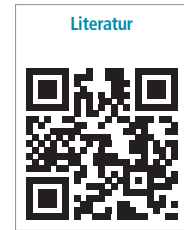
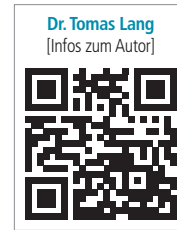


Das SAF-System nutzt ein neues Konzept der Formgebung, bei dem eine gleichmäßige Dentinschicht vom gesamten Umfang des Wurzelkanals abgetragen und nicht wie mit anderen rotierenden Feilensystemen der gesamte Wurzelkanal durch ein rundes Bohrloch instrumentiert wird. Dadurch kann nicht nur ein unnötiger übermäßiger Abtrag gesunden Dentins vermieden, sondern auch eine zielgerichtete Aufbereitung aller erreichbaren Kanalabschnitte erzielt werden. Mit der SAF lässt sich sanft schmirgeln, anstatt aggressiv fräsen zu müssen wie mit rotierenden Feilen. Dadurch werden auch Dentinfraktionen (Mikrorisse) im verbleibenden Wurzeldentin vermieden, wie sie sonst häufig bei der Verwendung rotierender Feilensysteme entstehen.



## SAF-System – Teil 4: Erhaltung der Integrität der Zahnwurzel

Dr. Tomas Lang, Prof. Zvi Metzger

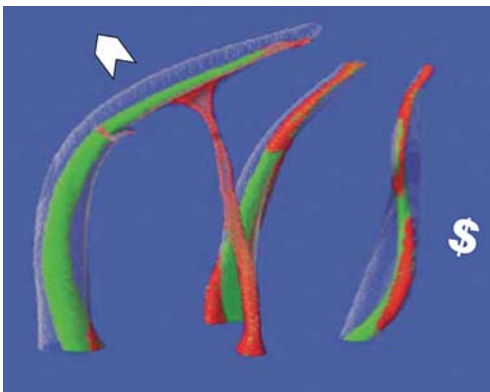
Trotz Wurzelkanalbehandlung soll der Zahn dem Patienten lebenslang erhalten bleiben. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten Verfahren verwendet werden, die die Integrität des verbleibenden Wurzeldentins so wenig wie möglich schwächen. Grundsätzlich gibt es hier zwei Risikofaktoren, die eine vertikale Wurzelfraktur (VWF) begünstigen. Der eine ist ein exzessiver Abtrag gesunden Dentins und der andere die Bildung von Dentinfrak-

tionen (Mikrorissen), die sich zu einem späteren Zeitpunkt zu kompletten vertikalen Wurzelfrakturen (VWF) entwickeln können und in der Regel damit zu Zahnverlust führen. Die Ansicht, was eine anzustrebende Ausformung des Wurzelkanals (Shape) ausmacht, hat sich im Laufe der Jahre verändert. Während die starke Erweiterung des Wurzelkanals früher als ein Hinweis für eine gute Wurzelkanalaufbereitung angesehen wurde, wird sie heute negativ bewertet. Es hat sich herausgestellt, dass der zu starke Abtrag von Wurzeldentin die Wurzel schwächt und daher vermieden werden sollte.<sup>87</sup> In geraden, runden und engen Wurzelkanälen ist es eventuell möglich, den gesamten Umfang des Wurzelkanals in die Aufbereitung einzubeziehen. Versuche, dies mit rotierenden Feilen in gekrümmten oder ovalen Wurzelkanälen zu erreichen, führen häufig zu einem übermäßigen Abtrag gesunden Dentins. In gekrümmten Kanälen verlagern die dickeren rotierenden Feilen den apikalen Kanalanteil in Richtung der Außenseite der Krümmung (Abb. 23).<sup>5</sup> In s-förmigen Kanälen kann es passieren, dass bei

einer Aufbereitung mit rotierenden Instrumenten der Kanal durch den übermäßigen Dentinabtrag auf der Innenseite der koronalen Krümmung und der Außenseite der apikalen Krümmung begradigt wird (Abb. 23).<sup>5</sup> Beide Ereignisse treten aufgrund der relativ hohen Steifigkeit der dickeren rotierenden Feilen auf, was durch ihren festen zentralen Metallschaft bedingt ist. Die dünneren rotierenden Feilen sind recht flexibel, jedoch sind die in den Endphasen der Aufbereitung verwendeten Feilen dicker und damit steifer.

### Geringer Dentinabtrag

Die SAF besitzt keinen zentralen Metallschaft. Sie ist extrem flexibel und neigt daher weniger dazu, gekrümmte und s-förmige Kanäle zu verlagern oder zu begradigen (Abb. 24). Bei der Instrumentierung von Kanälen in gekrümmten mesialen Wurzeln der unteren Molaren muss die „Gefahrenzone“ auf der distalen Seite dieser Wurzeln berücksichtigt werden. Häufig ist eine longitudinale Vertiefung auf der distalen Seite der



**Abb. 23:** Kanalverlagerung und -begradigung durch rotierende Feilen. Während die dünneren Instrumente (wie die S1) der Krümmung oder der S-Form des Kanals folgen konnten, waren die dickeren Instrumente steifer, verlagerten den palatinalen Kanal (Pfeil) und begradigten den s-förmigen Kanal (S-Zeichen).



## Varios 970 iPiezo engine

LED



### FOLGEN SIE IHRER INTUITION

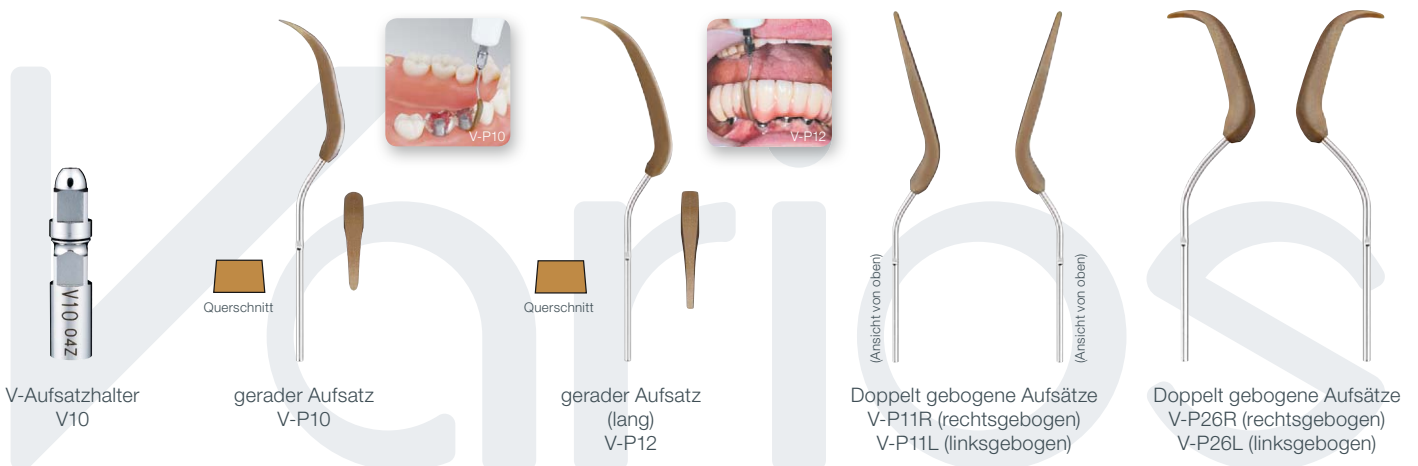
Die intuitive NSK iPiezo-Steuerung für effizienteres Behandeln in allen klinischen Anwendungsbereichen zeichnet das elegante und vielseitige Ultraschallgerät Varios 970 aus. In Verbindung mit einer breiten Auswahl an Aufsätzen sind die Anwendungsmöglichkeiten des schlanksten und leichtesten Ultraschall-Handstücks fast grenzenlos: von der Parodontologie, der Zahnsteinentfernung und endodontischen Anwendung bis hin zur Implantaterhaltung.

- Großes LED-Display: alle Arbeitsparameter logisch angeordnet und klar sichtbar
- Leicht wechselbare 400-ml-Flaschen: für jede Anwendung die richtige Spüllösung sofort zur Hand
- Auto Cleaning Modus: Spülung der Kühlmittelwege auf Knopfdruck
- iPiezo-Steuerung: Feedback Funktion und Auto Tuning Modus stellen in Abhängigkeit von der zu behandelnden Zahnoberfläche und dem ausgeübten Druck des Behandlers immer die erforderliche Leistung zur Verfügung.



## Perio-Control Aufsätze

Dieses neue Sortiment an Aufsätzen aus Spezialkunststoff ermöglicht die sichere und wirkungsvolle Reinigung von Prothesen und Implantatoberflächen, ohne Schäden an Metallen oder Implantaten hervorzurufen.





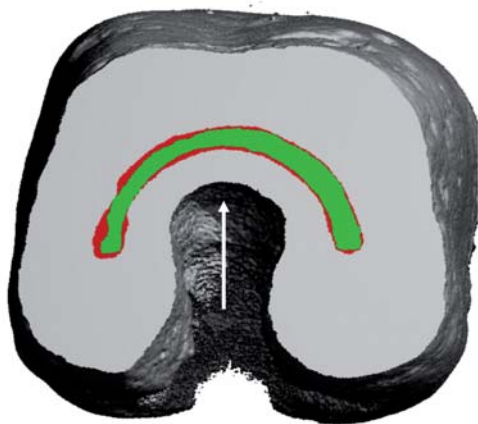
**Abb. 24a:** Präoperatives Röntgenbild (0° orthoradial) des Zahnes 27 mit akuter Symptomatik bei insuffizienter Wurzelkanalfüllung. – **Abb. 24b:** Kontrollaufnahme nach SAF-Aufbereitung und thermoplastischer Obturation (45° distal-exzentrisch). – **Abb. 24c:** Kontrollaufnahme nach Obturation (0° orthoradial). S-förmige Anatomie blieb gut erhalten, Reinigung und Wurzelkanalfüllung der palatinal im apikalen Drittel gelegenen internen Resorption gelang sehr gut.

Wurzel vorhanden, die auf einer periapikalen 2-D-Röntgenaufnahme erkennbar ist. Eine übermäßige Erweiterung in Verbindung mit der Begradigung der Krümmung des Kanals kann zu einer gefährlichen lokalen Verdünnung des verbleibenden distalen Dentins in diesem Bereich führen, was VWF begünstigt, wenn während der lateralen Verdichtung zusätzliche Spannungen erzeugt werden. Ein solcher unbemerkter übermäßiger Dentinabtrag kann auch in diesem Bereich eine Strip-Perforation verursachen. Die SAF basiert auf einem minimalinvasiven Ansatz, bei dem nur eine dünne gleichmäßige Dentinschicht vom gesamten Umfang des Kanals abgetragen wird. Diese Tatsache macht die SAF, in Verbindung mit der geringeren Neigung zur Begradigung gekrümmter

Wurzelkanäle, zu einem sicheren Instrument, was die Aufrechterhaltung der Dentinintegrität betrifft.

Die Diskrepanz zwischen der apikalen Größe zahlreicher rotierender Feilen (z. B. ISO-Größe 25) und dem tatsächlichen Querschnitt des apikalen Anteils vieler Kanäle führte zur Empfehlung, größere apikale Aufbereitungen vorzunehmen, um den gesamten Umfang der Kanalwand bei einer runden apikalen Aufbereitung einzubeziehen.<sup>88,89</sup> Das bedingt häufig einen übermäßigen Dentinabtrag, der von denjenigen, die diese Methode empfehlen, als unvermeidbar angesehen wird, wenn eine gründliche Reinigung des apikalen Kanalanteils gewünscht wird. Die SAF hingegen passt sich der Form des Kanals an, ganz gleich, ob er rund, oval oder dreieckig ist, und trägt vom gesamten Umfang des Kanals eine dünne gleichmäßige Dentinschicht ab, sodass keine umfangreicheren apikalen Aufbereitungen nötig werden.<sup>20,22,41</sup>

Innovative Unterdruck-Spülsysteme, wie z. B. das EndoVac (SybronEndo), sind ein weiterer Grund für die übermäßige Erweiterung des apikalen Kanalanteils. Das System hat einen Durchmesser von ISO 32. Damit es aber gut wirksam ist, ist eine apikale Aufbereitung auf Größe 40/04 oder Größe 40/06 erforderlich.<sup>58,90</sup> Derartige Aufbereitungen sind in geraden Kanälen meist akzeptabel, können jedoch in vielen gekrümmten Wurzelkanälen unangebracht sein, da bei der Verwendung rotierender Feilen mit so hohen Durchmessern die Gefahr



**Abb. 25:** „Gefahrenzone“ in einem c-förmigen Kanal. Grün: vorher; Rot: nach Aufbereitung mit SAF. Bei Bearbeitung mit Ultraschallfeilen wäre die Gefahr der übermäßigen Wandstärkenverringering und strichförmigen Perforation sehr hoch gewesen.

einer Kanalverlagerung besteht. Eine derartig invasive apikale Erweiterung wäre gerechtfertigt, wenn es für die Reinigung keine schonendere Alternative gäbe. Da die SAF jedoch den apikalen Bereich des Wurzelkanals reinigen kann, ohne dass hierfür eine ausgedehnte Aufbereitung erforderlich ist, sollte die Erweiterung des apikalen Anteils gekrümmter Wurzelkanäle auf ein derartiges Ausmaß als unnötiger und übermäßiger Abtrag gesunden Dentins angesehen werden, insbesondere bei gekrümmten Wurzelkanälen. C-förmige Kanäle besitzen häufig ebenfalls eine „Gefahrenzone“, die auf periapikalen Röntgenaufnahmen nicht erkennbar ist (Abb. 25). Versuche der Instrumentierung derartiger Wurzelkanalkonfigurationen mit rotierenden oder Ultraschallfeilen kann durch den übermäßigen Dentinabtrag in der „Gefahrenzone“ in der Nähe der bukkalen oder lingualen Vertiefung der Wurzeloberfläche im Bereich der Furkation, die üblicherweise in diesen Zähnen vorhanden ist, den Zahn gefährden (Abb. 25). Aufgrund ihrer Funktionsweise stellt die SAF die nach dem heutigen Stand sicherste Möglichkeit zur Reinigung dieser komplexen Wurzelkanalsysteme dar (Abb. 25).<sup>22,41</sup>

### Weniger Mikrorisse

Jüngst wurde ein weiteres Element erkannt, dass die Integrität des verbleibenden Wurzeldentins gefährden kann: die Bildung von Mikrorissen im verbleibenden Wurzeldentin (Abb. 26).<sup>6,7,14,15,18,19,91</sup> Alle bisher getesteten konischen Nickel-Titan-Feilensysteme erzeugen bei einem hohen prozentuellen Anteil (18 bis 60 Prozent) der behandelten Wurzeln Mikrorisse.<sup>6,7,14,15,18,19,91</sup> Dieses Phänomen wurde zuerst von Shemesh et al.<sup>6</sup> erkannt und später von mehreren Forschungsgruppen untersucht. Die Tendenz reziproker Feilen, wie WaveOne und RECIPROC, derartige Mikrorisse zu erzeugen, ist drei Mal höher als bei ProTaper und Mtwo, ihren Vorgänger-Mehrfeilensystemen.<sup>91</sup> In mehr als zehn Fachartikeln, die in führenden Endodontiefachzeitschriften veröffentlicht wurden, wurde bereits eine solche Mikrorissbildung dokumentiert. Dennoch ignorieren

# ENDO POWER

mit COLTENE Neuheiten!

## 1 HyFlex™ EDM

- Bis zu **700%** höhere Bruchfestigkeit
- Speziell gehärtete Oberfläche
- Mit wenig Feilen zum Erfolg

## 2 CanalPro™ Syringe Fill Station

- Einhand-Dosierung
- Durchdachtes Design

## 3 GuttaFlow® bioseal

- Unterstützt aktiv die Regeneration im Wurzelkanal
- Ausgezeichnete Fließigenschaften



Extrem bruch-sichere NiTi-Feile für die schnelle Aufbereitung.

**Funkenerodiert!**



1



Edelstahl-Flaschenhalter mit Dosiermechanismus



2



**COMING SOON!**

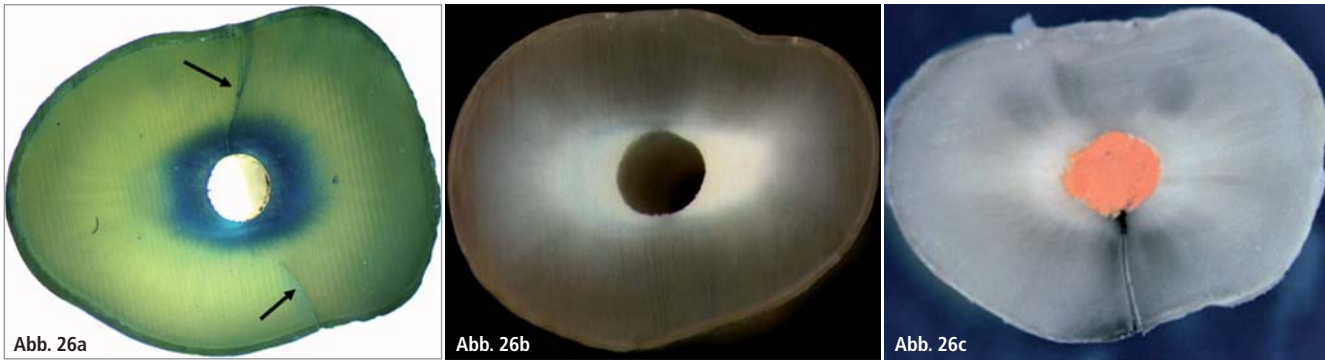
Bioaktives Obturationsmaterial

**Nicht nur füllen, sondern auch heilen!**



3



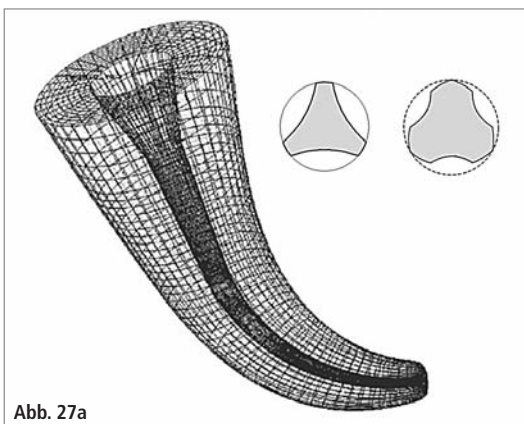


**Abb. 26a:** Mikrorisse im verbleibenden Dentin einer Wurzel, die mit rotierenden Feilen instrumentiert wurde. Der untere Pfeil zeigt einen partiellen Mikroriss mit Ursprung in der Wurzeloberfläche. Der obere Pfeil zeigt eine komplette Fraktur, die als VWF definiert werden kann (basierend auf Bürklein et al. 2013<sup>91</sup>). – **Abb. 26b:** Manuelle Instrumentierung: Keine Mikrorisse (mit freundlicher Genehmigung von Dr. Hagay Shemesh, Amsterdam). – **Abb. 26c:** Instrumentierung mit rotierenden Feilen führt bei 25 Prozent der Wurzeln zu Mikrorissen, fünf Prozent der Risse waren komplette Frakturen (VWF).

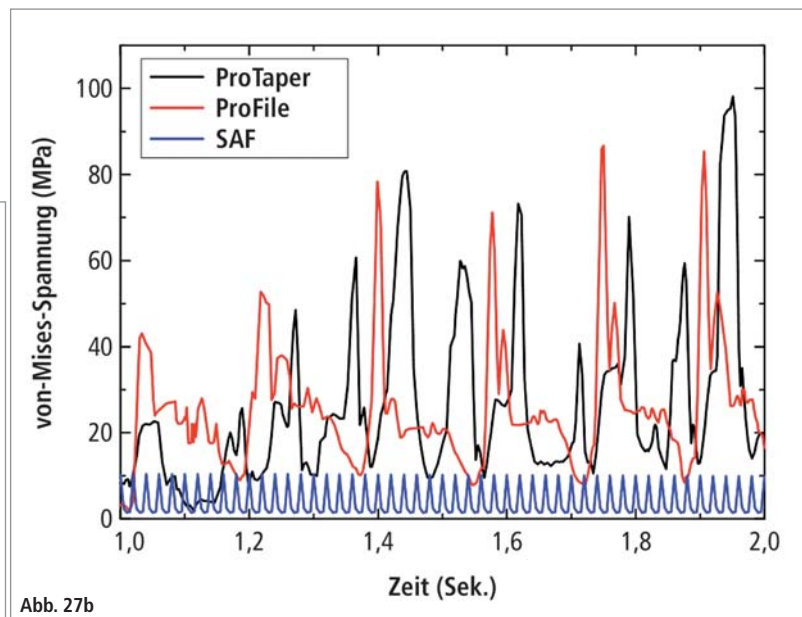
einige führende Experten des Berufsstandes dieses Phänomen oder verleugnen seine potenzielle Bedeutung als prädisponierenden Faktor für die Bildung von VWF. Kim et al. erklärten vor Kurzem die biomechanische Grundlage für das Phänomen der Dentinfraktionen.<sup>60</sup> Sie untersuchten anhand der Finite-Elemente-Methode die Spannungen, die im Wurzelkanal entstehen, wenn rotierende Feilen, wie beispielsweise die ProFile oder die ProTaper, in Wurzelkanälen zum Einsatz kommen (Abb. 27a). Ihren Erkenntnissen zufolge, kann die Spannung (von-Mises-Spannung), die an der äußeren Oberfläche des Wurzelkandens entsteht, bei Verwendung der ProTaper F3 und der ProFile Größe 30/06 Werte von jeweils 386 MPa und 311 MPa erreichen.<sup>60</sup> Der Bruchwiderstand des Dentins liegt bei 106 MPa, was bedeutet, dass diese Instrumente Spannungen erzeugen, die drei Mal höher sind als die Widerstandsfähigkeit des Dentins. Die dünneren

Instrumente, ProTaper F1 und ProFile Größe 20/06, erzeugten geringere Spannungswerte von jeweils 98 MPa und 88 MPa.<sup>92</sup> Daher ist die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Mikrorissen bei der Verwendung von rotierenden Feilen mit größeren Durchmessern höher. Feilen mit einem exzentrischen Querschnitt (ProTaper Next) senken das Risiko für Mikrorisse, können deren Ausbildung aber nicht vermeiden.<sup>93</sup> Die von der SAF während des Arbeitsverlaufs erzeugte Spannung wurde ebenfalls von derselben Gruppe untersucht und lag hier bei etwa 10 MPa (Abb. 27b).<sup>92</sup> Dieses Ergebnis deckt sich mit der Erkenntnis, dass die SAF sehr wenige<sup>18</sup> bzw. keine<sup>15</sup> Mikrorisse im Wurzelkandens erzeugt. Dieser deutliche

Unterschied zwischen der SAF und konischen rotierenden Feilen lässt sich durch ihre unterschiedlichen Wirkungsmechanismen erklären. Rotierende Feilen besitzen Schneiden der einen oder anderen Form, mit denen der Wurzelkanal gefräst wird, d. h. es wird ins Dentin geschnitten. Die SAF hingegen besitzt keine Schneiden und trägt das Dentin stattdessen mit einer schleifenden Bewegung ab, wie in etwa bei der Verwendung von Sandpapier. Daher erzeugt das Wirkprinzip der SAF keine starken Spannungen am Wurzelkandens.<sup>92</sup> Die mögliche klinische Signifikanz von Mikrorissen, die durch rotierende Feilen entstehen, wurde in zwei Studien von Shemesh et al. dargelegt.<sup>5,94</sup> Wenn die Obturation der Kanäle, die mit rotieren-



**Abb. 27a**



**Abb. 27b**

**Abb. 27a:** Modell der Finite-Elemente-Methode eines Wurzelkanals. Spannungswerte bei Verwendung der ProTaper F3 und der ProFile Größe 30/06 drei Mal höher als der Bruchwiderstand von Dentin (basierend auf Kim et al. 2010<sup>60</sup>). – **Abb. 27b:** Die von-Mises-Spannung, die durch die Bewegung der ProFile Größe 20/06, ProTaper F1 und die SAF erzeugt wurde, in einem FEM-Modell. Schwarz: ProTaper F1; Rot: ProFile Nr. 20/06; Blau: SAF.

den Feilen aufbereitet wurden, durch laterale Verdichtung erfolgte, erhöhte sich die Inzidenz kompletter Frakturen (VWF) von fünf Prozent alleine nach der rotierenden Aufbereitung auf bis zu 30 Prozent, wenn zusätzliche Spannungen durch die laterale Verdichtung auftreten (Abb. 26c).<sup>5</sup> Ähnlich wurde bei einer Revision an Wurzeln, die ursprünglich mit rotierenden Feilen aufbereitet und dann verschlossen wurden, eine erhöhte Inzidenz kompletter Frakturen festgestellt.<sup>93</sup> Aus diesen Daten lässt sich schlussfolgern, dass sich durch zusätzliche Spannung an einer Wurzel mit Mikrorissen, die durch eine rotierende Aufbereitung entstanden sind, komplette Frakturen (VWF) entwickeln können.

## Ausblick

Bisher liegen keine klinischen Studien hinsichtlich der Auswirkung wiederholter okklusaler Kräfte vor, die während des Kauens oder durch okklusale Parafunktionen im Laufe der Jahre auf Zähne mit Mikrorissen in der Wurzel wirken. Dennoch deutet die Fachrichtung der Bruchmechanik im Allgemeinen darauf hin, dass katastrophale (komplette) Frakturen in Materialien mit Mikrorissen beginnen, die sich allmählich unter dem Einfluss wiederholter Spannungen ausdehnen.<sup>94</sup> Es ist davon auszugehen, dass sich Dentin in dieser Hinsicht nicht von anderen Biomaterialien unterscheidet. In der Endodontie ist die Forschung zu diesem Thema noch jung. Gerade weil wir den langfristigen Einfluss auf mögliche Misserfolge der durch die rotierende Aufbereitung entstehenden Mikrorisse am Wurzeldentin noch nicht absehen können, sollten gewissenhafte Kliniker die nachweislich schonenderen Verfahren einsetzen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die SAF das erste Instrument seiner Art ist, das die Erhaltung der Integrität des Wurzeldentins ermöglicht, da sowohl der unnötige, übermäßige Abtrag gesunden Dentins als auch die Bildung von Mikrorissen im Wurzeldentin vermieden werden.

## Kontakt

### Dr. Tomas Lang

ORMED – Institut für Orale Medizin  
an der Universität Witten/Herdecke  
Alfred-Herrhausen-Str. 45, 58455 Witten  
[www.ormed.net](http://www.ormed.net)

Praxis Diadentis, Essen  
Rellinghauser Str. 304, 45136 Essen  
[www.dr-lang.org](http://www.dr-lang.org)

### Prof. Zvi Metzger

Fachbereich Endodontie  
Goldschleger School of Dental Medicine  
Tel Aviv, Israel  
[metzger@post.tau.ac.il](mailto:metzger@post.tau.ac.il)  
[www.dental.tau.ac.il](http://www.dental.tau.ac.il)

# Versuchen Sie dieses Instrument zu brechen!



SafeSiders® sind patentierte, halbrunde Instrumente für eine sichere und effektive Endodontie.



**Das System** – sicheres, ermüdungsfreies Aufbereiten des Wurzelkanals innerhalb kürzester Zeit.

**Die SafeSiders® Instrumente** – haben nur 16 Schneiden. Das heißt geringerer Widerstand, weniger Instrumentenverwindungen und mehr Sicherheit vor Instrumentenbrüchen.



**Der Zeitvorteil** – einfache, schnell erlernbare Technik. Die maschinell-alternierende Bewegung reduziert die Behandlungszeit.

**SafeSider® Instrumente und  
Endo-Express® Winkelstück**  
– sicher – zeitsparend – effizient –  
einfach erlernbar –



**LOSER & CO**  
*öfter mal was Gutes...*



e-mail: [info@loser.de](mailto:info@loser.de) • [www.loser.de](http://www.loser.de)