mit Formgedächtnisverhalten und Pseudoelastizität unter klinischen Bedingungen.
- Raumtemperatur: M-Phase (Martensit) vorliegen und relativ gerade sind,
- Körpertemperatur: A-Phase (Austenit) „shape-memory“-Effekt > Pseudoelastisch während der Wurzelkanalpräparation (gekrümmte Form) auf, wodurch eine Präparation adaptiert an Wurzelkanalquerschnitt





**PreOp**



**XP-Shaper**

severe  
s-shape  
curvature



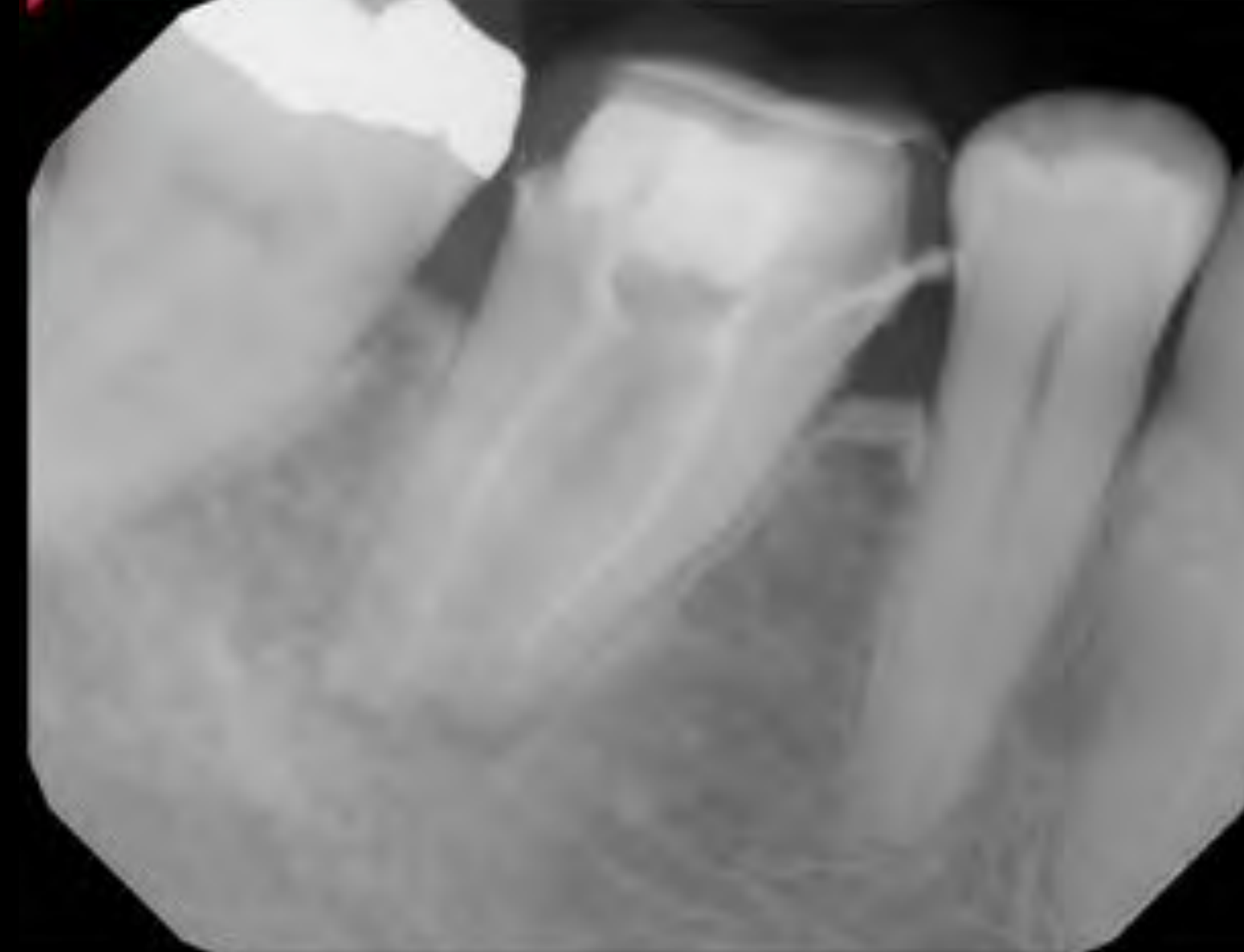
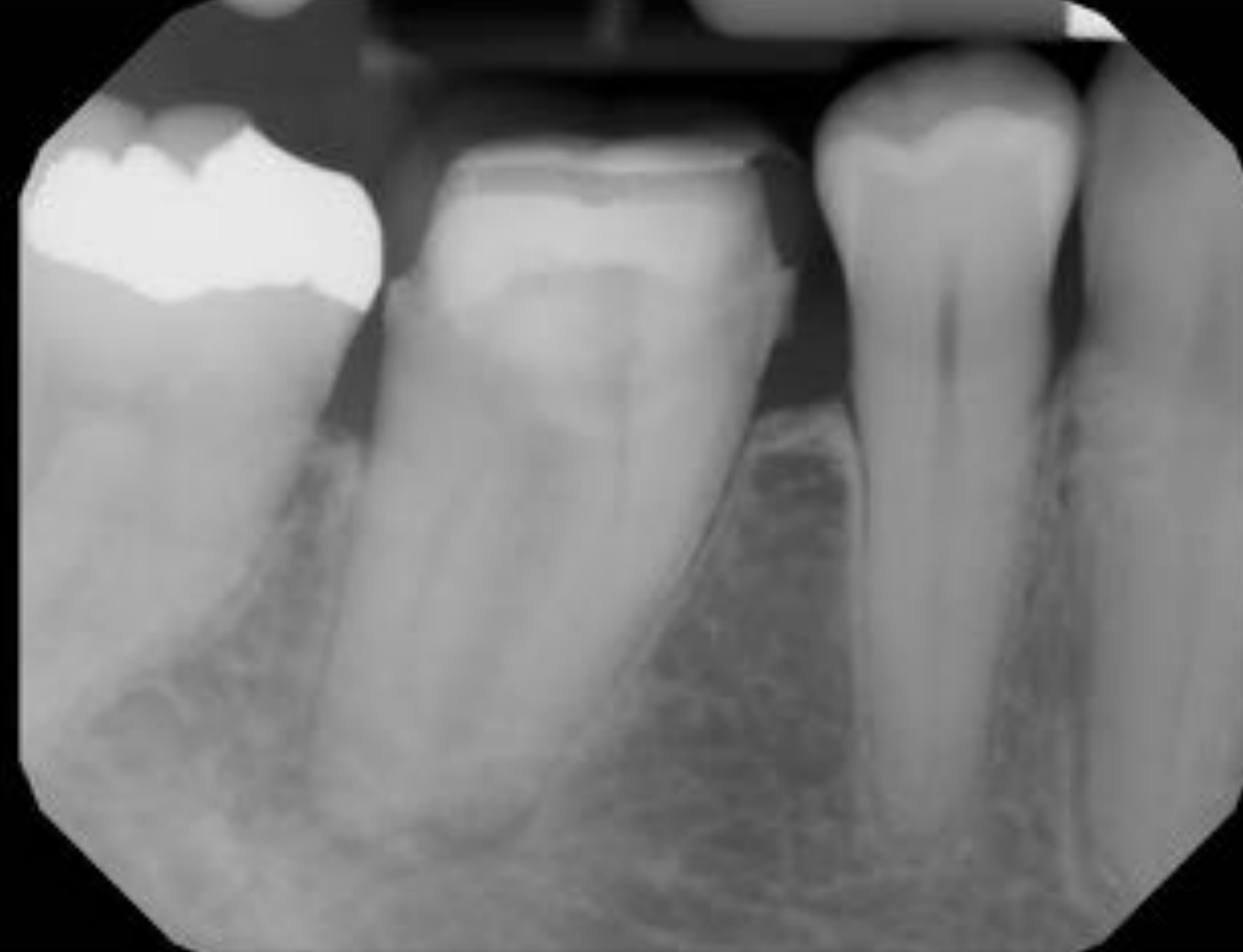
**Final**

Dr. Frank Setzer. Philadelphia, USA





**PreOp**



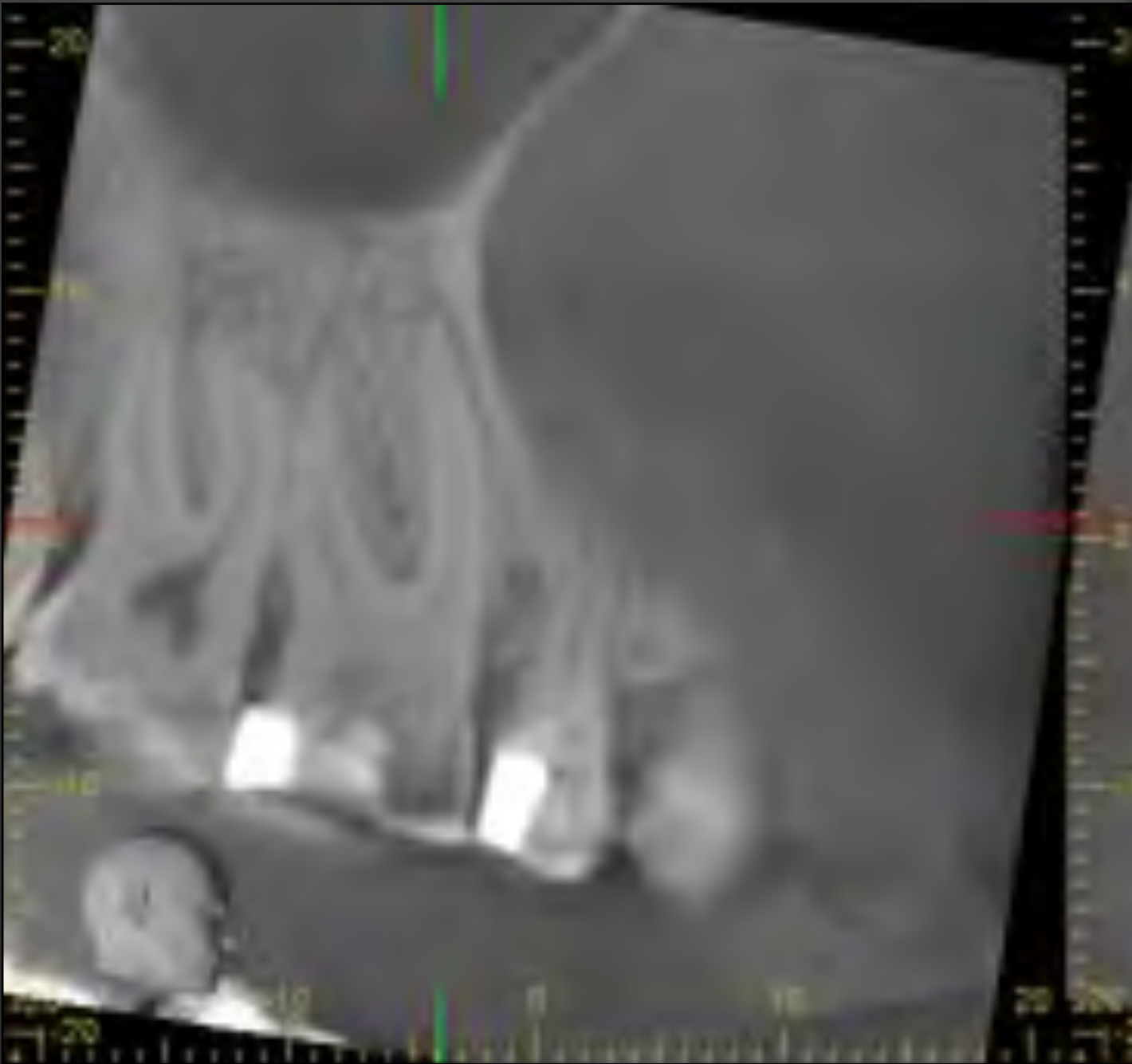
**$\text{Ca(OH)}_2$**

*tooth structure preserved*

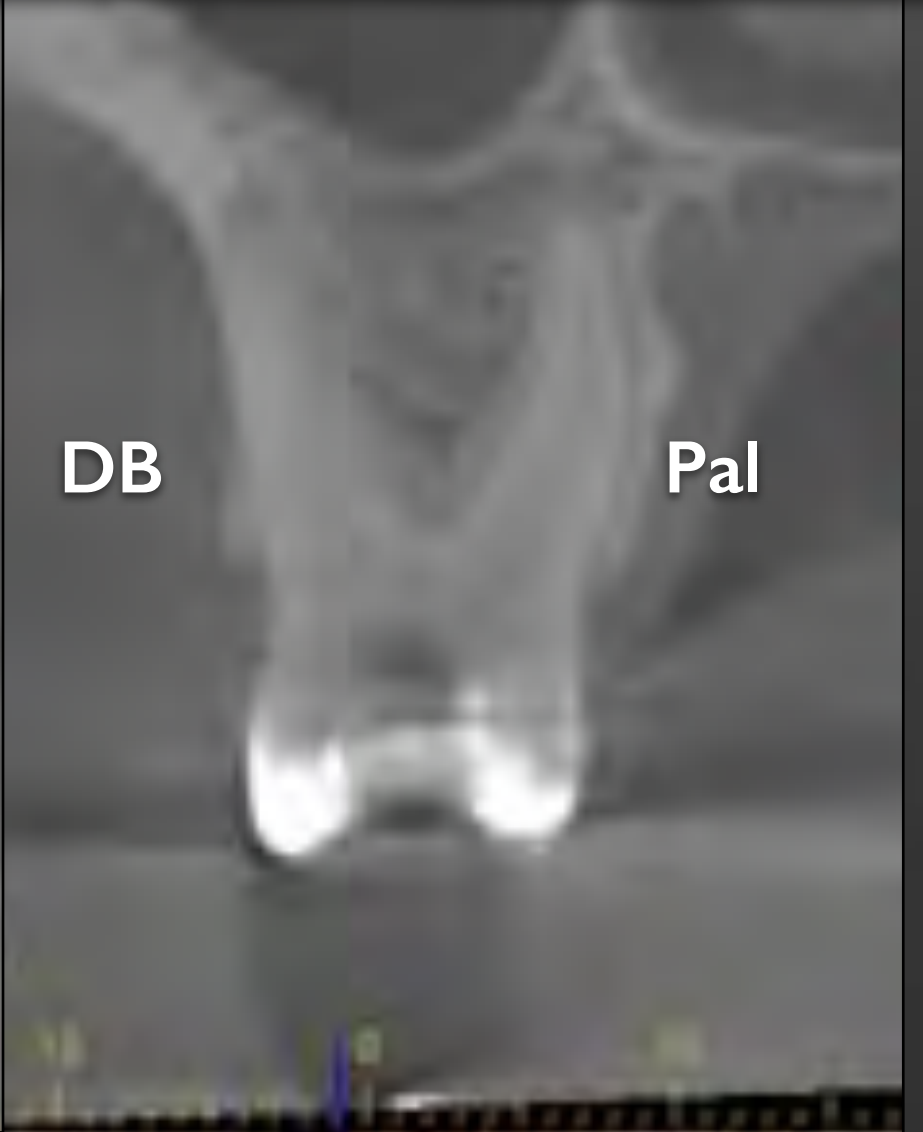
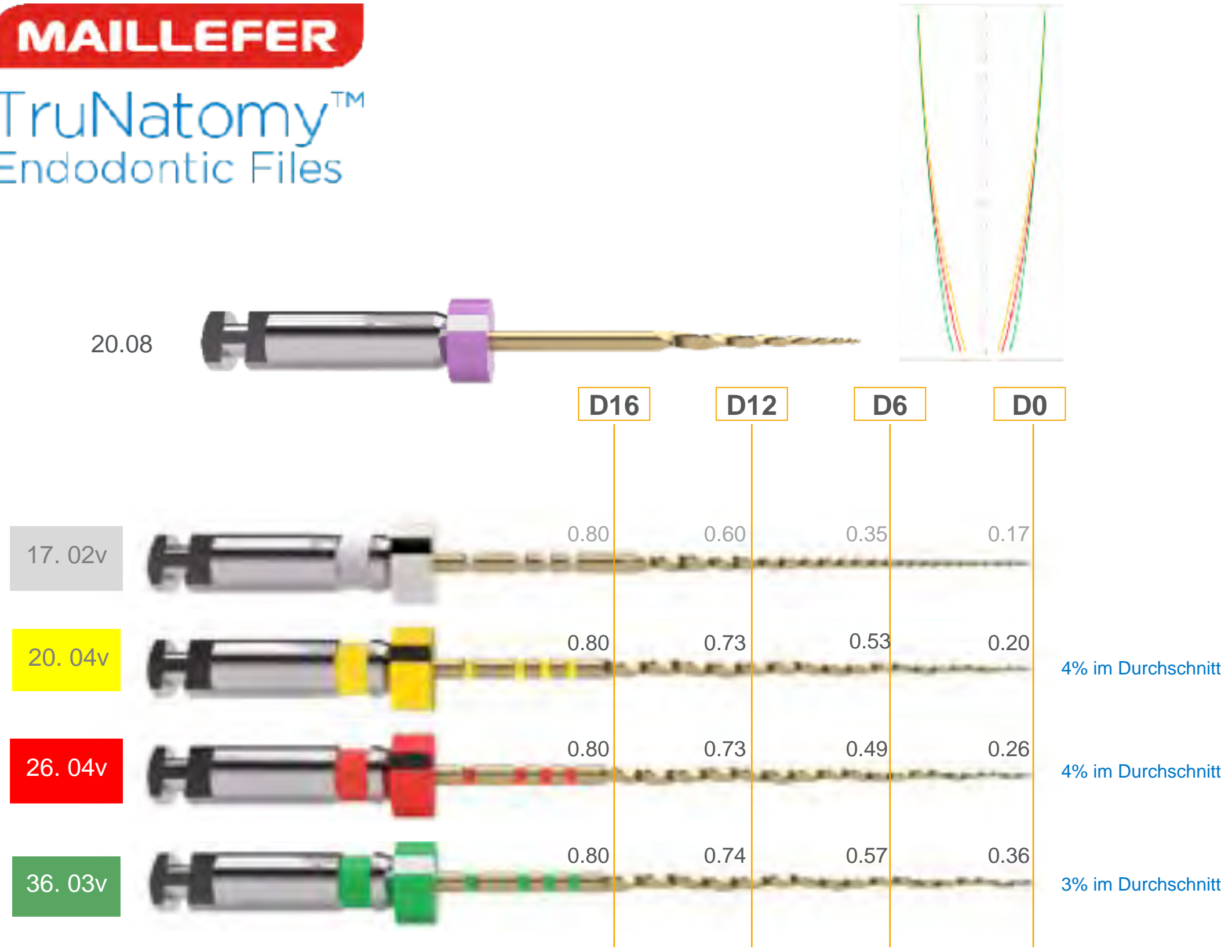


**Final**





**MAILLEFER**  
TruNatomy™  
Endodontic Files





## Lokalisieren der Kanaleingänge



Ultraschallinstrumente



Muncie Rosenbohrer



C-Feilen

0.01 (1%)

preparation =  
30/0.04

Can reach into oval canals of up to 0.06 (8%) original taper  
if canal has this anatomy

**body temperature**

Martensitic to Austenitic Phase -  
increased rigidity & anatomical  
instrumentation

**XP - Finisher**







## XP - Shaper



Can reach into oval canal of up to 0.08 (8%) original taper if canal has this anatomy

**Shape change at body temperature**  
Martensitic to Austenitic Phase - increased rigidity & anatomical instrumentation



Tab. 1 Übersicht über die Modifikationen der Nickel-Titan-Legierungen.

Legierung	A <sub>91</sub> in °C	Phasenzusammensetzung / Eigenschaften	Feilensysteme
Konventionelle NiTi-Legierung	23–25 <sup>11,12</sup>	Austenit: • pseudoelastisch	Mtwo OneShape ProFile ProTaper Universal
Oberflächenbearbeitung			RaCe, BioRaCe F360 F6
R-Phase	18–21 <sup>10,20,21</sup>	Austenit: • pseudoelastisch • zusätzliche spannungsinduzierte R-Phasen-Transformation	Twisted File Twisted File Adaptive K3XF
M-Wire	45–50 <sup>12,13,40</sup>	Austenit und R-Phase, Anteil von Martensit • pseudoelastisch • zusätzliche spannungsinduzierte R-Phasen-Transformation	ProFile Vortex ProFile GT Series X ProTaper Next Reciproc WaveOne
CM-Wire	51–55 <sup>50,46</sup>	Austenit und Martensit • kontrollierter Rückstell Effekt	Hyflex CM Hyflex EDM
Gold- und Blue-Wire	50 <sup>12,5</sup>	• Formgedächtnisverhalten • verbiegbare • erhöhte Flexibilität aufgrund von spannungsinduzierter Martensit-Reorientierung • zweistufige Phasen-Transformation (Austenit → R-Phase → Martensit)	ProTaper Gold WaveOne Gold ProFile Vortex Blue Reciproc Blue
MaxWire	k. A.	Raumtemperatur: Martensit • Formgedächtnisverhalten Körpertemperatur: Austenit • pseudoelastisch	XP-endo Finisher XP-endo Shaper

Zupanac & Schäfer, Neue Nickel-Titan-Legierungen  
Endodontie 2017;26(3):269–281





# CLINICAL ARTICLE

## Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations

G. Yared

102-63 Dawson Road, Guelph, ON N1H 1B1, Canada



„A novel canal preparation technique is introduced using only one rotary NiTi-instrument (ProTaper F2) in a reciprocating movement.“

Ghassan Yared, IEJ 2008





„A novel canal preparation technique is introduced using only one rotary NiTi-instrument (ProTaper F2) in a reciprocating movement.“

Ghassan Yared, IEJ 2008

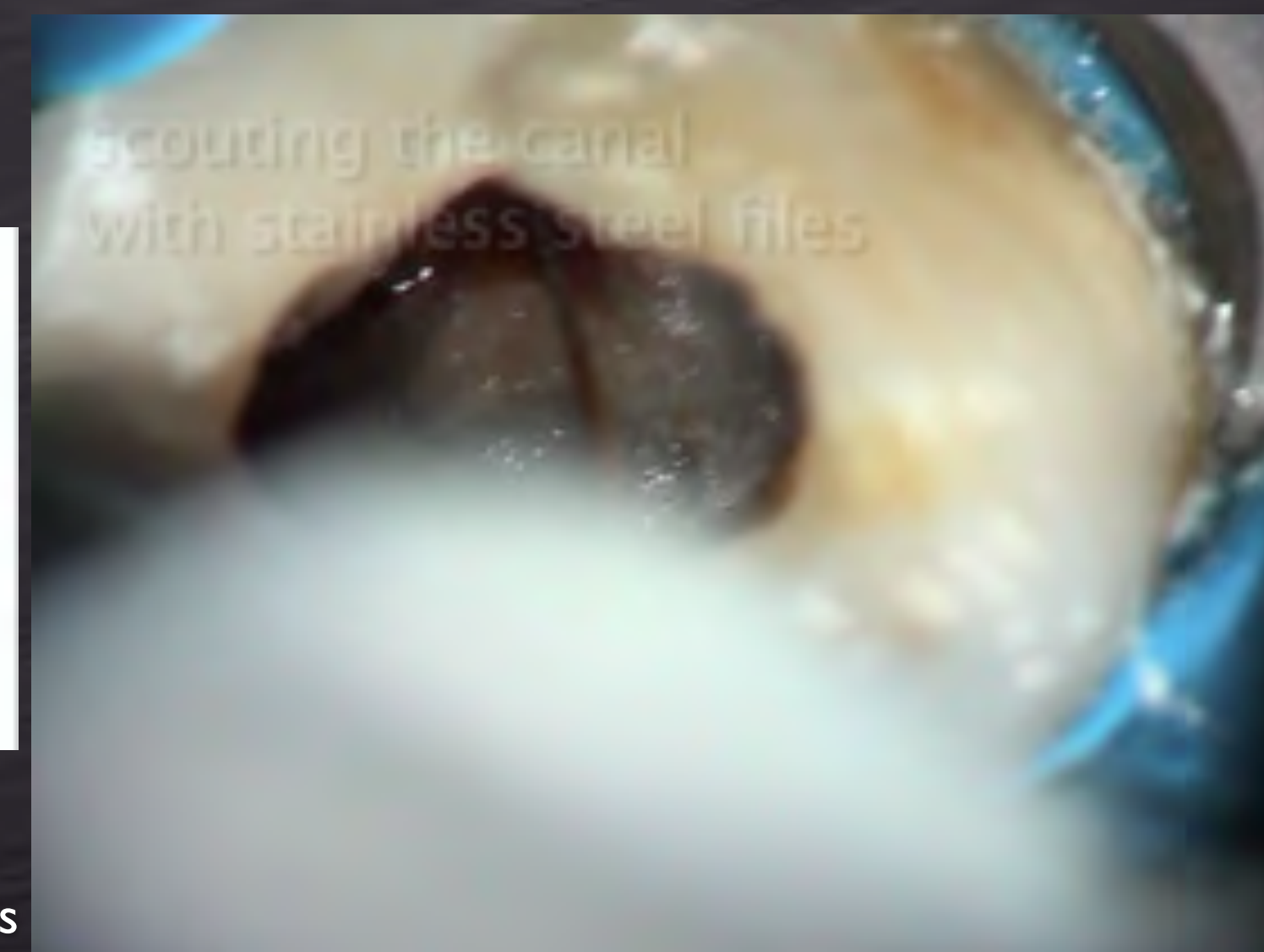


**Vs.**



**RECIPROC: 150° ccw/ 30° cw rotation**  
**WaveOne: 170° ccw/ 50° cw rotation**

Kim et al., J Endodont 2012



Courtesy Dr. Pertot, Paris

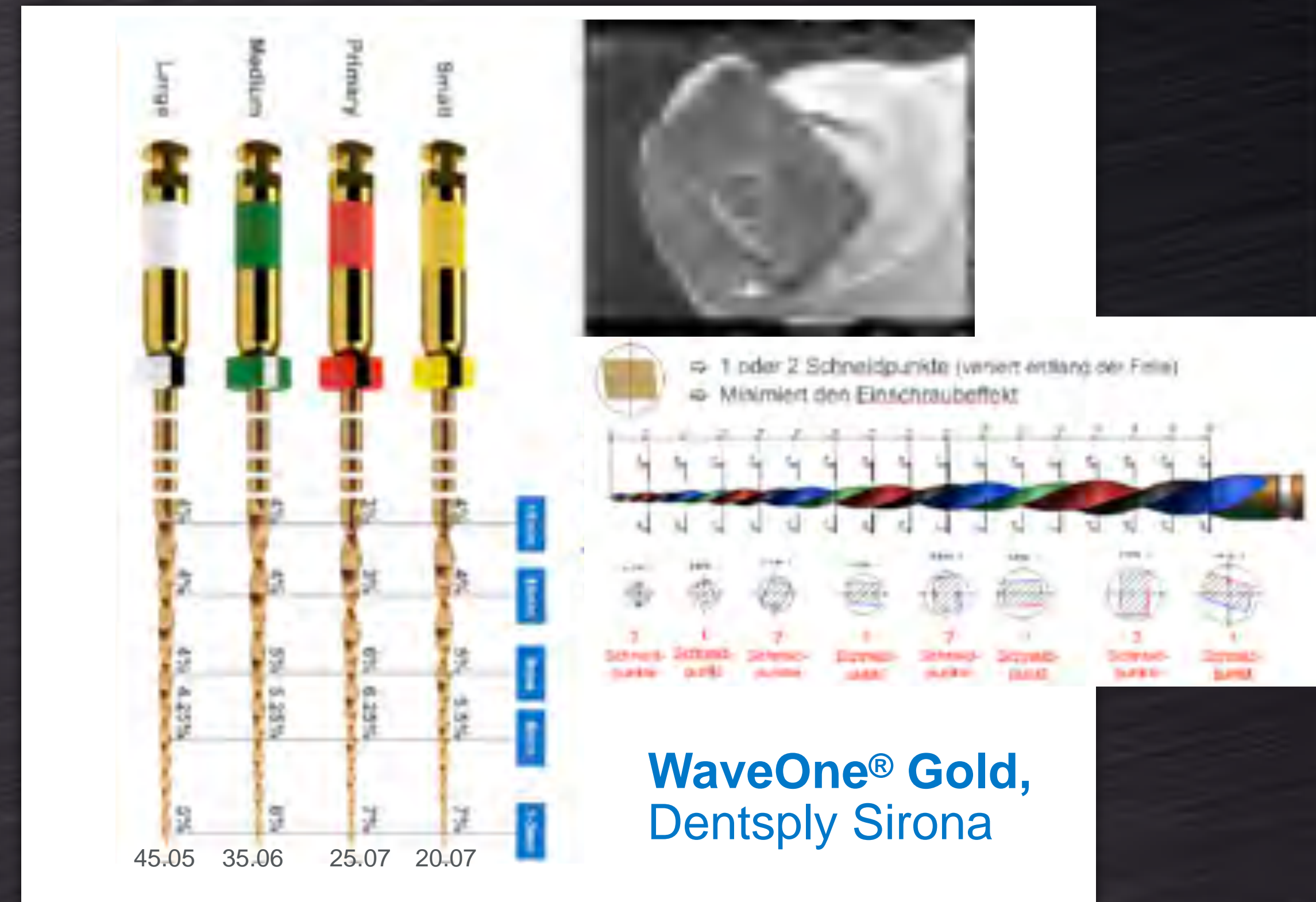
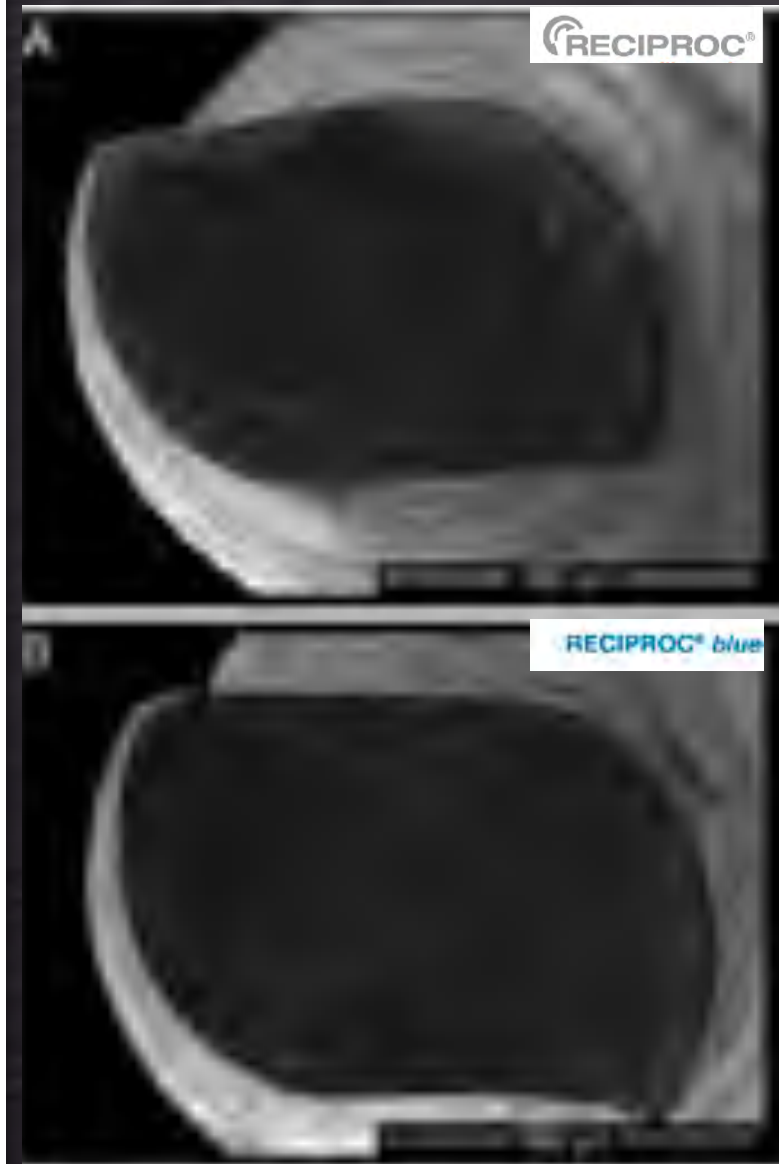
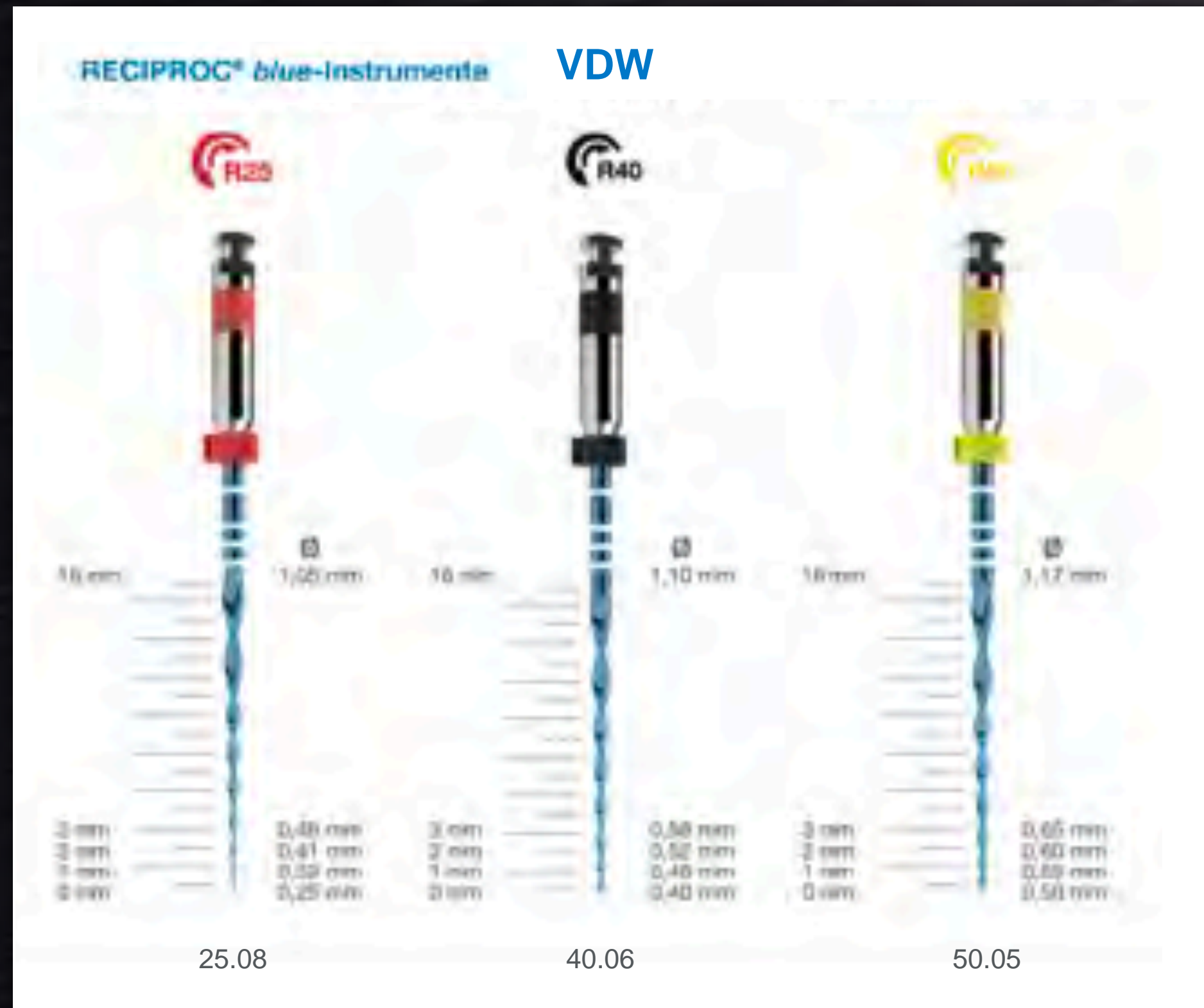


# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Shape Memory Legierungen

### Gold- und Blue-Wire-Wärmebehandlung

(2011; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA)



WaveOne® Gold,  
Dentsply Sirona



**Reciproc:** 150° ccw/ 30° cw rotation  
**WaveOne:** 170° ccw/ 50° cw rotation



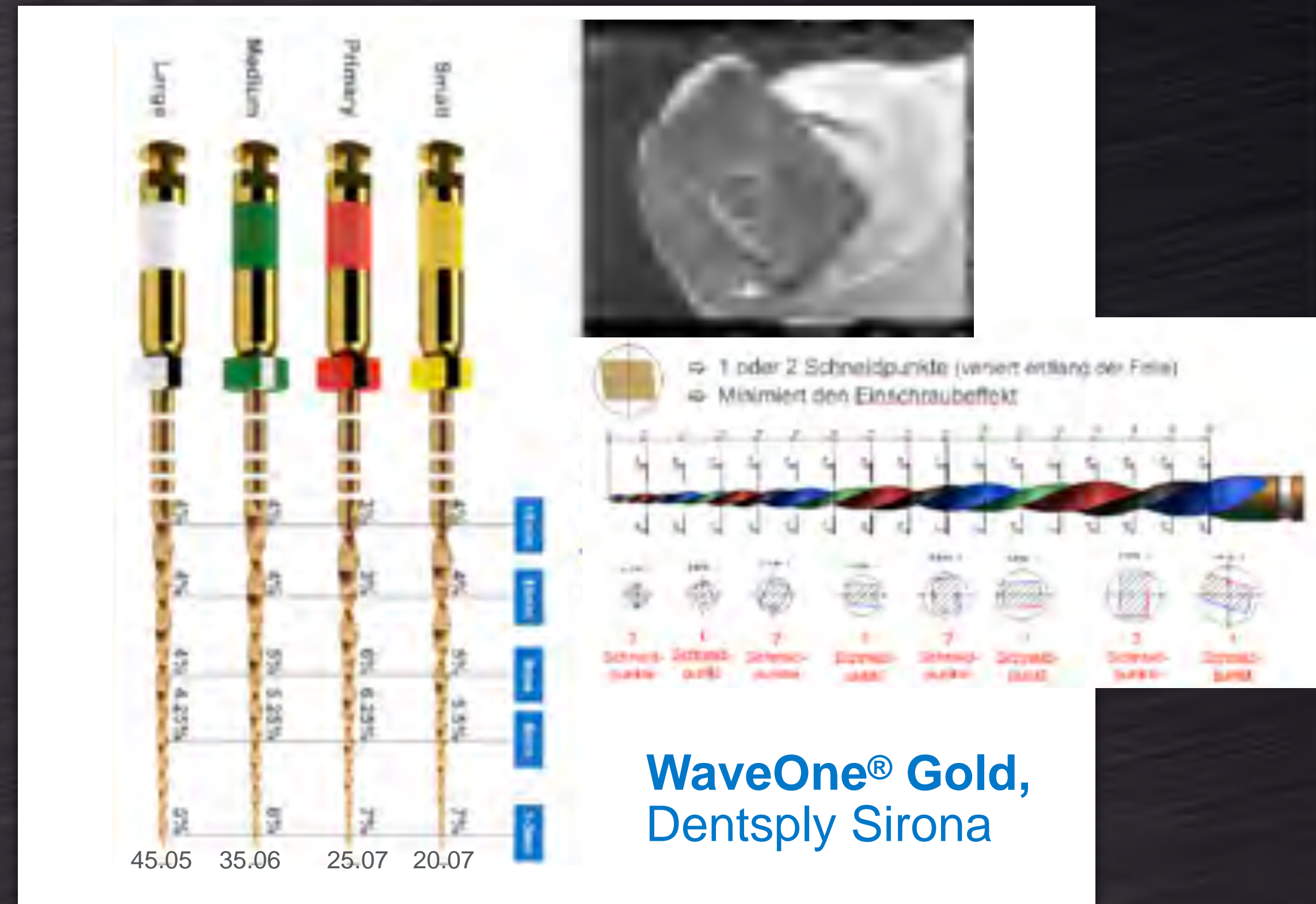
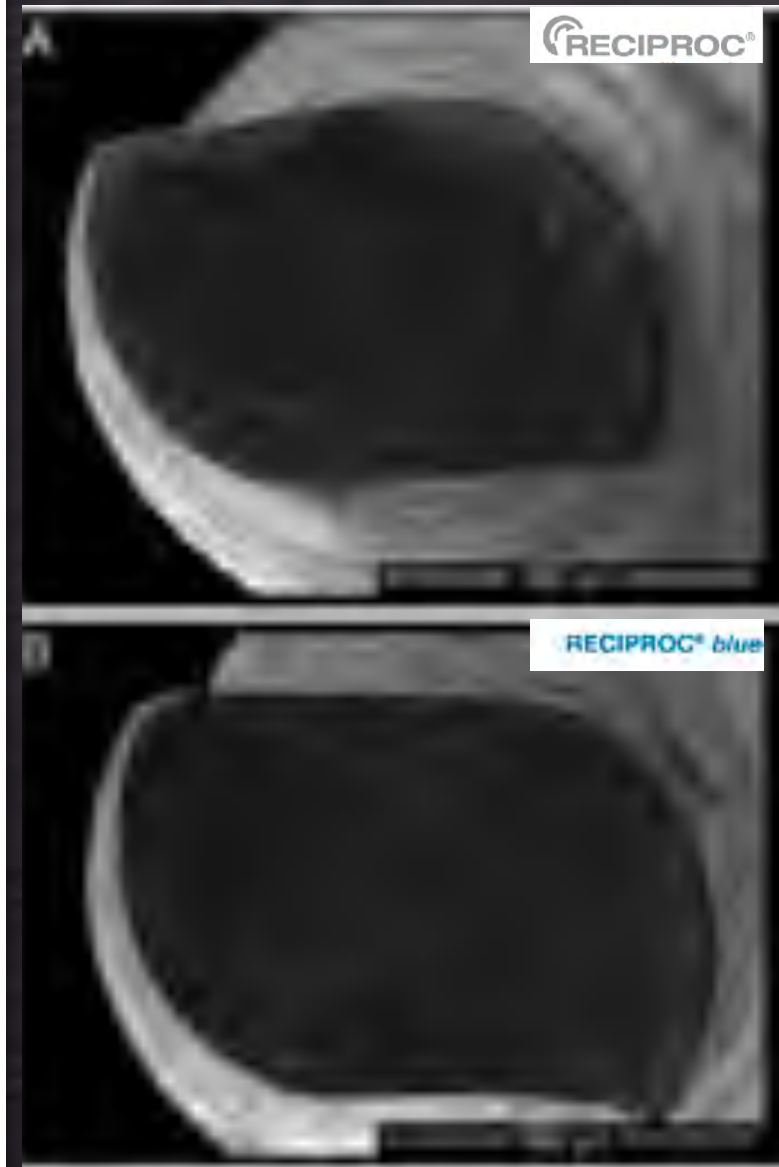
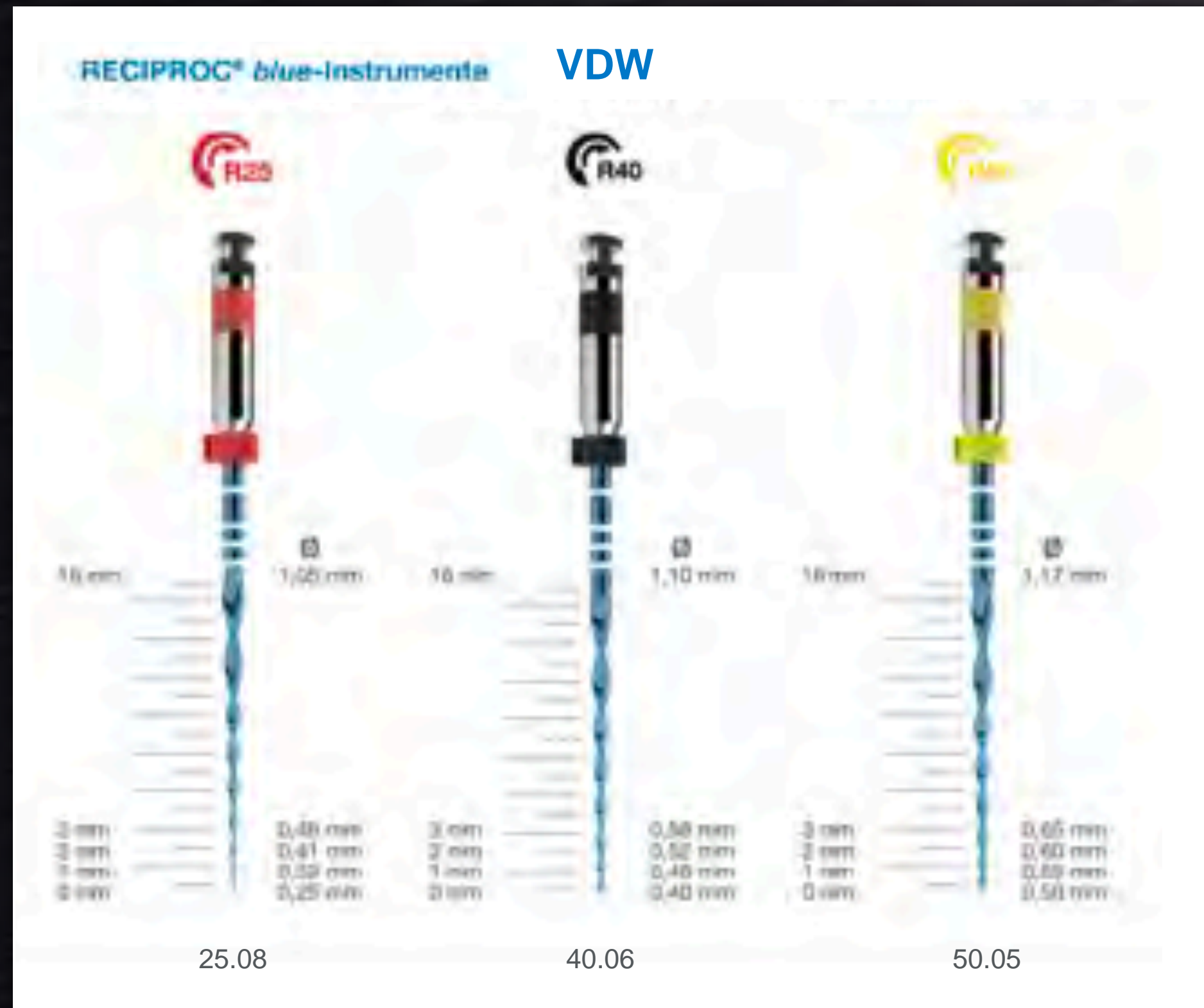
# Thermomechanisch behandelte Nickel-Titan-Legierungen

## Reziprok

## Shape Memory Legierungen

*Gold- und Blue-Wire-Wärmebehandlung*

(2011; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA)



**Reciproc: 150° ccw/ 30° cw rotation**  
**WaveOne: 170° ccw/ 50° cw rotation**



## BASIC RESEARCH – TECHNOLOGY

### Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of 5 Heat-treated Nickel-titanium Reciprocating Systems in Canals with Single and Double Curvatures



Mohammed I. Al-Obaidi, DDS, MSED, FRCD(C),  
Khalid Mordad, BDS, MSc, MEd, FRCD(C), PhD,<sup>1</sup>  
Mohammed S. Alnazi, BDS,<sup>2</sup>  
Hisham Alwaqiry, BDS,<sup>3</sup>  
Mohammed A. Faraj, BDS,<sup>4</sup>  
SEBAD,<sup>5</sup> Ali A. Alkumr, BDS,<sup>6</sup>  
SEE,<sup>7</sup> and Ebrahim M. Al-Nadaf<sup>8</sup>

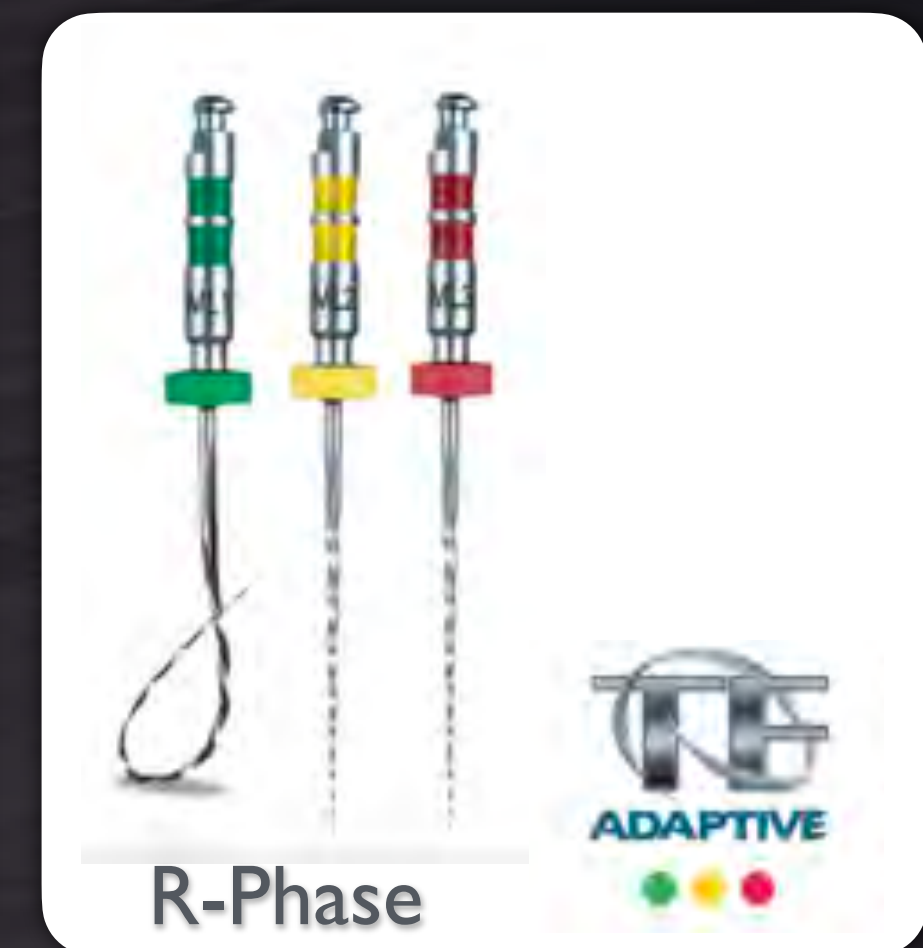
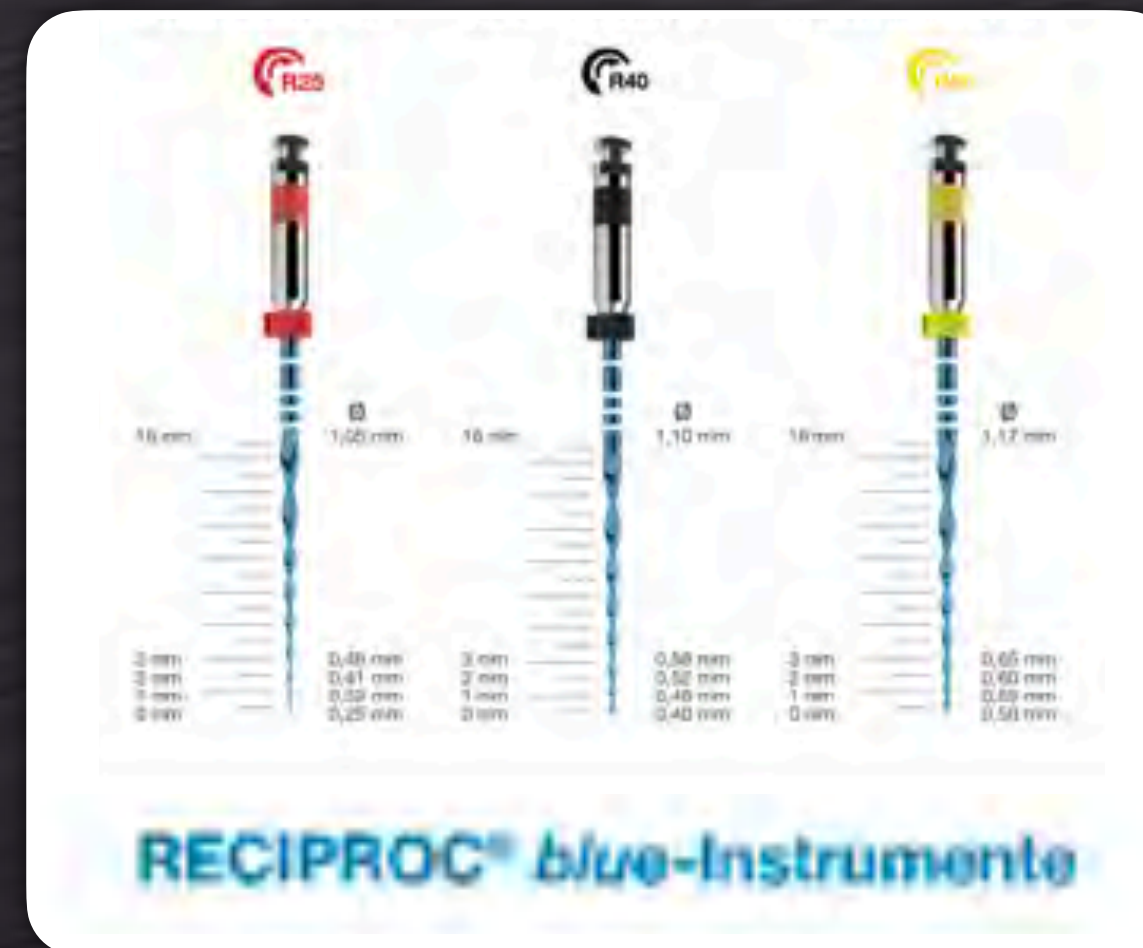
## Cyclic fatigue

Five groups WaveOne, WaveOne GOLD, RECIPROC, RECIPROC BLUE and TF Adaptive of 24 files each of the rotary files were examined. **Cyclic fatigue resistance** was compared between groups by determining the time needed to fracture and the number of cycles to failure in a cyclic fatigue testing device...

RECIPROC BLUE files exhibited significantly greater cyclic fatigue resistance compared with other files tested

WaveOne GOLD was significantly greater than the WaveOne and TF Adaptive groups

JOE 2019



RECIPROC BLUE files exhibited significantly greater cyclic fatigue resistance compared with other files tested  
WaveOne GOLD was significantly greater than the WaveOne and TF Adaptive groups



# Reziprok Vs. Rotierend

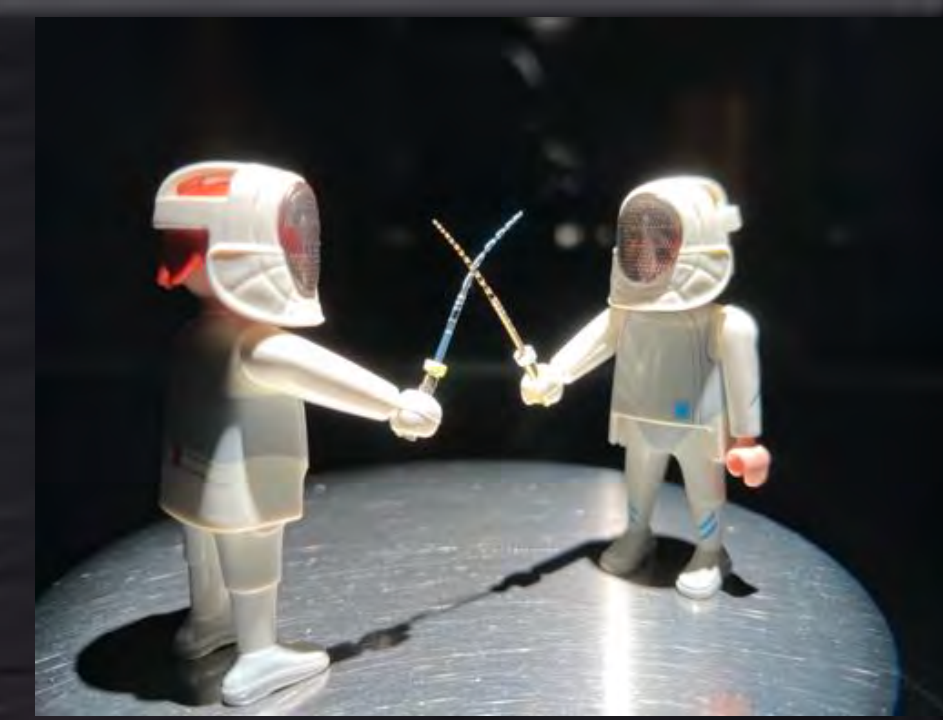
Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments  
with Reciprocating or Continuous Rotation  
Motion: A Systematic Review of *In Vitro* Studies



So-Yeon Ahn, DDS,\* Hyeon-Cheol Kim, DDS, MSD, PhD,<sup>†</sup> and Eunseong Kim, DDS MSD, PhD\*

JOE 2016

## Systematic Review



**Cyclic fatigue** - 12 studies: reciprocating motion had a higher resistance to cyclic fatigue.

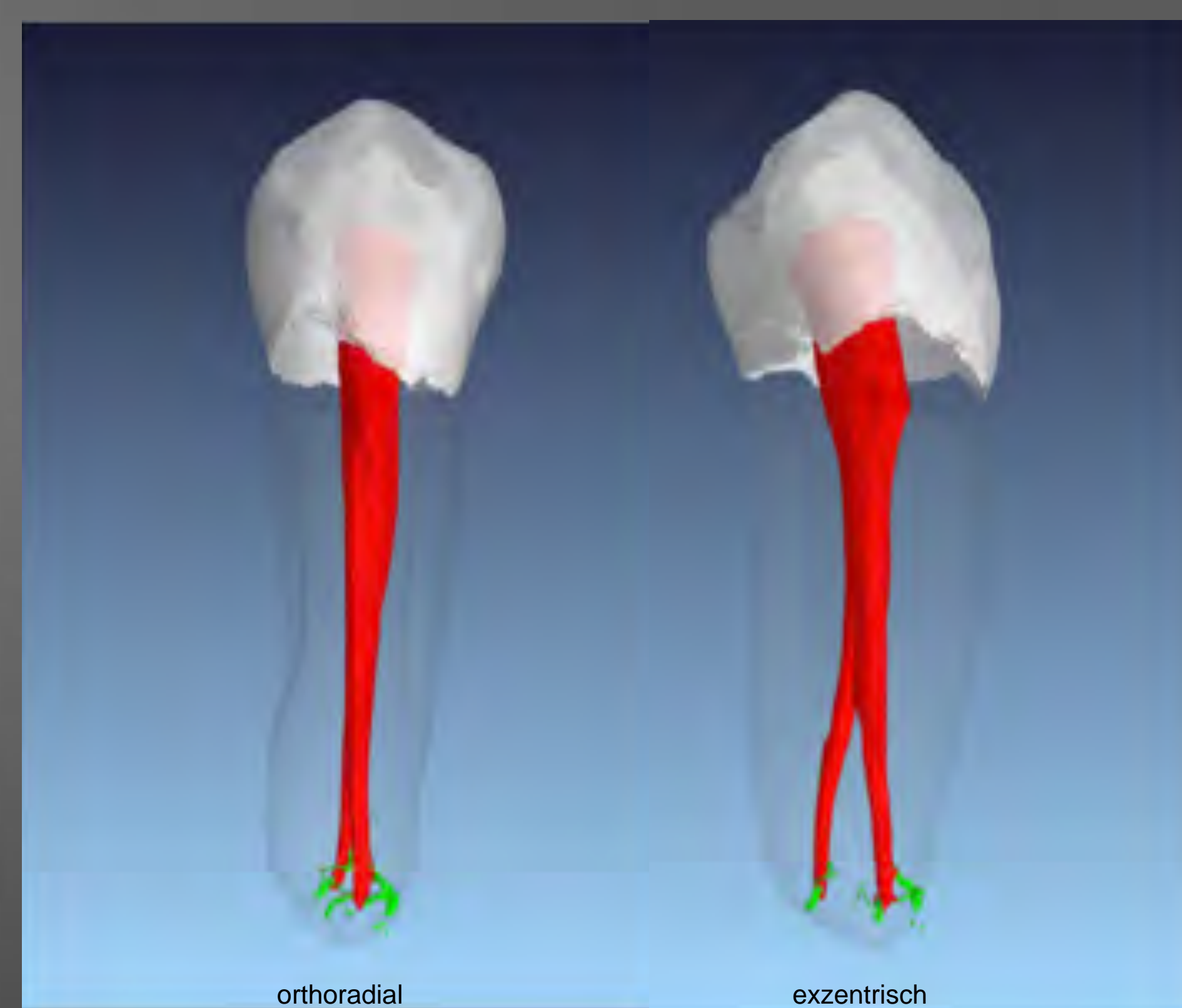
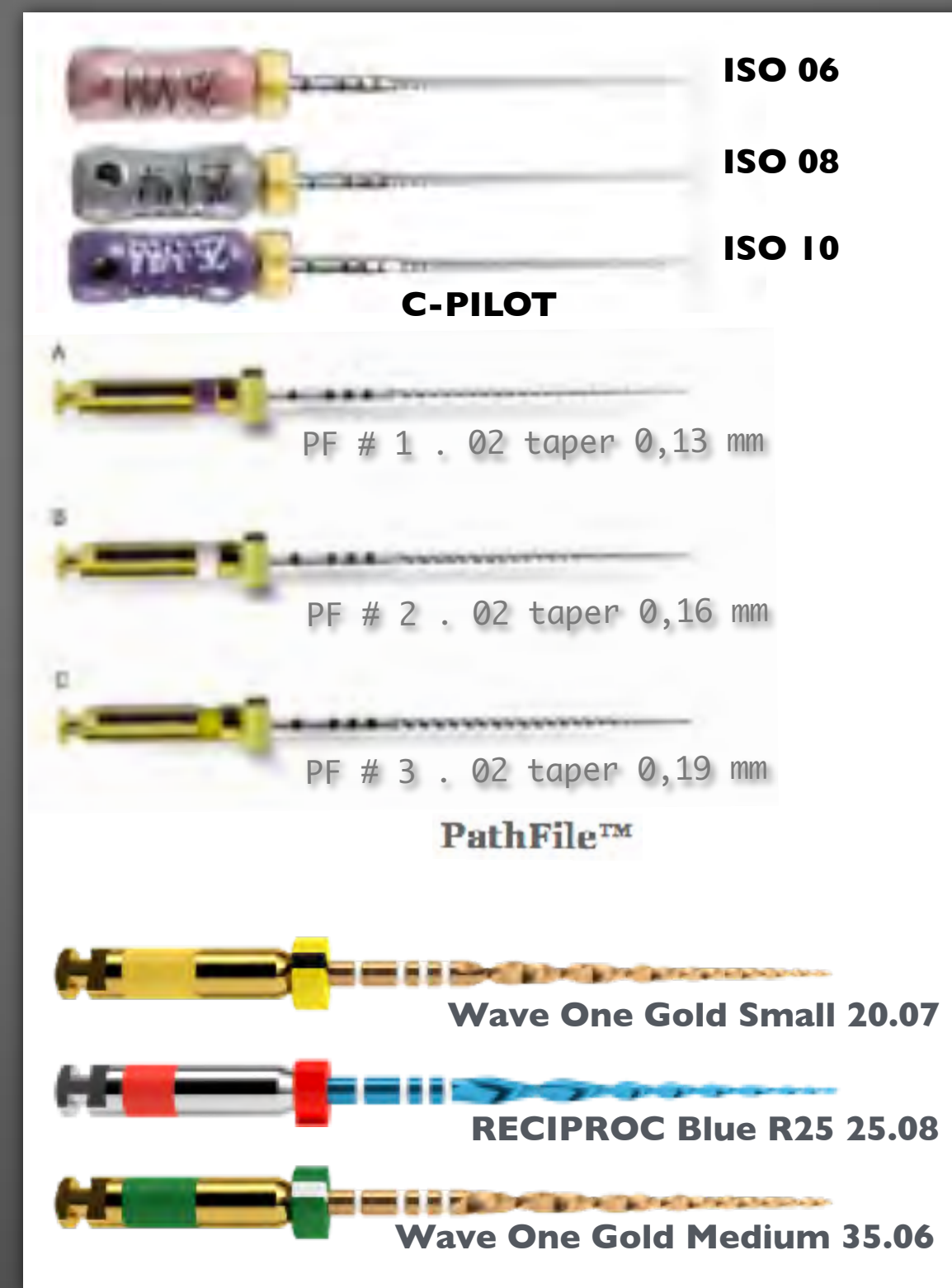
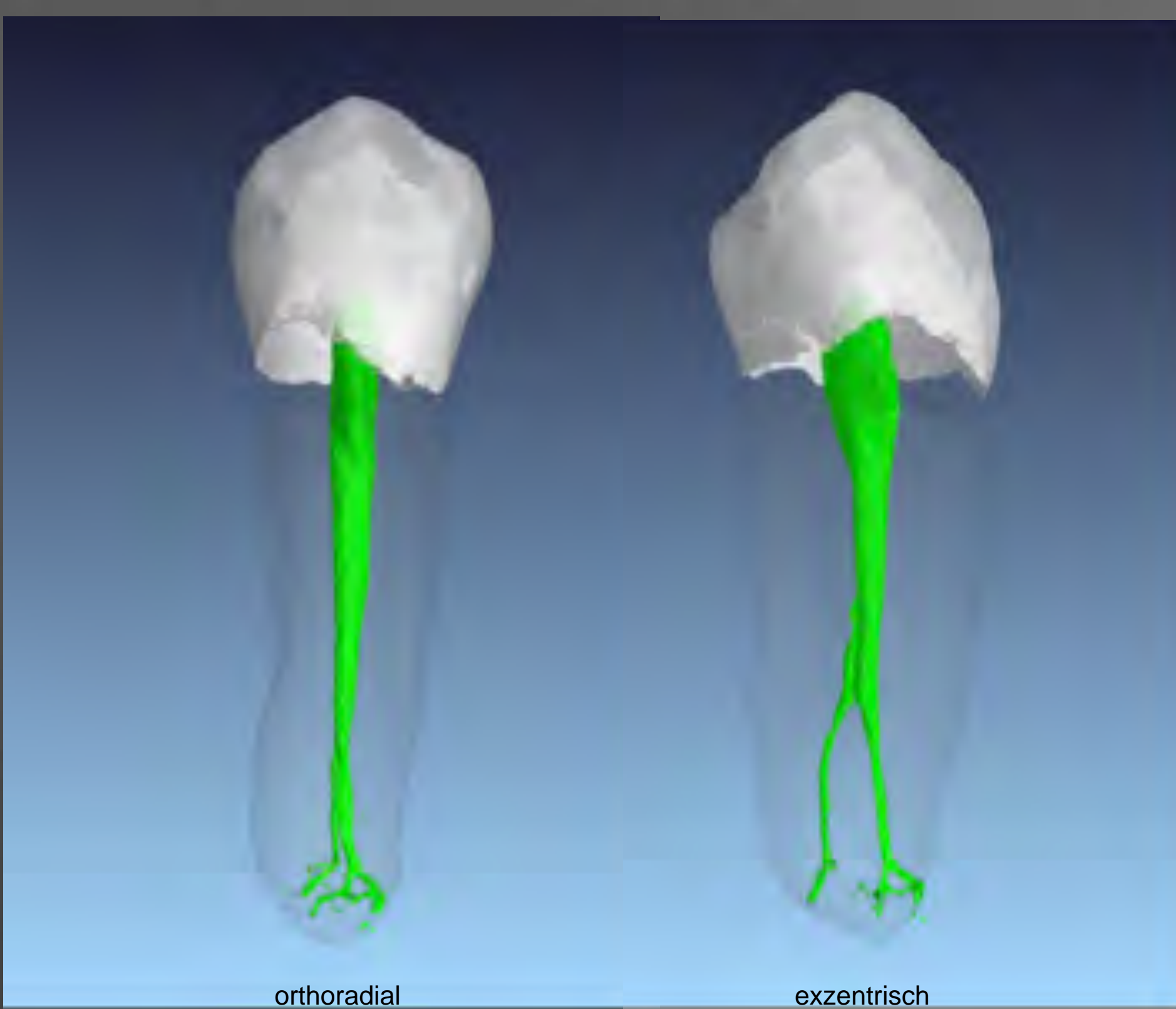
**Shaping ability** - 9 of 19 studies reported less canal transportation by using the reciprocating motion (in vitro) but not clinically significant

**Debris extrusion** - 14 studies with conflicting and controversial results. Reciprocating instruments tended to extrude more dentin debris than the continuous rotating instruments.

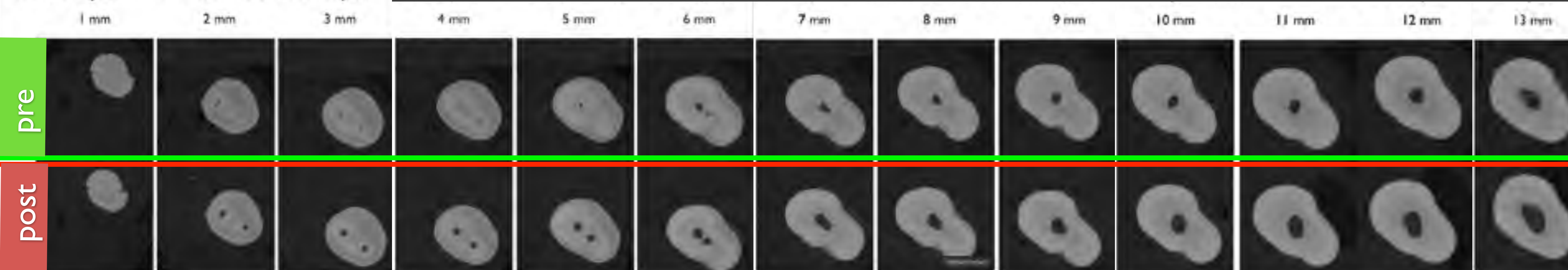
**Defects or cracks** 2 of 13 of the studies claimed the reciprocating motion produced more dentinal defects than the continuous rotating motion, but many of the studies showed conflicting and controversial results

(Instrumente: Reciproc, WaveOne, ProTaper, Twisted File, Mtwo, ProFile, K3, K3XF, Hyflex, Race)





## 2D-Analyse in 1mm-Schritten vom Apex





F. Paque, C. Boessler & M. Zehnder:  
Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps;  
International Endodontic Journal, 44, 148-153, 2011

60 UK-Molaren, 4 Gruppen

1. Scan

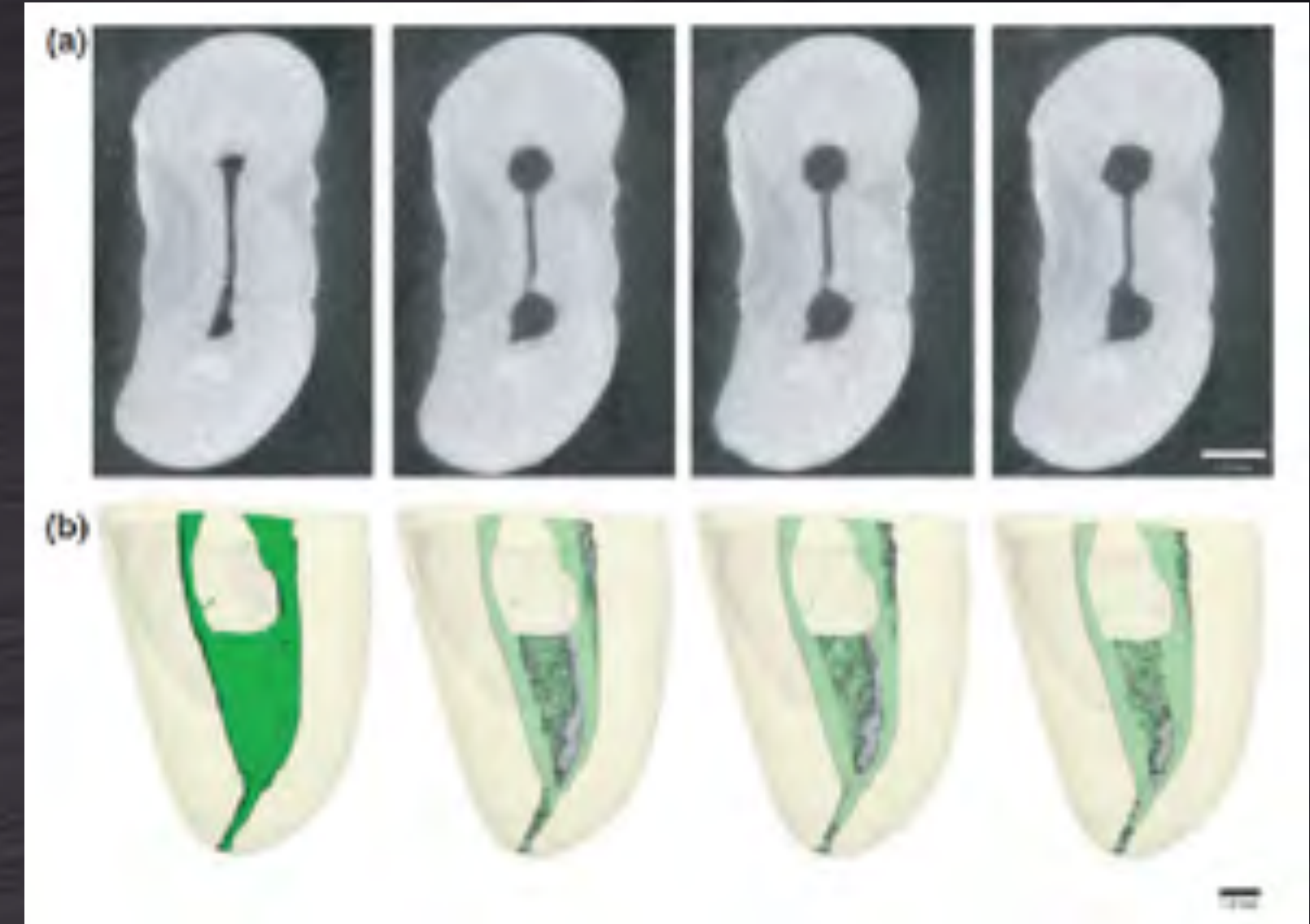
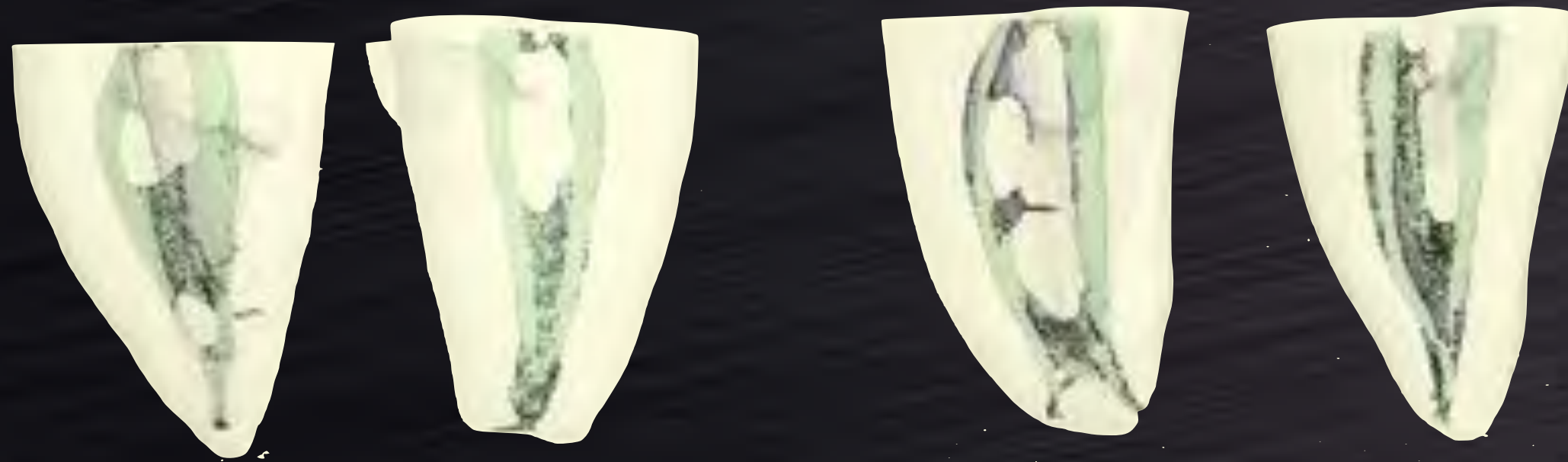
ProTaper

Mtwo

WaveOne

Reciproc

2. Scan, Auswertung



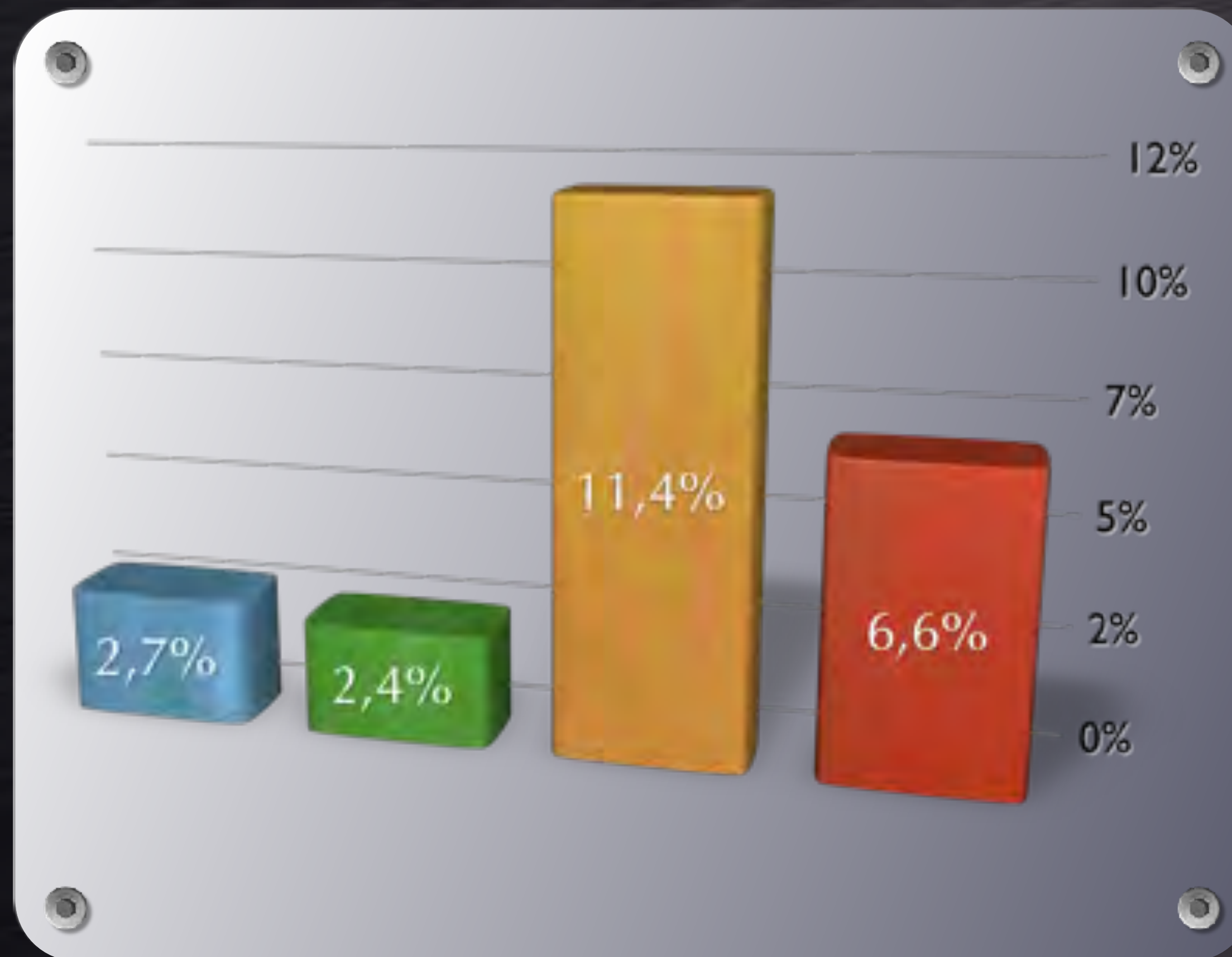


F. Paque, C. Boessler & M. Zehnder:

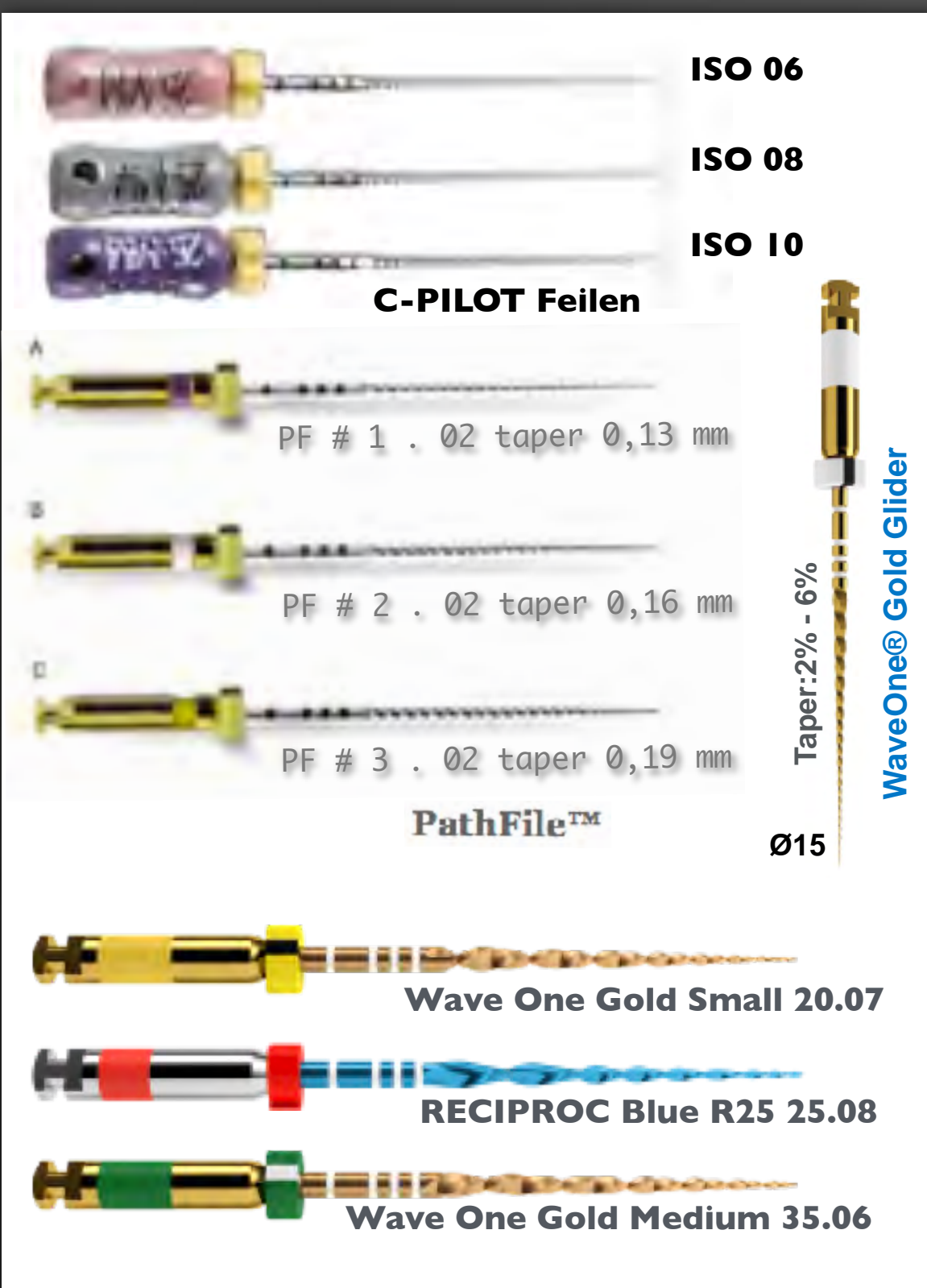
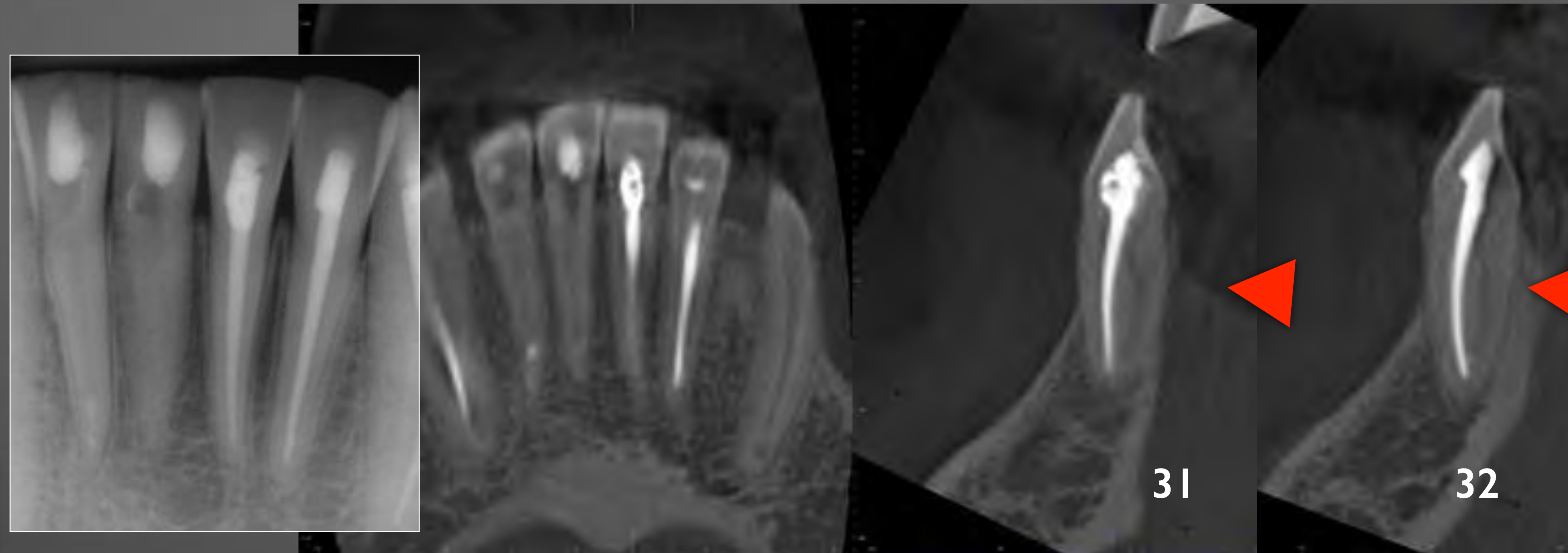
Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps;  
International Endodontic Journal, 44, 148-153, 2011

## Originales Kanalvolumen, das mit Hartgewebsdebris gefüllt war (nach Präparation und nach Abschlusspülung)

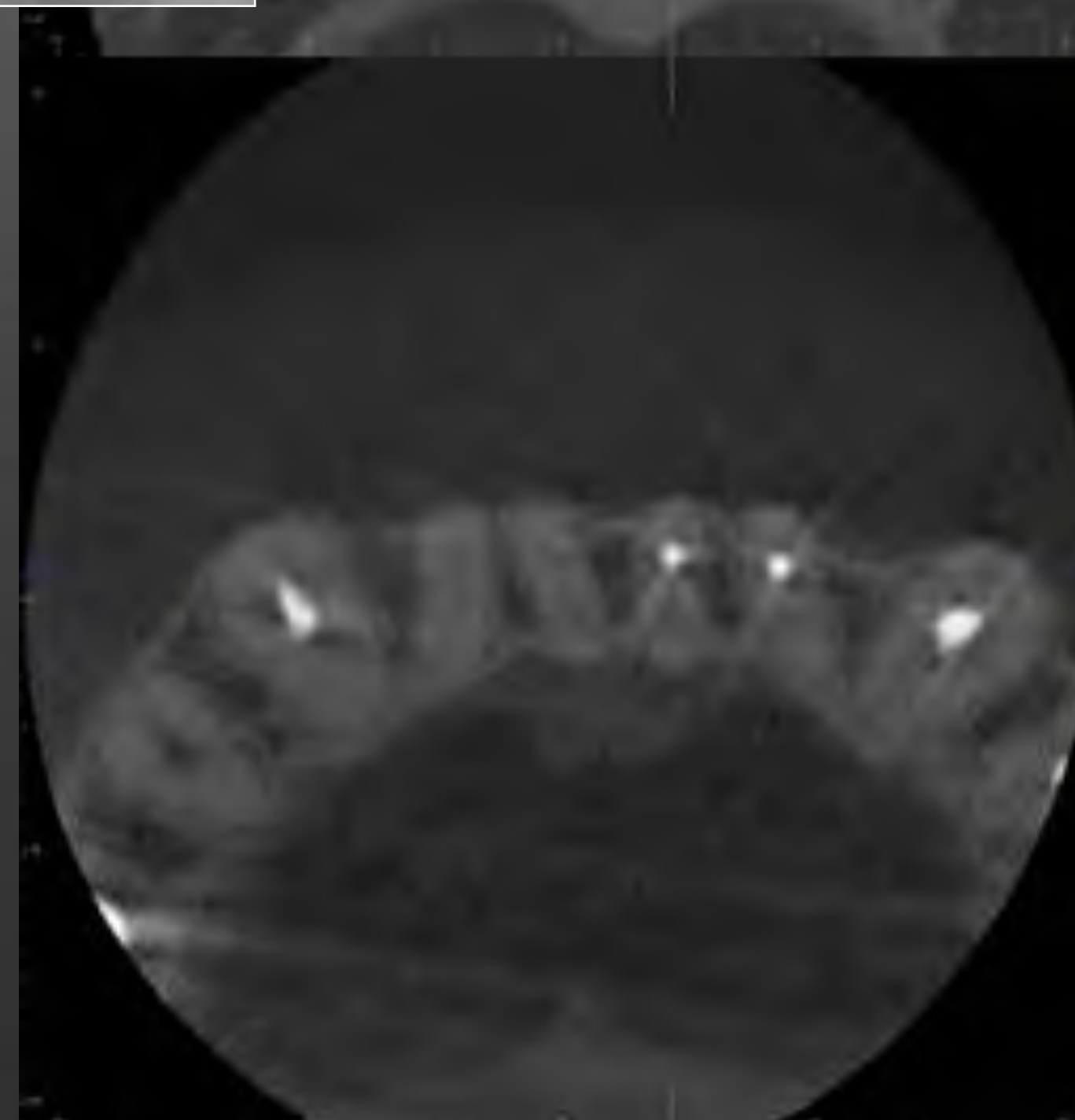
ProTaper  
Mtwo  
WaveOne  
Reciproc



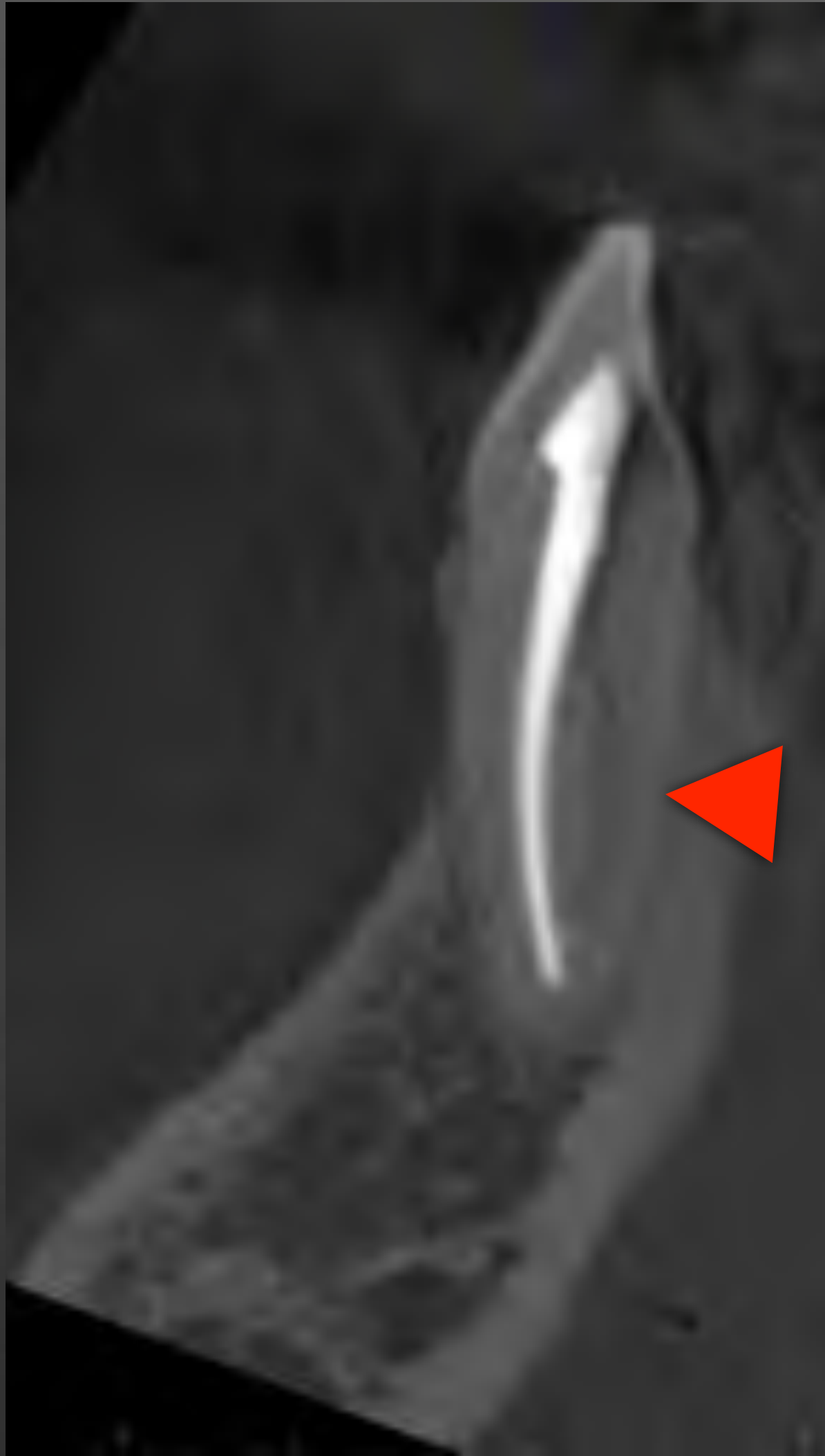




25 - 40%  
incidence of  
two canals in  
lower incisors

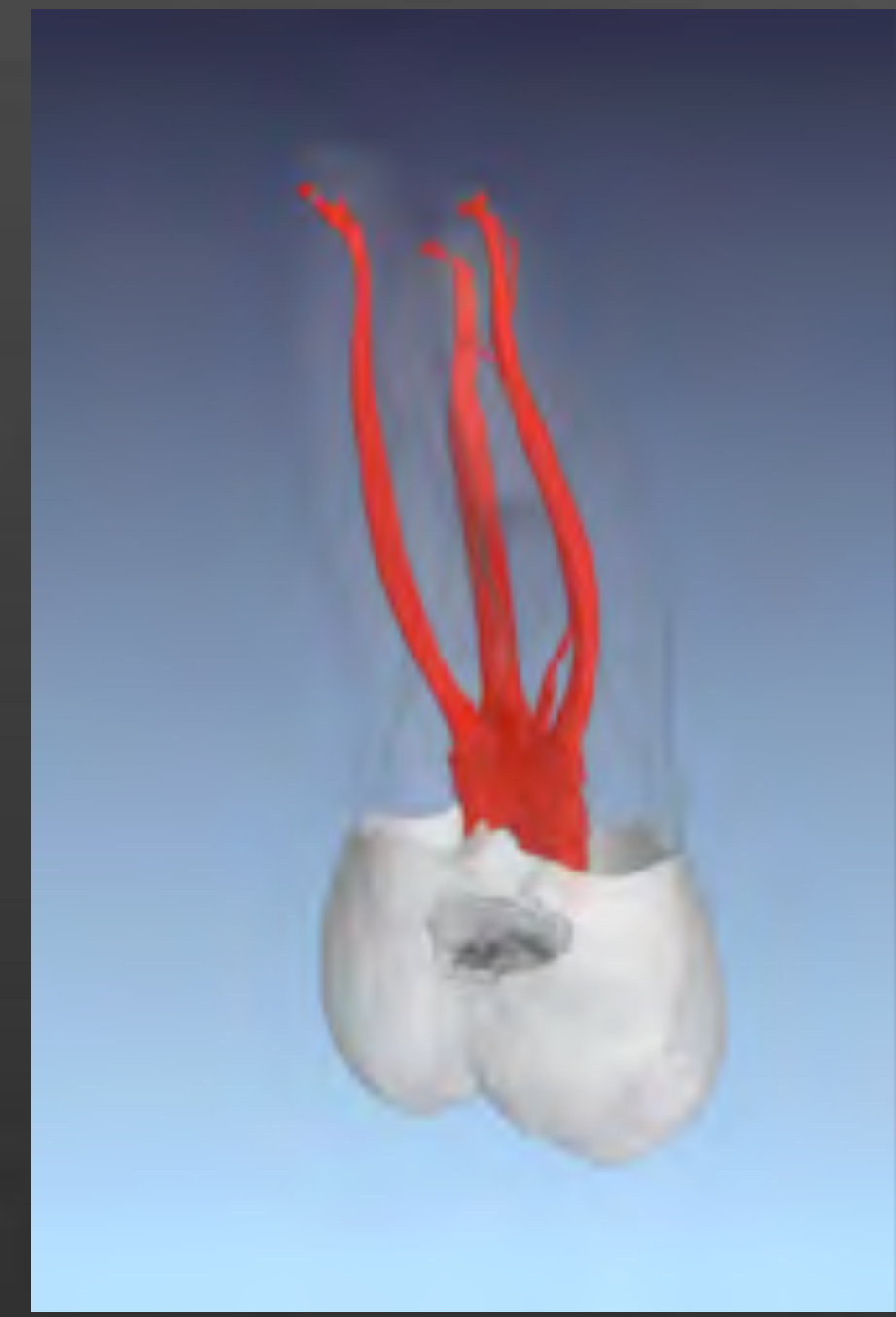
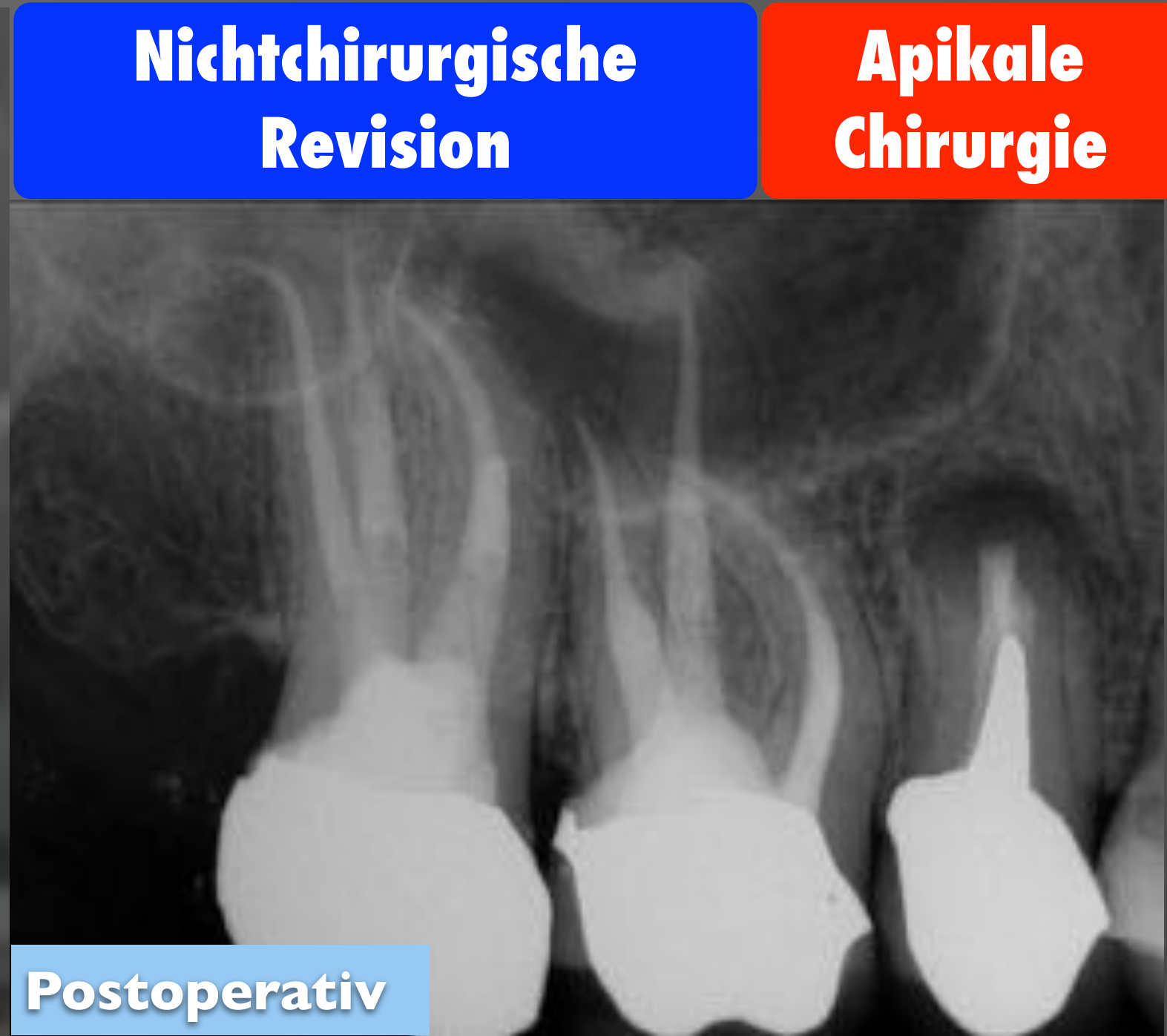
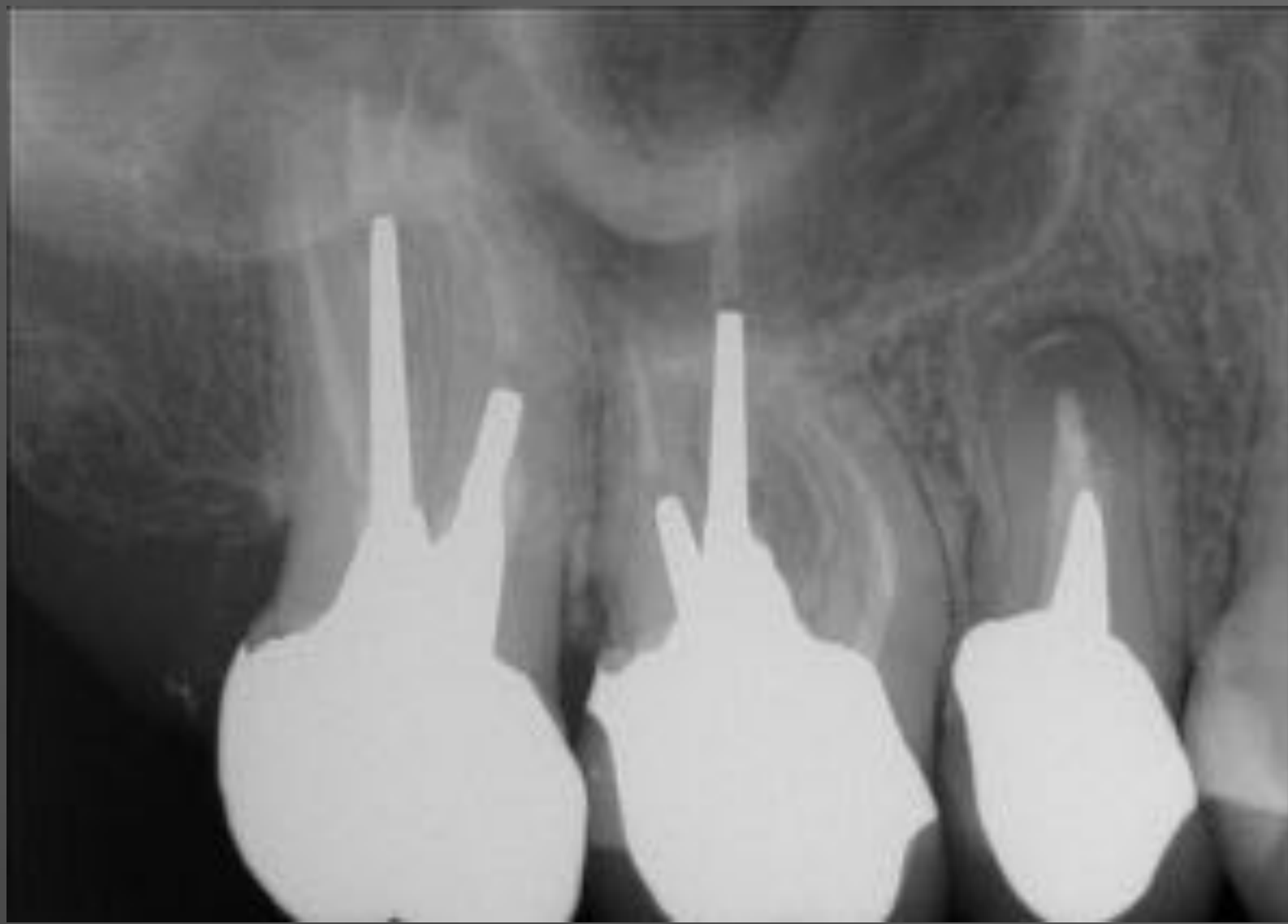






**25 - 40% incidence of two canals in lower incisors**





CBCT coronal sections

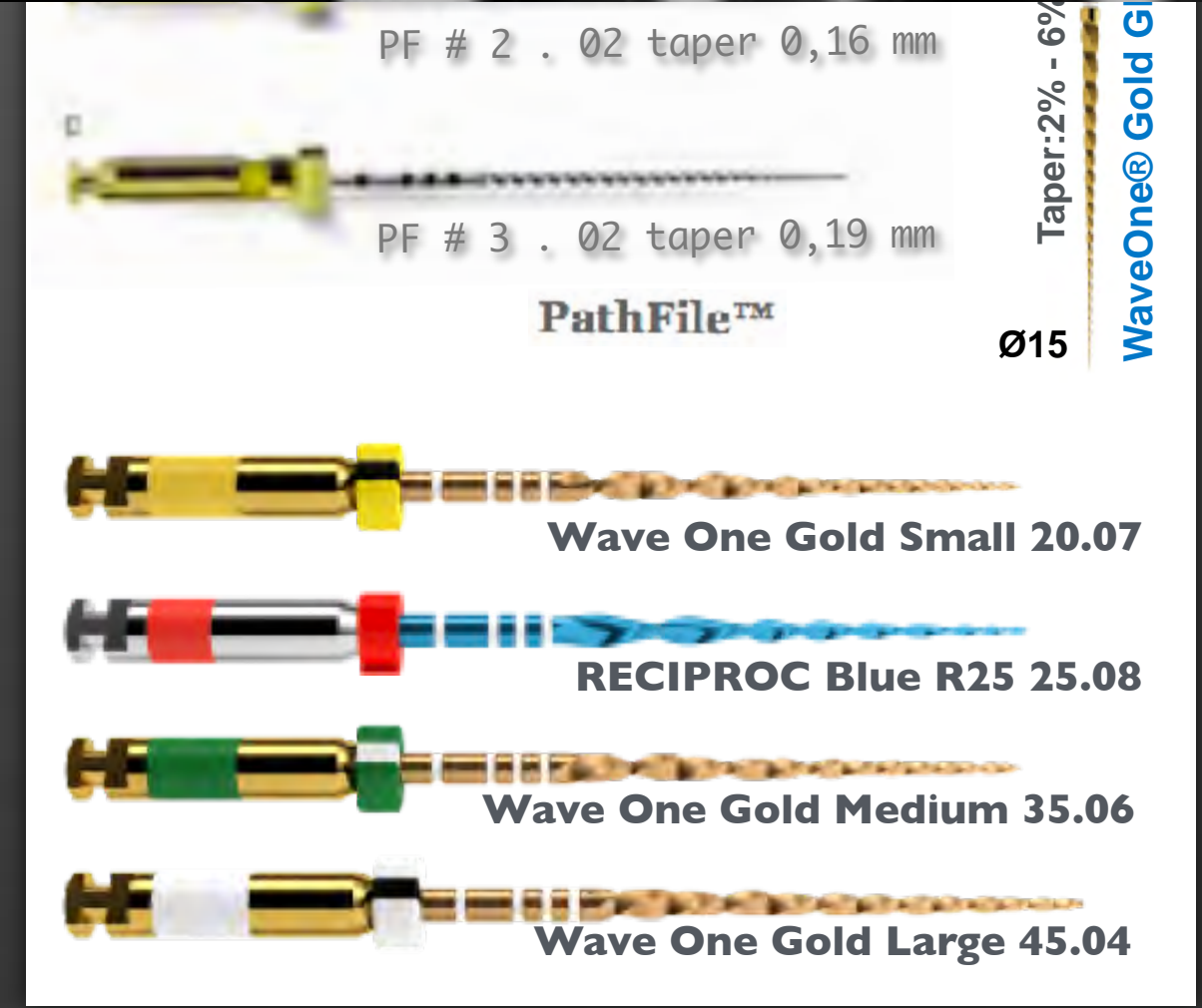
#16

#15

Nichtchirurgische  
Revision

Apikale  
Chirurgie

Postoperativ





**Nichtchirurgische  
Revision**

**Apikale  
Chirurgie**





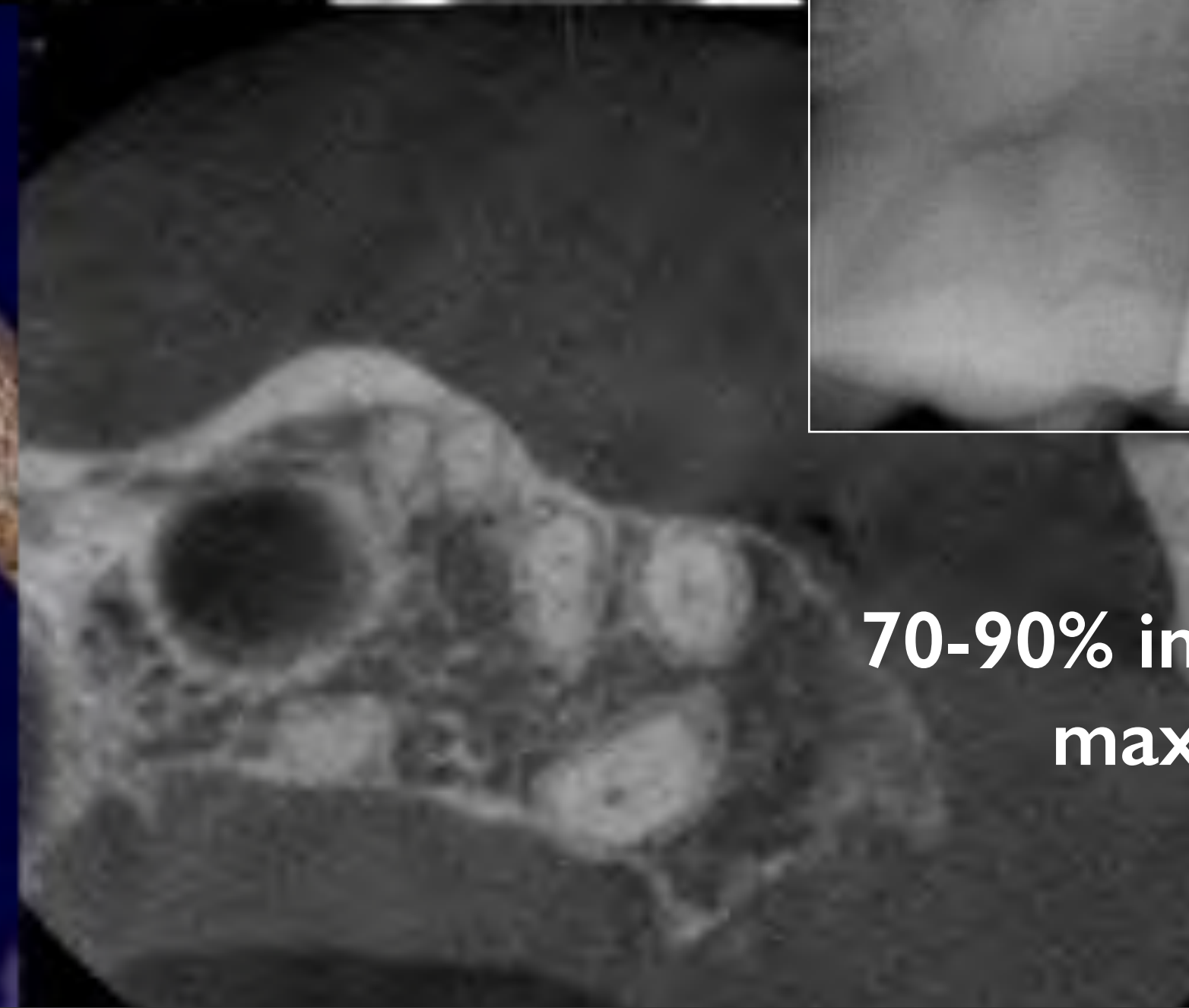
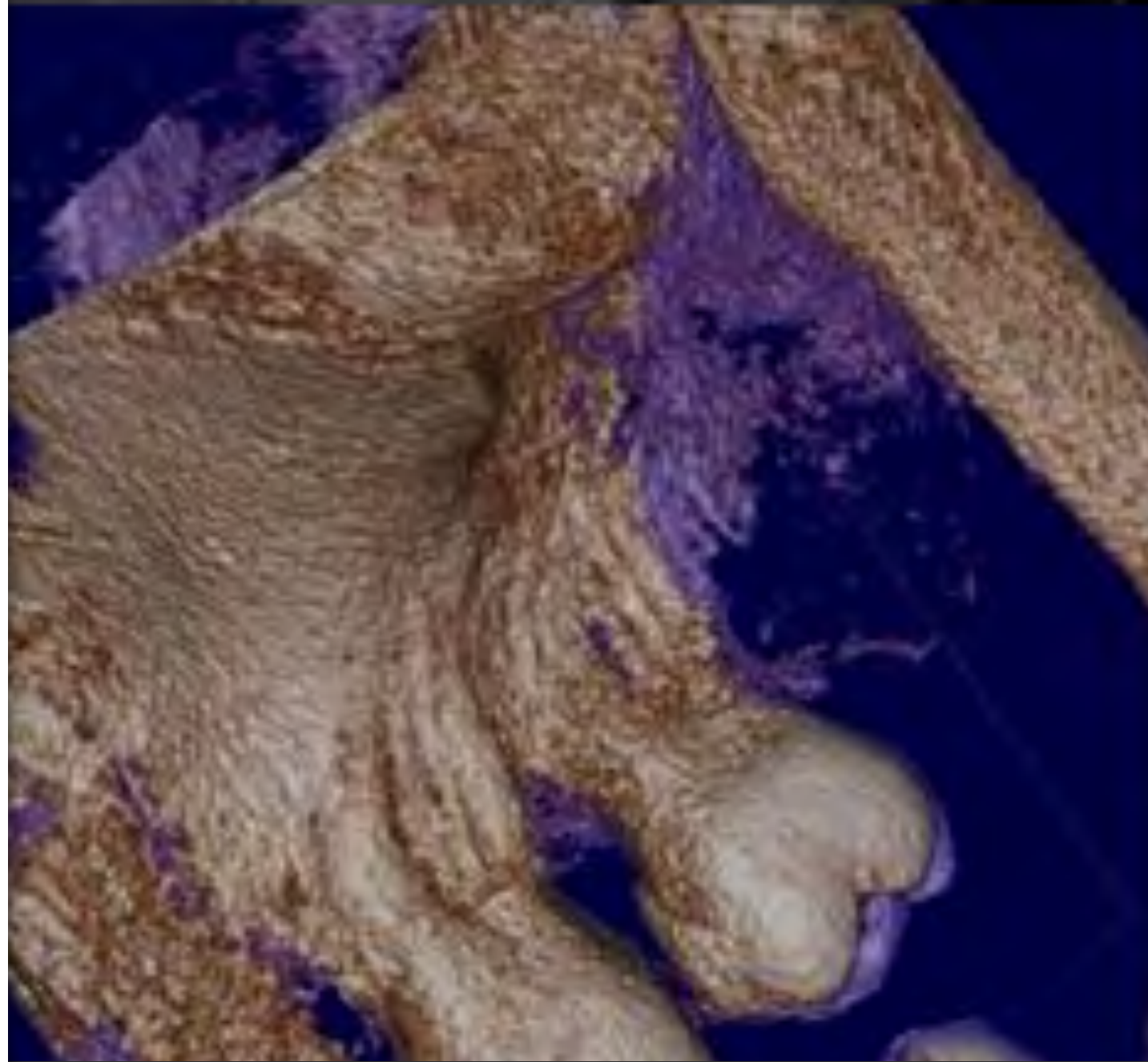
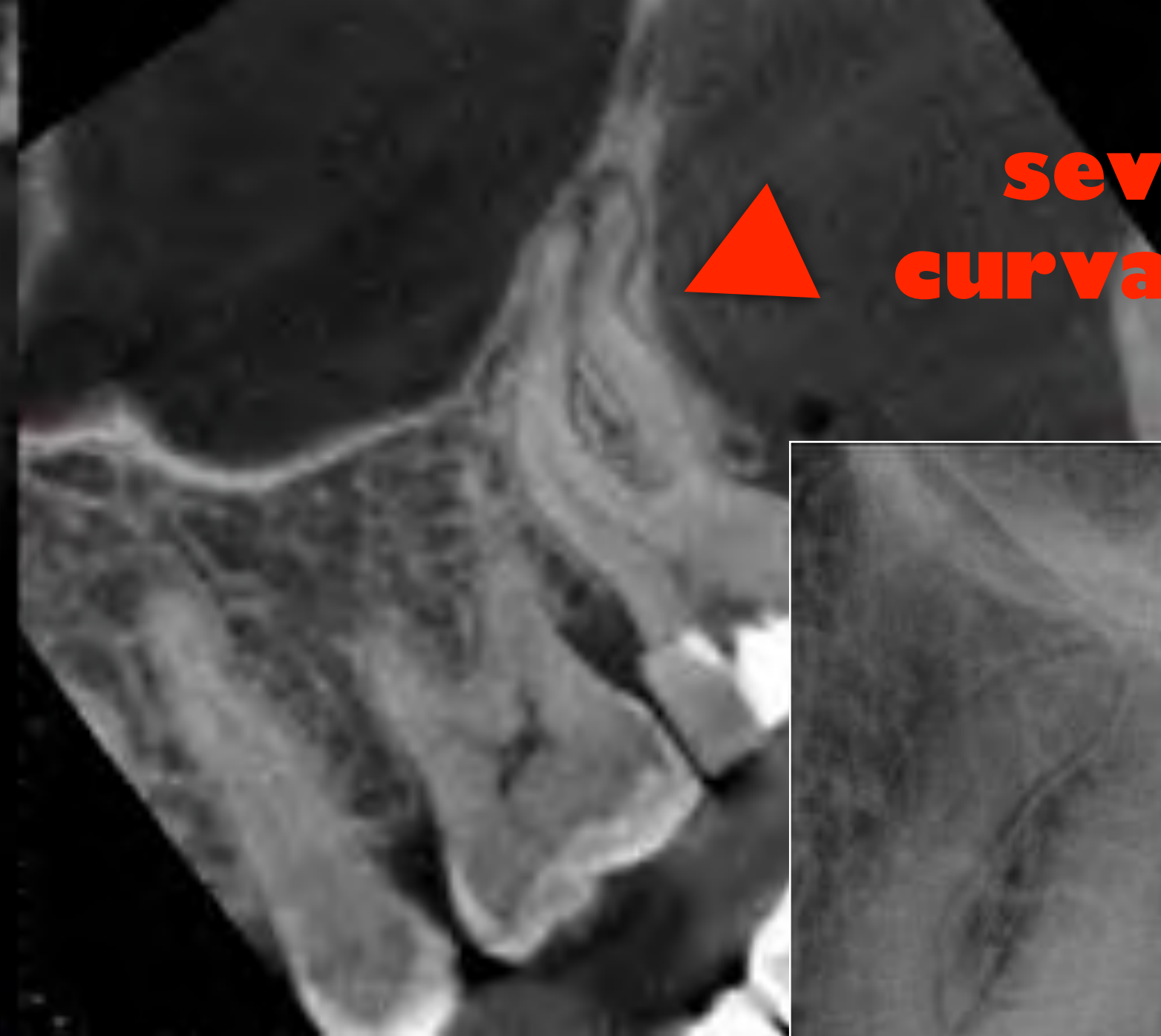
# ANATOMIE MOLAREN OK



- OK 6 mb: 2 Kanäle bis 95%
- OK 7 mb: 2 Kanäle bis 60%

- OK 6 / OK 7 d: 1 Kanal in 90-100%
- OK 6 / OK 7 p: 1 Kanal in 95-100%





**70-90% incidence of MB2 in maxillary molars**

**ISO 06**

**ISO 08**

**ISO 10**

**C-PILOT Feilen**

**PathFile™**

**Wave One Gold Small 20.07**

**RECIPROC Blue R25 25.08**

**Wave One Gold Medium 35.06**

**WaveOne® Gold Glider**

**Taper: 2% - 6%**

**Ø15**

**PF # 1 . 02 taper 0,13 mm**

**PF # 2 . 02 taper 0,16 mm**

**PF # 3 . 02 taper 0,19 mm**

**ISO 06**

**ISO 08**

**ISO 10**

**Wave One Gold Small 20.07**

**RECIPROC Blue R25 25.08**

**Wave One Gold Medium 35.06**

**WaveOne® Gold Glider**

**Taper: 2% - 6%**

**Ø15**

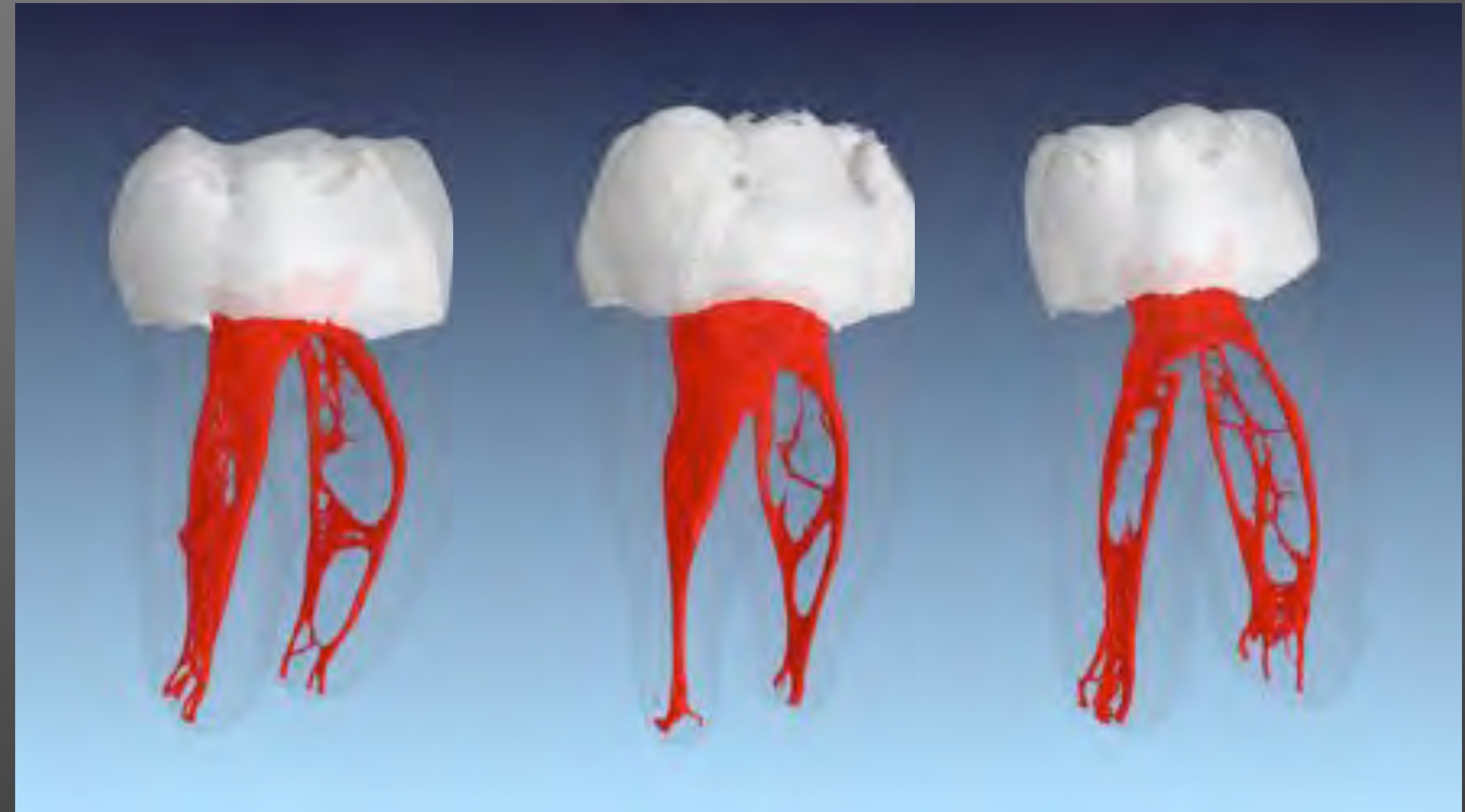




# ANATOMIE MOLAREN UK



UK 6 m: 2 Kanäle in 95-100%  
UK 6 d: 2 Kanäle in 30-45%



UK 7 m: 2 Kanäle in 75-95%  
UK 7 d: 2 Kanäle in 10-25%



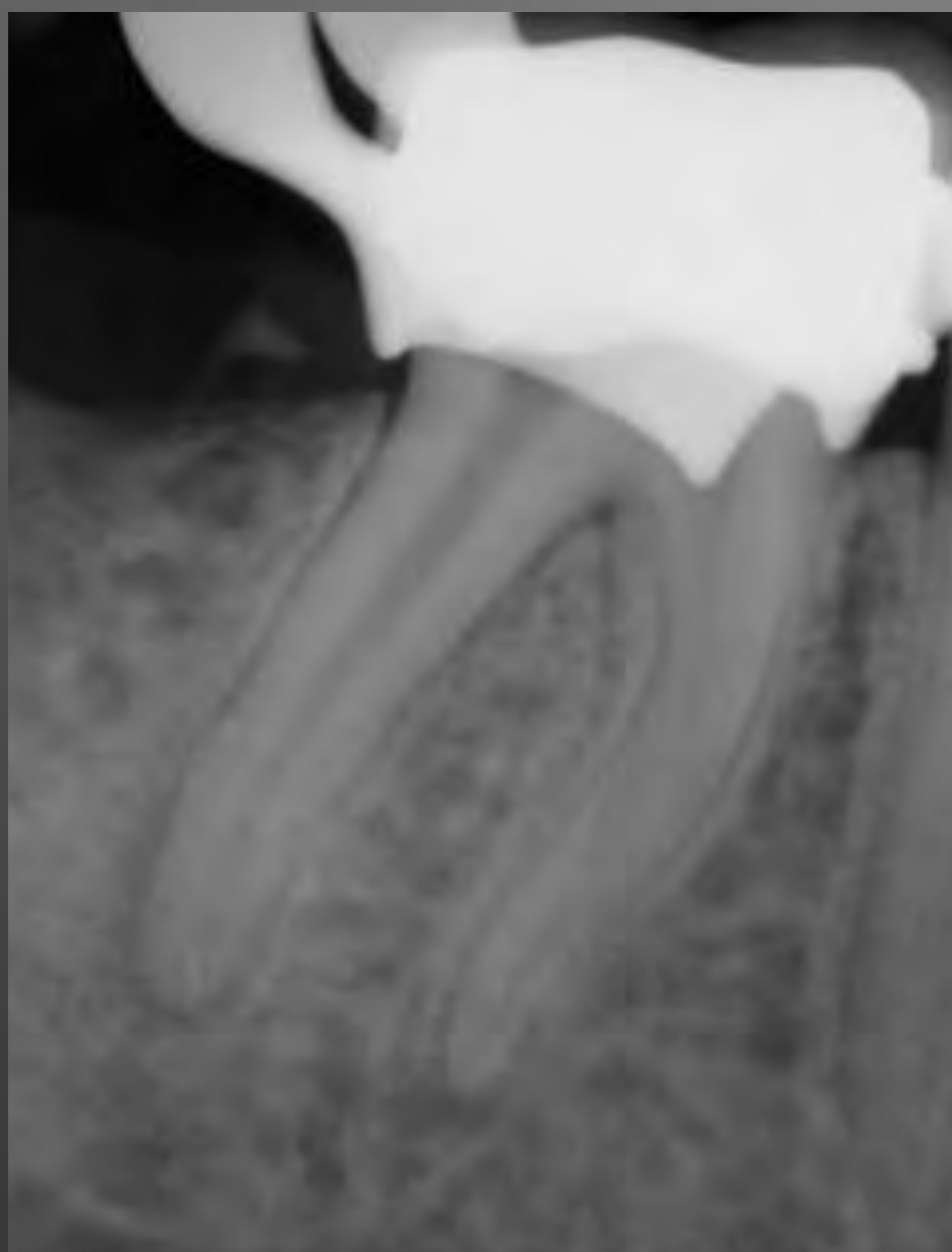
# ANATOMIE MOLAREN UK



UK 6 m: 2 Kanäle in 95-100%  
UK 6 d: 2 Kanäle in 30-45%

UK 7 m: 2 Kanäle in 75-95%  
UK 7 d: 2 Kanäle in 10-25%







# Empfehlungen für die maschinelle Instrumentierung

- Kofferdam, Vergrößerung und Licht (Lupe, Mikroskop)
- Zugangskavität (präendodontischer Kompositaufbau)
- Gleitpfad (manuell, maschinell)
- elektrometrische Längenbestimmung und -kontrolle
- NaOCl nach jedem Instrument(-eneinsatz)
- Instrumente adäquat WK-Anatomie
- Einweginstrumente





[tom@tomschloss.de](mailto:tom@tomschloss.de)

