

## APC™ Flash-Free Adhäsiv im Labortest – beständig und säureresistent

Ein Beitrag von Dr. Peiwang Zhu, Kevin Nordine und Dr. David K. Cinader.

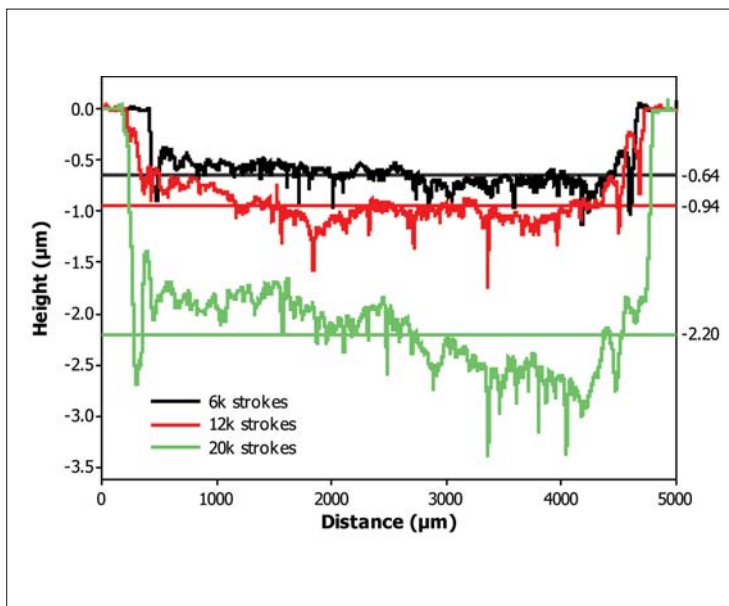


Abb. 1: Messungen des Kunststoffabtrags durch Profilometrie.

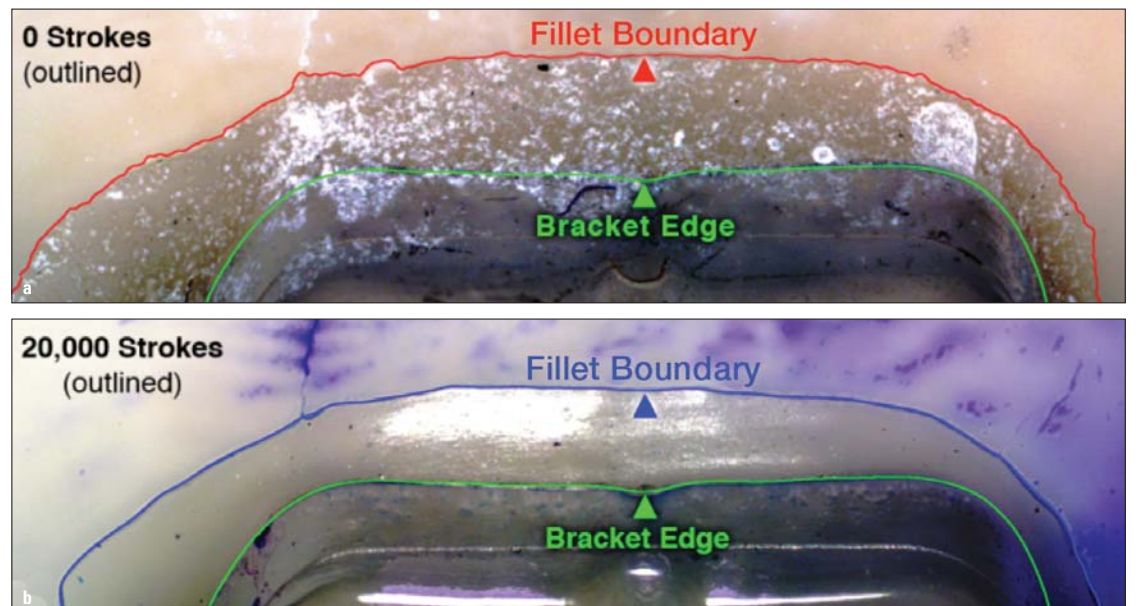


Abb. 2a, b: Kunststoffkehlungsprofil vor den 20.000 Zahnbürstenanwendungen (a), und danach (b) (Fillet = hier: hohlkehlenförmiger Rand, auch Kehlung genannt).

### Einführung

Die APC™ Flash-Free Adhäsivbeschichtung wurde 2013 von 3M Unitek auf dem Markt eingeführt. Das Unterscheidungsmerkmal des Produkts besteht darin, dass die Überschussentfernung von den Rändern entfällt, wenn ein vorbeschichtetes Bracket mit diesem Adhäsiv auf den Zahn geklebt wird. Das Adhäsiv-Kompositharz fließt beim Positionieren etwa 0,15 bis 0,2 mm über den Bracketrand hinaus, aber die Entfernung der Harzüberschüsse ist vor dem Lichthärten nicht erforderlich. Im Gegenteil, die Entfernung des austretenden Adhäsivs, das nach Aushärtung einen Rand in Form einer Hohlkehle (Kehlung) bildet, wird nicht empfohlen. Inwiefern beeinflusst eine solche Kehlung die Behandlung? Bleibt die Kehlung während des gesamten Behandlungszeitraums bestehen? Wird sie den darunterliegenden Zahnschmelz schützen? Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine Reihe von Experimenten entworfen und durchgeführt, die in diesem Artikel vorgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Kompositharz in Simulationen für durchschnittlich 3,3 Jahre der Zahnbürstenabrasion widersteht. Zusätzlich schützt das Kompositharz den darunterliegenden Zahnschmelz vor einer Exposition durch Milchsäure, wie sie typischerweise in der umgebenden Plaque anzufinden ist. Daher reduziert die APC Flash-Free Beschichtung nicht nur die Bondingdauer und verbessert die Patientenzufriedenheit während der Bondingprozedur, sondern bietet zusätzliche Vorteile dank seiner Langlebigkeit, die den Zahnschmelz über den Verlauf der Behandlung schützt.

### Abriebfestigkeit

Nach den ersten Erfahrungen mit dem APC Flash-Free System fragten sich die Kieferorthopäden neugierig, wie beständig das überschüssige Kompositharz im Randbereich sein würde. Wird es im Verlauf der Behandlung durch das Zähneputzen abgetragen? Wird dann der darunterliegende Zahnschmelz exponiert oder verbleibt es als eine Art Schutzschicht? Wir testeten zunächst die Wirkung der Zahnbürstenabrasion auf das Kompositharz. Wir konstruierten 15 1-mm-Scheiben aus gehärtetem Kompositharz und deckten sie mit Klebeband so ab, dass nur ein 5-mm-Streifen exponiert blieb. Anschließend wurde dieser Streifen einer wiederholten Zahnbürstenanwendung mit einer handelsüblichen Zahncreme einer Last von 200 Gramm ausgesetzt. Nach 6.000, 12.000 und 20.000 Zahnbürstenanwendungen, die 1, 2 und 3,3 Jahre

Zahnbürstenabrasion simulierten, verwendeten wir ein Profilometer, um die Menge des abgetragenen Kompositharzes zu messen. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse hinsichtlich der Furchentiefe im Vergleich zur Position auf der Probe. Es stellte sich heraus, dass im Verlauf der 3,3 Jahre – was einer durchaus langfristigen Behandlung entspräche – nur 2,2 Mikrometer der Kompositharzschicht abgetragen wurden. Zum Vergleich: Ein menschliches Haar hat einen Durchmesser von 17 bis 180 Mikrometern. Ein weiterer Vergleich bietet der Slot eines kieferorthopädischen Brackets mit einer Breite von etwa 500 Mikrometern. Nach der Feststellung dieser grundlegenden Eigenschaft fragten wir uns, wie sich das Adhäsiv verhält, wenn zusätzlich ein Bracket auf dem Zahn positioniert ist. Um dies zu beantworten, klebten wir ein mit APC Flash-Free Adhäsiv beschichtetes Bracket

auf einen Rinderzahn und fotografierten den ausgehärteten Kunststoffrand mit einem Mikroskop. Wieder wurde die Probe einem wiederholten Zähneputzen bei 6.000, 12.000 und 20.000 Zahnbürstenanwendungen ausgesetzt. Nach jeder Anwendung fotografierten wir die Probe aus derselben Position unter dem Mikroskop. Die Vermessungen der Konturen des Kunststoffrandes und der Bracketbasis wurden nach jeder Zahnbürstenanwendung protokolliert. Abbildung 2a, b zeigt das Harzkehlungsprofil vor und nach 20.000 Zahnbürstenanwendungen. Es ist augenscheinlich, dass die Kompositkehlung zurückgeht. Um diesen Effekt zu quantifizieren, haben wir die zwei Abbildungen verglichen. In Abbildung 3 entspricht der gelb hervorgehobene Bereich dem Kunststoffbereich nach 20.000 Zahnbürstenbehandlungen und der grün gekennzeichnete Bereich dem

zuvor mit Kompositharz bedeckten Bereich. Das Verhältnis zwischen dem Bereich mit verbleibender Kunststoffschicht und der gesamten Kunststofffläche vor der Abnutzung betrug 77% (berechnet durch Pixelzählung der entsprechenden Bereiche). Unter der Annahme, dass das Kompositharz bei dieser einzelnen Probe um 420 µm über den Bracketrand hinausstand, ging die Kehlungensgrenze mit einer Rate von 32 µm/Jahr zurück. Daher ist bei einem typischen Bonding mit dem APC Flash-Free Adhäsiv, bei dem die Kehlung eine Stärke von 0,15–0,2 mm hat, zu erwarten, dass nach einer zweijährigen kieferorthopädischen Behandlung etwa 0,1 bis 0,15 mm der Kompositharzschicht auf dem Bereich verbleiben, der das mit APC Flash-Free Adhäsiv beschichtete Bracket umgibt.

Fortsetzung auf Seite 24

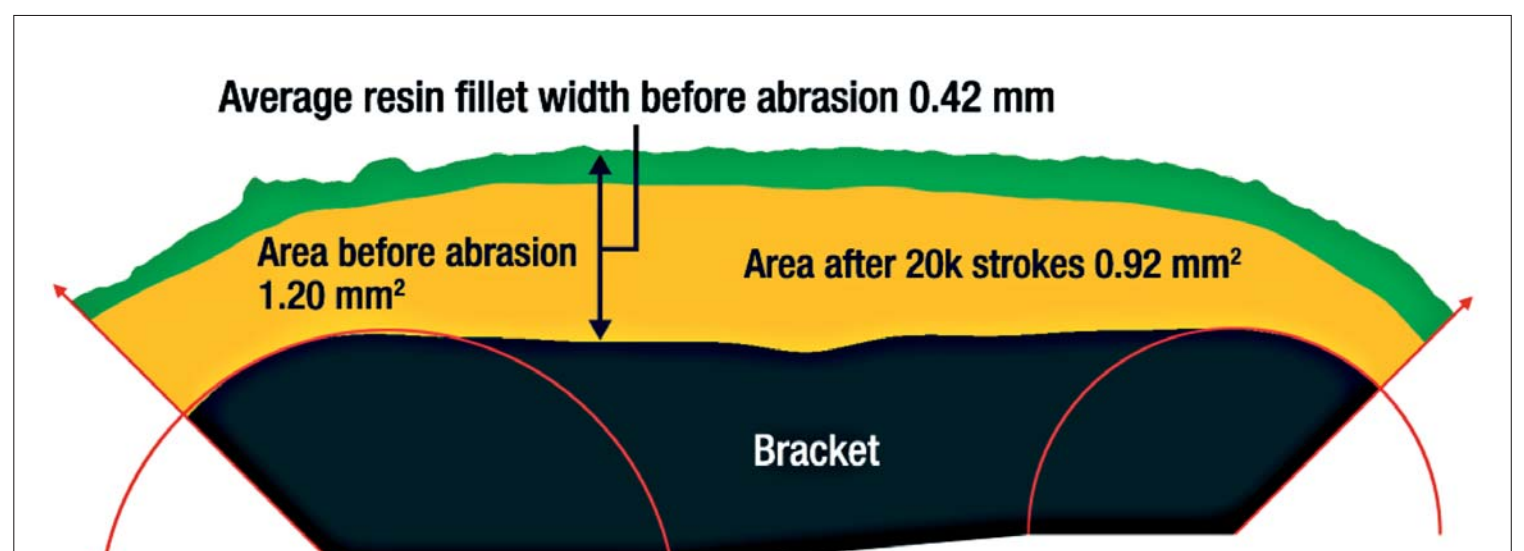


Abb. 3: Darstellung des Kunststoffrandes vor und nach der Zahnbürstenanwendung, die zur Berechnung der Abdeckung verwendet wurde.

# Unbegrenzte Möglichkeiten! KFO-Heilkunde in 2D und 3D

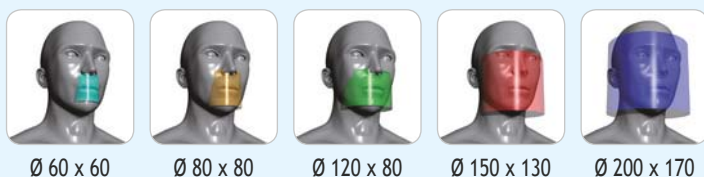


Mit:  
**ALARA 2.0**  
Low Radiation Protocol

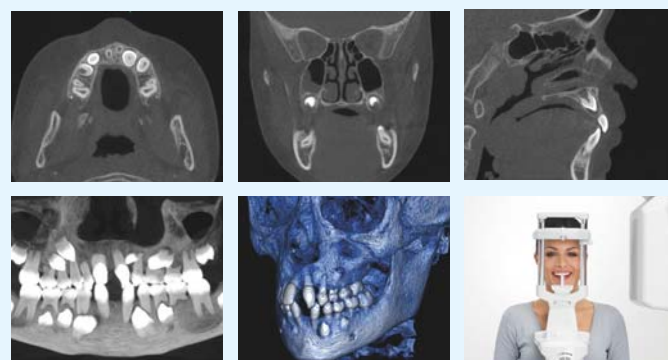
**WhiteFox** CBCT  
Digitaler Volumentomograph

Sonderpreis  
139.600,00 €

## 9 Volumengrößen



## Volumengrößen speziell für KFO (optional)



- Diagnostik von Anomalien des Zahnbestandes und Dysplasien der Zahnwurzeln
- Differentialdiagnostische Bewertung von Zahndurchbruchsstörungen
- Ermittlung der Topographie retinierter und verlagertes Zahnkeime
- Beurteilung pathologischer Knochenstrukturen, 3D Differentialdiagnostik kraniofazialer Fehlbildungen sowie von Gesichts- und Kieferasymmetrien
- 3D Differentialdiagnostik der Spaltmorphologie und bilateralen LKG Spalten einschließlich Planung und Kontrolle der Kieferspaltosteoplastik
- Darstellung des periodontalen Knochenangebots zur prognostischen Bewertung geplanter Zahnbewegungen
- Knochendichtemessung, virtuelle Endoskopie, Atemwegsdiagnostik
- Direkte digitale Abformung des Zahnbestandes oder indirekte Abformung über 3D Scan der Silikonabdrücke oder Gipsmodelle
- DICOM-STL Konvertierung für Schienentherapieverfahren

## ALARA 2.0 Low Radiation Protocol (LRP)



In der DVT-Modalität reduzieren ART™ und LRP die erforderliche Menge an Radioprojektionen um ein Drittel – die Strahlendosis für den Patienten kann somit um 50 bis 70 % verringert werden. Diese effektive „low dose“-Bildgebung gemäß ALARA garantiert auch bei maximalem FOV eine optimale Patientensicherheit.

\* Algebräische Rekonstruktionstechnik

## Acteon Imaging Suite Software

Intuitive und ergonomische Bildbearbeitungssoftware mit zahlreichen Tools zur Bearbeitung, Filterung, Kommentierung und Messung. Windows-, Mac- und TWAIN-kompatibel und mehrplatzfähig.



WhiteFox

DORN DENTAL

DORN MEDICAL

DORN MEDICAL GmbH  
Exklusiver Vertriebspartner WhiteFox  
www.dornmedical.de  
Tel.: +49 (0) 371 / 51 76 36  
info@dornmedical.de

Mehr Infos unter der **Gratis Hotline 0800 728 35 32**

ACTEON Germany GmbH · Industriestraße 9 · D-40822 Mettmann · Tel.: +49 (0) 21 04 / 95 65 10 · Fax: +49 (0) 21 04 / 95 65 11  
Hotline: 0800 / 728 35 32 · info@de.acteongroup.com · www.de.acteongroup.com

IMAGING  
**ACTEON**

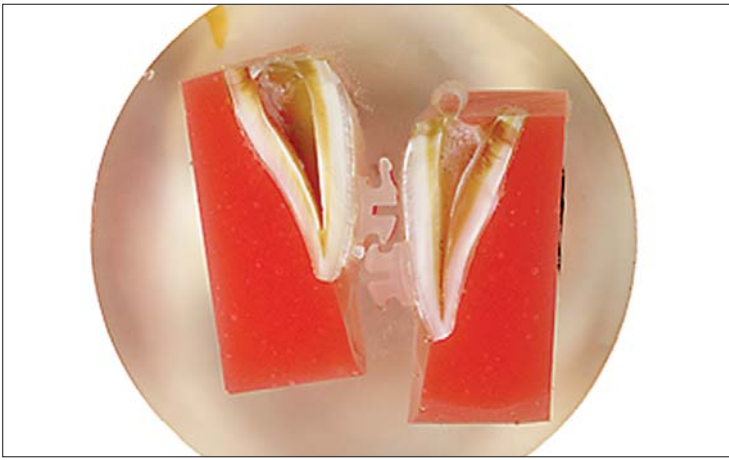


Abb. 4: Rinderzahn mit Bracket, mit APC™ Flash-Free Adhäsiv beschichtet, halbiert und in Epoxidharz fixiert.

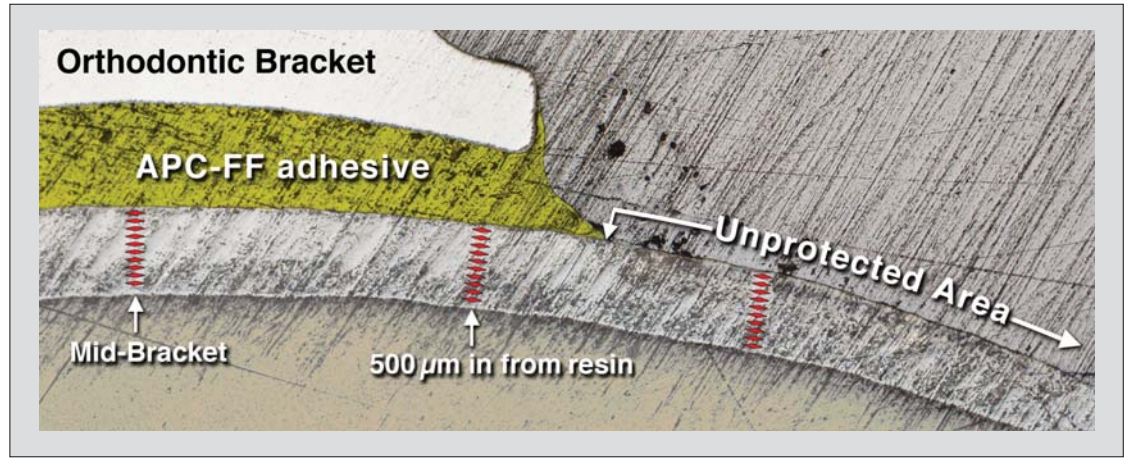


Abb. 5: Querschnitt-Mikrohärte-Messung des Rinderzahns mit einem mit APC™ Flash-Free Adhäsiv beschichteten Bracket.

KN Fortsetzung von Seite 22

Schutz vor säurehaltigen Umgebungen

Angesichts der Beständigkeit der Kompositarzkehlung stellt sich die Frage, welchen Schutz das Adhäsiv dem Zahnschmelz bietet. Zu diesem Zweck haben wir Rinderzähne mit Brackets bestückt, die mit APC Flash-Free Adhäsiv beschichtet waren, und sie dann einem säurehaltigen Tauchbad ausgesetzt und die Auswirkungen gemessen (Alsaffar et al., Pediatric Dentistry, 2011, Band 33, S. 491).

Zehn eingegossene Rinderzähne wurden mit einer Bimssteinpaste gereinigt und mit Leitungswasser gespült. Anschließend wurden sie geätzt und nach dem empfohlenen Verfahren mit Brackets beklebt, die mit APC Flash-Free Adhäsiv vorbeschichtet waren. Anschließend wurden die so prä-

parierten Zähne in einer wässrigen Milchsäurelösung mit einem pH-Wert von 5,1 eingetaucht, wo sie bei einer Temperatur von 37 °C für 21 Tage verblieben. Anschließend spülten wir die Zähne mit Leitungswasser ab und halbierten den Zahn mit dem Bracket vertikal in zwei Hälften. Daraufhin platzierten wir die geteilten Hälften mit der Schnittfläche nach unten und fixierten sie in Epoxidharz für das Polieren. Abbildung 4 zeigt eine so präparierte Probe.

Wir wählten eine Querschnitt-Mikrohärte-Technik zur Bewertung des Umfangs der Zahnschmelz-Demineralisierung unter der Beschichtung (sofern vorhanden). Wir führten Messungen an der Unterseite der Brackets im Abstand von 0,5 mm vom Kompositarzrand und im exponierten Bereich außerhalb des Rands zur APC Flash-Free Adhäsivschicht durch (die Lo-

kalisierung wird in Abbildung 5 ersichtlich).

Die Polierqualität dieser Proben war jedoch nicht so gut wie erwartet. Der Zahnschmelz in dem exponierten Bereich war so weich, dass sich das Zahnschmelzmaterial beim Polieren in Schuppen löste. Daher war das Ablesen der Einkerbung schwierig. Um dieses Problem zu beheben, wechselten wir zu einer Technik, die in der Adobe® Photoshop®-Software häufig als „Difference Matting“ eingesetzt wird. Abbildungen 6a-c illustrieren die für diese Studie angewandte Technik. Aufnahme 6a zeigt eine Zahnschmelzoberfläche vor der Einkerbung. Eine weitere Aufnahme (6b) wurde nach dem Abdruck gemacht und zeigt, wie schwierig die Unterscheidung der Einkerbung auf dieser rauen Oberfläche ist. Mit Hilfe der Difference-Matting-Technik in Photoshop subtrahierten wir den Hintergrund 6a,b, um eine bessere Aufnahme (6c) zu erhalten, auf der die Einkerbung deutlich erkennbar ist.

Von insgesamt zehn Proben gingen zwei Proben während des Halbierungsschritts verloren, sodass acht Proben zur Messung vorlagen. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse. In dem exponierten Bereich beobachteten wir eine Demineralisierungstiefe von 200 bis 250 µm. Unter dem Bracket und unter den vom APC Flash-Free Adhäsiv bedeckten Bereichen blieb die Zahnschmelzoberfläche nach 21 Tagen der Säureeinwirkung erhalten. Die Ergebnisse bestätigen, dass das Kompositarz des APC Flash-Free Adhäsivs den bedeckten Zahnschmelz gegen Säure schützt.

Schlussfolgerungen

Die oben beschriebenen Experimente belegen, dass die Kompositarzkehlung des APC Flash-

zuleiten. Diese Studie zeigt, dass das ausgehärtete APC Flash-Free Adhäsiv über die Behandlungsdauer beständig ist und das an den Rändern überstehende Kom-

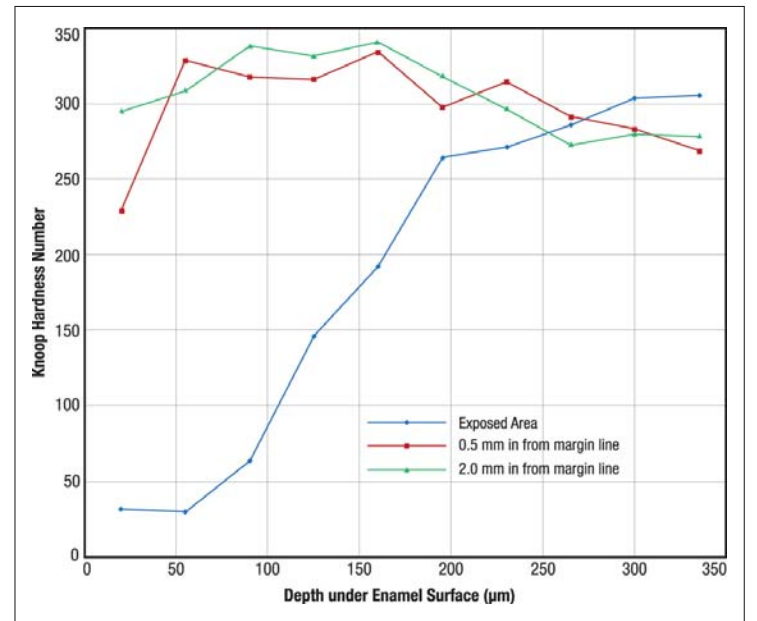


Abb. 7: Vergleich des Grades der Demineralisierung bei geschützter und ungeschützter Zahnoberfläche in wässriger Säurelösung.

Free Adhäsivs beständig genug ist, um der abrasiven Einwirkung durch das Zähneputzen über einen Zeitraum von mindestens 3,3 Jahren während einer typischen kieferorthopädischen Behandlung standzuhalten. Darüber hinaus bietet die Kompositarzkehlung den Vorteil, den darunterliegenden Zahnschmelz vor dem in der Mundhöhle typischen Säureangriff zu schützen. Haftungsausschluss: Diese Studie ist nicht geeignet, Rückschlüsse auf die klinischen Ergebnisse hinsichtlich der Zahnschmelzdeminationen unter den kunststoffbedeckten Bereichen ab-

positharz den darunterliegenden Zahnschmelz gegen den Säureangriff schützt, indem es als Barriere und Abdichtung gegen Microleakage wirkt. KN

KN Adresse

3M Unitek  
Zweigniederlassung  
der 3M Deutschland GmbH  
Ohmstraße 3  
86899 Landsberg am Lech  
Tel.: 08191 947450-00  
Fax: 08191 947450-99  
3MUnitekGermany@mmm.com  
www.3munitek.de

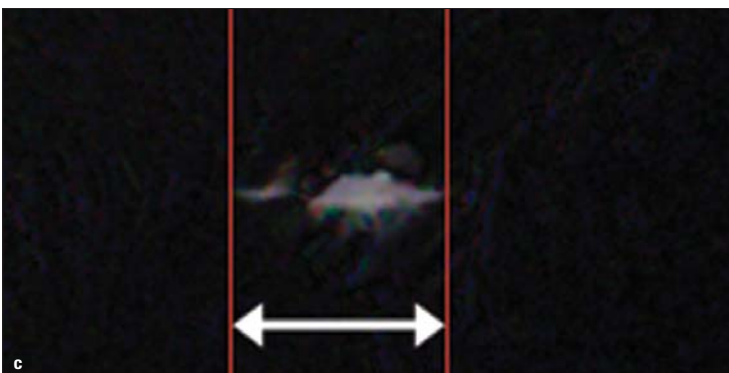
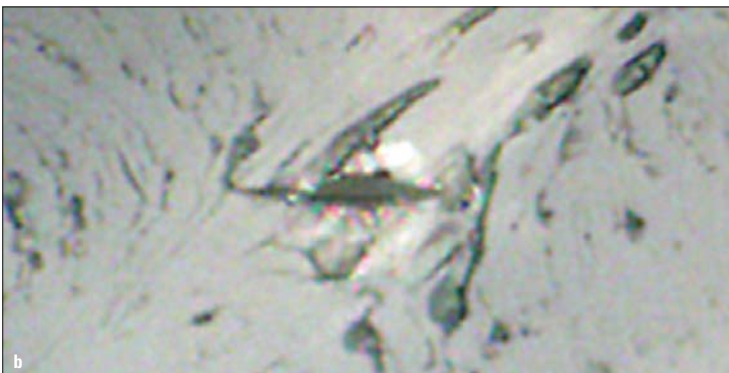
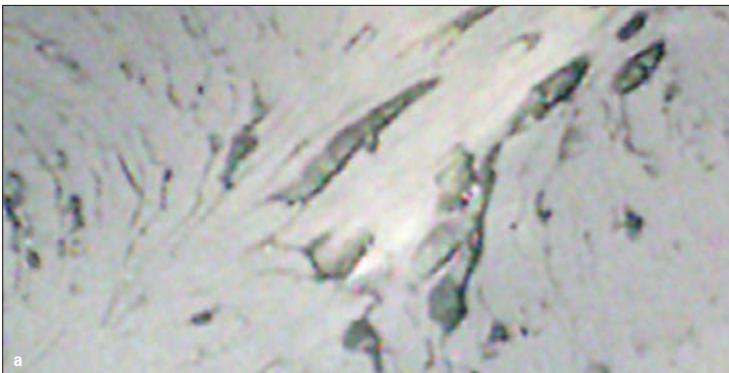
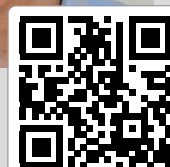


Abb. 6a-c: Schwache Zahnschmelzoberfläche (a), Einkerbung auf schwacher Oberfläche (b), Difference-Matting verdeutlicht die Einkerbung (c).

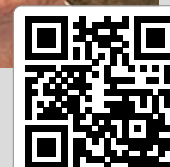
KN Kurzvita



Dr. Peiwang Zhu  
[Autoreninfo]



Kevin Nordine  
[Autoreninfo]



Dr. David K. Cinader  
[Autoreninfo]

