

# „Update Adhäsive - Überblick & Verarbeitungstipps“

Skript zum Referat am 21.12.2022

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Grundmechanismen der Haftung an Zahnhartsubstanz</b>	<b>2</b>
Begriffsklärungen	2
Grundprinzipien der Haftung an Schmelz	3
Grundprinzipien der Haftung an Dentin	5
<b>Übersicht Adhäsivsysteme</b>	<b>8</b>
Wertung Universaladhäsive	9
Empfohlene Adhäsivtechnik für plastische Füllungen	13
<b>Vergleich der Etch&amp;Rinse-Technik mit selbst-ätzenden Adhäsivsystemen</b>	<b>14</b>
Kompatibilität mit Pasten-Pasten-Kompositen	14
Haftung an sklerosiertem Dentin	15
Pulpareizung	15
<b>Anwendung von Adhäsiven bei indirekten Restaurationen</b>	<b>16</b>
Lichthärtung des Adhäsivs	16
<b>Versorgung des Kavitätenbodens</b>	<b>18</b>
Reaktionen des Pulpa-Dentin-Komplexes	18
Dentinstrukturen am Kavitätenboden	19
Haftung an kariös-verändertem Dentin	20
Haftung an sklerosiertem Dentin	22
Kavitätenreinigung	22
<b>Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen</b>	<b>23</b>
Verhalten bei Kontamination	26
Postoperative Sensibilitäten	28

Dr. Uwe Blunck  
Charité-Universitätsmedizin Berlin  
CharitéCentrum 3 Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde  
Abteilung für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin  
Aßmannshäuser Str. 4-6, 14197 Berlin-Wilmersdorf  
Tel: 030 450 66 26 73  
Email: [ublunck@charite.de](mailto:ublunck@charite.de)  
Homepage: [www.ublunck.de](http://www.ublunck.de)

### Adhäsives Befestigen

**Aufbau des Verbundes an Restaurationen und Zahnhartsubstanz**

**Voraussetzungen:**

raue Oberfläche

Benetzbarkeit

Viskosität

### Adhäsives Befestigen

**Begriffsklärung**

**Adhäsivsystem** *alle Komponenten eines Systems*

**Bondingsystem**

**Primer**  
*kurze, kleine Monomere*

**Adhäsiv Sealer**      **Bonding Bonder**      **Versiegler**  
*lange, große Monomere*

**Ein-Flaschen-Adhäsiv**      *Mischung von Primer und Adhäsiv*

### Adhäsives Befestigen

**Begriffsklärung**

**(Total-Ätz-Technik)**  
**Etch&Rinse-Technik**  
*Phosphorsäure-Ätzung von Schmelz und Dentin + Absprühen der Säure*

**Selektive Phosphorsäure-Ätzung**  
**Selektive Schmelz-Ätzung**  
*Selektive Phosphorsäure-Ätzung des Schmelzes + Absprühen der Säure in Kombination mit selbst-ätzenden Adhäsiven*

**Selbst-ätzende Adhäsive**  
*Vorbereitung von Schmelz und Dentin mit sauren Monomerlösungen*

### Haftung an Schmelz und Dentin

Schmelz-konditionierung

Phosphorsäure oder saure Monomere

Dentin-konditionierung

Phosphorsäure oder saure Monomere

hydrophile kurze, kleine Monomere

Dentin-priming

lange, große Monomere

Adhäsiv

### Zusammenfassung

**Haftung an Schmelz**

- Schmelzätzung mit Phosphorsäure  
⇒ optimale Benetzbarkeit und sicherste Haftung
- 35-40%ige Phosphorsäure für 30 s an präpariertem Schmelz für 60 s bei Fissurenversiegelung
- kräftig mit Wasser absprühen
- Kontaminationskontrolle

### Zusammenfassung

**Haftung an Dentin**

- **Phosphorsäure-Ätzung auf Dentin:**
  - Applikationszeit: ca. 15 – 20 s
  - längere Ätzzeit ⇒ tiefer freigelegtes Kollagenetzwerk
  - klein-kettige hydrophile Monomere müssen bis zum Boden des Kollagenetzwerkes eindringen  
⇒ verlängertes und aktives Applizieren = sichere Penetration
- **selbst-ätzende Primer im Dentin:**
  - nehmen die Schmierschicht in Lösung, ätzen und penetrieren das Dentin gleichzeitig

**Haftmechanismen am Schmelz**

**Ziel:**  
retentives  
Ätzmuster  
- Phosphorsäure



durch Herauslösen  
von Hydroxylapatit  
mit Säuren

**Haftmechanismen am Schmelz**

**Konditionierung mit Phosphorsäure**




applizieren und absprühen  
⇒ Etch&Rinse-Technik

**Haftmechanismen am Schmelz**

**Konditionierung mit Phosphorsäure**



Empfohlene Konzentration:  
35 – 40 %

Empfohlene Ätzzeit:  
an präpariertem Schmelz: 30 s  
bei Fissurenversiegelung: 60 s

applizieren und absprühen  
⇒ Etch&Rinse-Technik

**Haftmechanismen am Schmelz**

**Konditionierung mit Phosphorsäure**



Beendigung  
des Ätzzvorganges

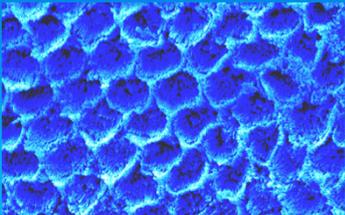
Absprühen mit Wasser  
für mindestens 15 s

⇒ Entfernung der Säure  
⇒ Beseitigung der Präzipitate

applizieren und absprühen  
⇒ Etch&Rinse-Technik

**Haftmechanismen am Schmelz**

**Konditionierung mit Phosphorsäure**

milchig-trübe, opake Oberfläche

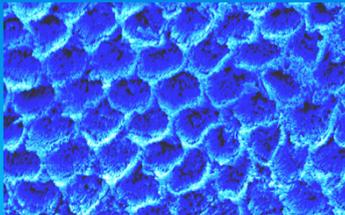
**Haftmechanismen am Schmelz**

**Konditionierung mit Phosphorsäure**

**Ätzmuster**

- ⇒ vergrößerte
- ⇒ retentive
- ⇒ benetzbare

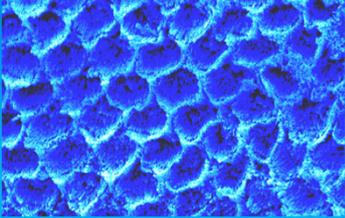
Oberfläche



**Haftmechanismen am Schmelz**  
**Konditionierung mit Phosphorsäure**

Ätzung führt zu hoher Oberflächenenergie

**Gefahr:**  
 Benetzung mit Speichel, Blut u. Sulkusfluid

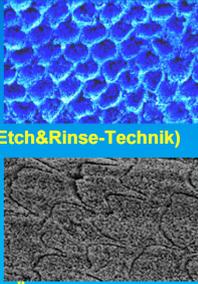


⇒ **Kontaminationskontrolle**

**Haftmechanismen am Schmelz**

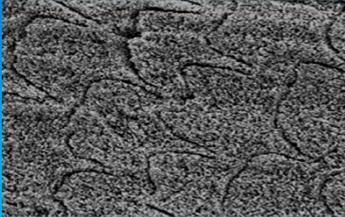
**Ziel:**  
**Retentives Ätzmuster**

- Phosphorsäure  
 applizieren und absprühen (Etch&Rinse-Technik)



- Saure Monomerlösungen  
 geringere Säurekapazität  
 = weniger stark ausgeprägtes Ätzmuster

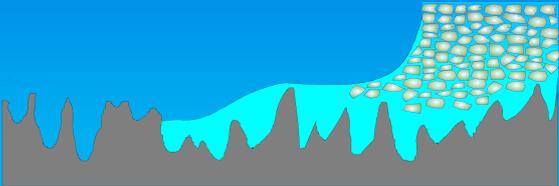
**Haftmechanismen am Schmelz**  
**Konditionierung mit sauren Monomeren**

applizieren und **nicht** absprühen !

**Haftmechanismen am Schmelz**

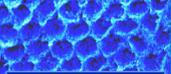
**Auffüllen des Ätzmusters mit einem Adhäsiv**



**Haftmechanismen am Schmelz**

**Voraussetzungen:**

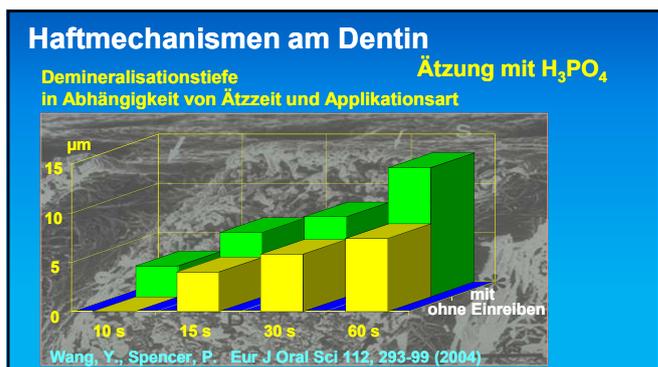
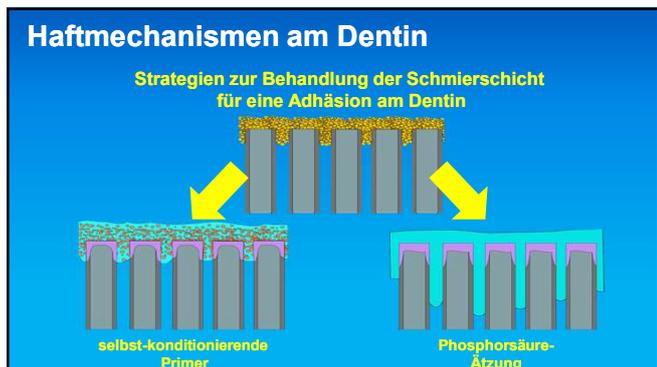
- raue Oberfläche ✓
- Benetzbarkeit ✓
- Viskosität des Adhäsivs ✓

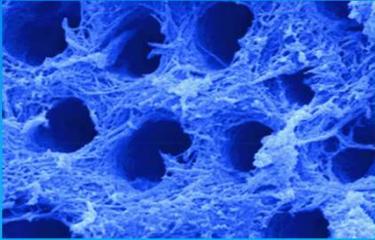



**Zusammenfassung**  
**Haftung an Schmelz**

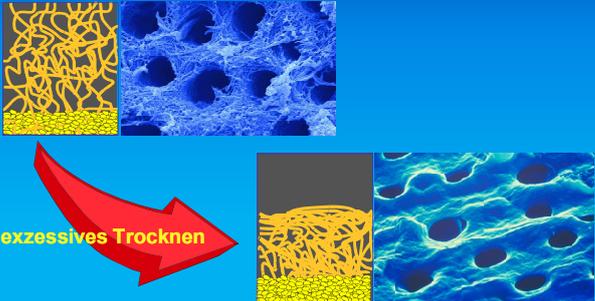
- Schmelzätzung mit Phosphorsäure  
 ⇒ optimale Benetzbarkeit und sicherste Haftung
- 35-40%ige Phosphorsäure  
 für 30 s an präpariertem Schmelz  
 für 60 s bei Fissurenversiegelung
- kräftig mit Wasser absprühen
- Kontaminationskontrolle



### Behandlung des konditionierten Dentins durch Phosphorsäure-Ätzung freigelegtes Kollagennetzwerk



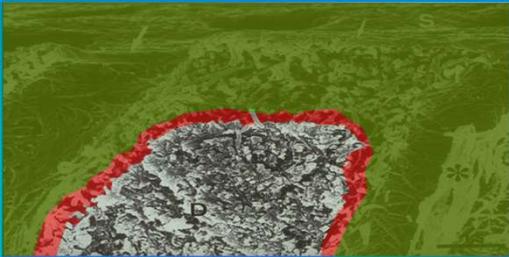
### Behandlung des konditionierten Dentins



exzessives Trocknen

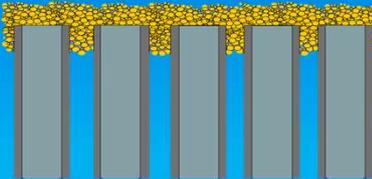
### Haftmechanismen am Dentin

Ätzung mit  $H_3PO_4$       Primerapplikation



### Haftmechanismen am Dentin

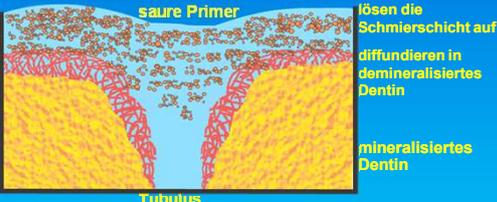
Strategien zur Behandlung der Schmierschicht für eine Adhäsion am Dentin



Modifikation bzw. teilweises Auflösen der Schmierschicht durch saure Monomerlösungen

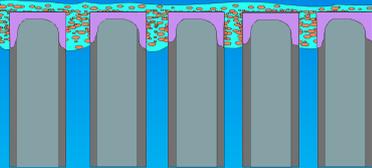
### Haftmechanismen am Dentin

Selbst-ätzende Adhäsivsysteme



selbst-ätzender Primer      saure Primer      lösen die Schmierschicht auf  
diffundieren in demineralisiertes Dentin  
mineralisiertes Dentin  
Tubulus  
Modifikation bzw. teilweises Auflösen der Schmierschicht durch saure Monomerlösungen

### Strategien zur Behandlung der Schmierschicht für eine Adhäsion am Dentin



saurer Primer

applizieren      Beendigung der Säurewirkung durch  
nicht mit Wasser absprühen      Verdunsten des Lösungsmittels Wasser  
Lösungsmittel verdunsten lassen      Verbrauch der Säure durch Herauslösen von Hydroxylapatit

### Haftmechanismen am Dentin

#### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

##### Adhesion-Decalcification Concept

pH < 1 stark  
pH 1-2 mittelstark  
pH = 2 mild  
pH > 2,5 ultramild

Van Meerbeek, Yoshihara, Yoshida, Minec, De Munck, Van Landuyt  
State of the art of self-etch adhesives Dent Mater (2011)

### Haftmechanismen am Dentin

#### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

##### Adhesion-Decalcification Concept

Methacrylat-Gruppe funktionelle Gruppe  
M - R - F

Carboxyl-Gruppe  
 $-C(=O)OH \rightleftharpoons -C(=O)O^- + H^+$

Phosphat-Gruppe  
 $-C(=O)O-P(=O)(OH)_2 \rightleftharpoons -C(=O)O-P(=O)(O^-)_2 + H^+$

Yoshida Y, Snauwaert J, Abe Y, Lambrechts P, Vanherle G, Okazaki M. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. J Dent Res 80:1565-9 (2001)  
Yoshioka M, et al. Adhesion/decalcification mechanisms of acid interactions with human hard tissues. J Biomed Mater Res 59:56-62 (2002)

### Haftmechanismen am Dentin

#### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

##### Adhesion-Decalcification Concept

Yoshida Y, Snauwaert J, Abe Y, Lambrechts P, Vanherle G, Okazaki M. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. J Dent Res 80:1565-9 (2001)  
Yoshioka M, et al. Adhesion/decalcification mechanisms of acid interactions with human hard tissues. J Biomed Mater Res 59:56-62 (2002)

### Haftmechanismen am Dentin

#### Strategien zur Behandlung der Schmierschicht für eine Adhäsion am Dentin

selbst-konditionierende Primer  
Phosphorsäure-Ätzung

### Haftmechanismen am Dentin

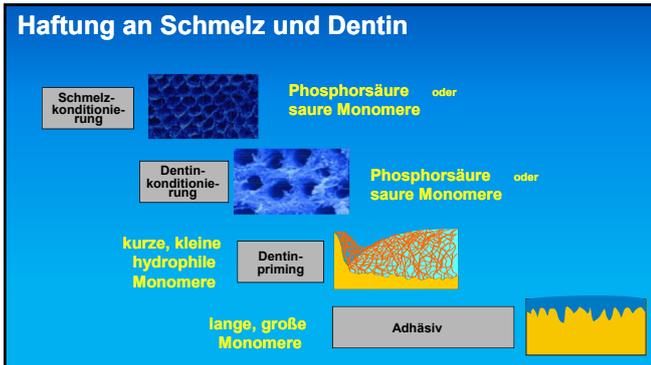
#### Voraussetzungen:

raue Oberfläche ✓  
Benetzbarkeit ✓  
Viskosität des Adhäsivs ✓

### Zusammenfassung

#### Haftung an Dentin

- **Phosphorsäure-Ätzung auf Dentin:**
  - Applikationszeit: ca. 15 – 20 s
  - längere Ätzzeit ⇒ tiefer freigelegtes Kollagenetzwerk
  - klein-kettige hydrophile Monomere müssen bis zum Boden des Kollagenetzwerkes eindringen ⇒ verlängertes und aktives Applizieren = sichere Penetration
- **selbst-ätzende Primer im Dentin:**
  - nehmen die Schmierschicht in Lösung, ätzen und penetrieren das Dentin gleichzeitig
- **langkettige Monomere:**
  - stabilisieren das Kollagenetzwerk und ebenen die Oberfläche ein



Schmelz-konditionierung	Dentin-konditionierung	Dentin-priming	Adhäsiv
			Syntac Classic A.R.T. Bond Syntac Adper Scotchbond MP Gluma Solibond Eccell Primer / Mono OptiBond FL Solobond Plus Admira Bond Adper Scotchbond 1 Culdesite Adhäsiv Fantastic Flowwave Eccle Gluma Comfortbond One Coat Bond OptiBond Solo Plus P01 Prime & Bond NT Solobond Mono T&S XP Bond AdheSE AquaPrime & Monobond Clearfil SE Bond Conair One Coat SE Bond Adper Prompt L-Pop Futurabond NR Xeno II AdheSE One Adper Easy Bond Bond Form Bond Self Etch Futurabond M G-Bond One Coat 7.9 OptiBond All in One Tri-S-Bond Xeno V

Schmelz-konditionierung	Dentin-konditionierung	Dentin-priming	Adhäsiv
<b>Ätzung mit Phosphorsäure + Absprühen der Säure Etch &amp; Rinse-Systeme</b>			
<b>Ätzung von Schmelz und Dentin mit Phosphorsäure in einem Arbeitsschritt Etch&amp;Rinse-Technik</b>			

Schmelz-konditionierung	Dentin-konditionierung	Dentin-priming	Adhäsiv
<b>Konditionierung von Schmelz und Dentin und gleichzeitige Penetration der Monomere</b>			
<b>Ätzung durch saure Primer ohne Absprühen „Etch &amp; Dry-Systeme“ Selbst-ätzende Systeme</b>			

### Adhäsivsysteme Übersicht

Etch&Rinse-Systeme	SE-Systeme	Universaladhäsive
Mehr-Flaschen-Systeme Ätzen - Primern - Bonden	Zwei-Schritt-Systeme Primern - Bonden	Ein-Flaschen-Systeme anzuwenden als - E&R-System - SE-System
Ein-Flaschen-Systeme Ätzen - Primern/Bonden	Ein-Schritt-Systeme mit Mischen ohne Mischen Primern/Bonden	

### Universal-Adhäsive

- All-Bond Universal	(Bisco)
- Adhese Universal	(Vivadent)
- Clearfil Universal Bond Quick	(Kuraray)
- Futurabond U	(Voco)
- Futurabond M+	(GC)
- G-Premio Bond	(Heraeus)
- iBond Universal	(Cofitène)
- One Coat 7 Universal	(Kerr)
- OptiBond Universal	(Ultradent)
- OptiBond eXTRa Universal	(Dentsply)
- Peak Universal Bond	(3M)
- Prime & Bond Active	(3M)
- Scotchbond Universal	(3M)
- Scotchbond Universal Plus	(3M)

### Universal-Primer

**Haftung an Restaurationen**



**Haftung an Oberflächen von Restaurationen**

Silan für glasbasierte Keramik  
10-MDP Bindung an Metall- und Keramik-Oxide



Universal Primer

**Produktbeispiele:**

- Clearfil Ceramic Primer (Kuraray)
- Monobond Plus (Vivadent)

### 10-MDP zur Haftung an Metall und Oxid-Keramik

Polymerisation

hydrophil

**10-MDP**

10-Methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphat

Foto: Dr. Spraffke, R-Dental

**Vorbehandlung mit Phosphorsäure ist kontraindiziert!**

Phark JH et al. Dent Mater 25:1541-1550 (2009)  
Angkath P et al. J Prosthodont. 25(5):375-9 (2016)

### Universal-Adhäsive

**Haftung an Restaurationen**



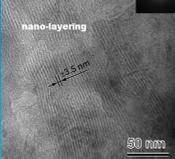
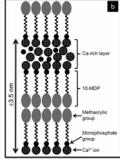

Universal Adhäsiv

**Haftung an Zahnhartsubstanz**

selbst-ätzend  
Etch & Rinse Technik

### Universal-Adhäsive

**Haftung an Zahnhartsubstanz**

10-MDP

Y. Yoshida; K. Yoshihara; N. Nagaoka; S. Haysakawa; Y. Torii; T. Ogawa; A. Osaka; B. Van Meerbeek J Dent Res 91, 376-381

### Ergebnisse In-vitro-Studien

**Haftung von Universaladhäsiven an Restaurationsoberflächen**

Al Jealdi ZA, Alqahtani MA, Awad MM, Rodrigues FP, Alrahlah AA  
Bond strength of universal adhesives to air-abraded zirconia ceramics.  
J Oral Sci. 2017;59(4):565-570

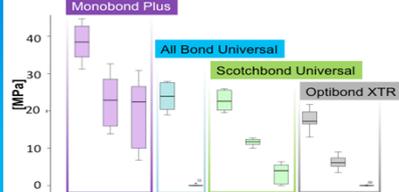
Kim JH, Chae SY, Lee Y, Han GJ, Cho BH.  
Effects of multipurpose, universal adhesives on resin bonding to zirconia ceramic.  
Oper Dent 2015;40:55-62

Seabra B, Arantes-Oliveira S, Portugal J  
Influence of multimode universal adhesives and zirconia primer application techniques on zirconia.  
J Prosthet Dent 2014;112:182-7

**Wirksamkeit an Zirkonoxid-Keramik = Haftung von Universal-Primern**

### Ergebnisse In-vitro-Studien

**Wirksamkeit von Universaladhäsiven als Silan Haftung von Befestigungskompositen zu glasbasierten Keramiken (e.max CAD) nach Vorbehandlung mit Universal-Adhäsiven**



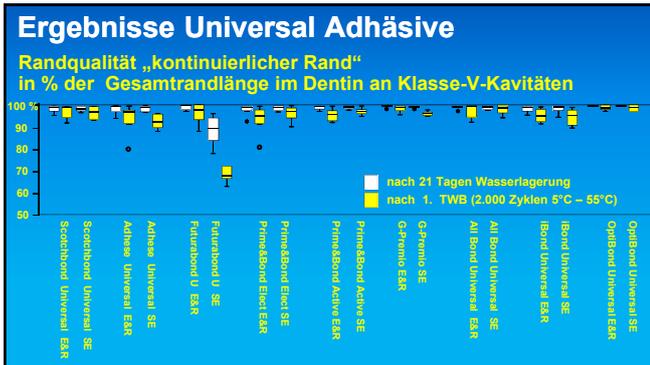
Specimen storage:  
3 d water  
30 d water + 15k TC  
150 d water + 75k TC

**Pre-test failures (150 d)**

MBP	0%
ABU	100%
SBU	25%
OTR	100%

Passia N, Lehmann F, Freitag-Wolf S, Kern M. Tensile bond strength of different universal adhesive systems to lithium disilicate ceramic.  
J Am Dent Assoc. 2015;146:729-734





### Studien zu Universaladhäsiven

Ergebnisse nach Temperaturwechselbadbelastung (10.000 Zyklen):  
(OptiBond FL, Scotchbond Universal, Prime&Bond Elect, All-Bond Universal, iBond Universal)

**Haftung an Schmelz:**  
Phosphorsäure-Ätzung verbessert die Haftwerte signifikant  
Werte für OptiBond FL = Werte für getestete Universaladhäsive

**Haftung an Dentin:**  
Phosphorsäure-Ätzung ⇒ signifikant höhere Haftwerte  
Werte für OptiBond FL = Werte für getestete Universaladhäsive

Jacker-Guhr S, Sander J, Luehrs AK J Adhes Dent 21:87-95 (2019)

### Studien zu Universaladhäsiven

Ergebnisse nach Langzeitbelastungen:

**Haftung an Schmelz:**  
Phosphorsäure-Ätzung verbessert die Haftwerte signifikant unabhängig vom pH-Wert der Adhäsive

**Haftung an Dentin:**  
Universaladhäsive mit mildem pH-Wert (pH=2) zeigen keine Beeinträchtigung durch Phosphorsäure-Ätzung

Cuevas-Suárez CE, da Rosa WLO, Lund RG, da Silva AF, Piva E. J Adhes Dent 21:7-26 (2019)

### Universal-Adhäsive

**pH 1,5:**  
- G-Premio Bond  
- Peak Universal Bond

**pH 2,0:**  
- Adhese Universal  
- Clearfil Universal Bond Quick  
- Futurabond U  
- Futurabond M+  
- OptiBond Universal  
- Prime & Bond Elect  
- Prime & Bond active  
- Scotchbond Universal

**pH >2,5:**  
- All-Bond Universal

(GC) (Ultradent)  
(Vivadent) (Kuraray)  
(Voco) (Kerr)  
(Dentsply) (Dentsply)  
(3M Espe)  
(Bisco)

### Ergebnisse aus Workshops

**Haftwerte (Scherkraft) am Dentin:**  
Universal-Adhäsive (E&R-Technik u. SE) zusammen mit OptiBond FL in der Spitzengruppe

### Universal-Adhäsive

Schmelz-konditionie-rung	Dentin-konditionie-rung	Dentin-priming	Adhäsiv
Phosphorsäure-Ätzung im Schmelz + Dentin			
selektive Phosphorsäure-Ätzung im Schmelz			
selbst-ätzendes System			

### Universal-Adhäsive Zusammenfassung

**Haftung an Restaurationen**





Universal Adhäsiv

**Haftung an Zahnhartsubstanz**

**selbst-ätzend**

**Etch & Rinse-Technik**





### Universal-Adhäsive

als Primer für sandgestrahlte

- Komposite
- Zirkonoxid-Keramiken (Metalle)

**Achtung:** keine Phosphorsäure-Applikation bei Zirkonoxid-Keramik und Metall



### Universal-Adhäsive



anzuwenden als

- Etch & Rinse-System
- selbst-ätzendes Adhäsiv



### Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen

**Bei der Etch & Rinse-Technik:**

- exzessives Trocknen vermeiden evtl: Rewetting

**Universal-Adhäsive Lösungsmittel: Wasser**

⇒ weniger sensibel auf ausgetrocknetes Dentin



Tsujimoto A et al. Influence of surface wetness on bonding effectiveness of universal adhesives in etch-and-rinse mode. Eur J Oral Sci 127:162-169 (2019)

### Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen

#### Applikation des Primers

Lösungsmittel verdunsten lassen

**Ziel:**  
glänzende Oberfläche,  
Flüssigkeitsfilm lässt sich nicht mehr verblasen

**Universal-Adhäsive Lösungsmittel: Wasser**

⇒ Verdunsten dauert länger!



Ikeda T et al. Effect of evaporation of primer components on ultimate tensile strengths of primer-adhesive mixture. Dent Mater 21:1051-8 (2005)

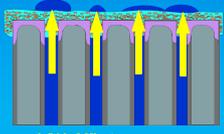
### Empfohlene Adhäsivtechnik (Füllungstherapie)

- **Schmelz:**  
Phosphorsäure-Ätzung
- **Dentin:**  
selbst-ätzender Primer  
oder  
Etch&Rinse-Systeme
- **Applikation einer hydrophoben Deckschicht**  
(Versiegler, Flowable)

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. J Adhes Dent. 2020;22(1):7-34

### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

**Probleme:**  
**Adhäsivschicht wirkt als semipermeable Membran (bei Einflaschen-Produkten)**



Diffusion von Dentinliquor durch die Adhäsivschicht auf die Kontaktfläche zum hydrophoben Komposit

nach 5 bis 8 Minuten

Tay et al. J Dent Res 81: 472-476 2002  
 Tay and Pashley Am J Dent 16: 6-12 2003

### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

#### Langlebigkeit des Dentinverbundes



Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin?

Alessandra Reis<sup>1\*</sup>, Maurício Albuquerque<sup>2</sup>, Mariana Pegoraro<sup>3</sup>, Gracielle Mattei<sup>4</sup>, José Roberto de Oliveira Bauer<sup>5</sup>, Rosa Helena Miranda Grande<sup>6</sup>, Celso Afonso Klein-Junior<sup>7</sup>, Ricardo Baumhardt-Neto<sup>7</sup>, Alessandro D. Loguercio<sup>8</sup>

**höhere Haftwerte nach 6 Monaten Wasserlagerung bei Applikation einer hydrophoben Deckschicht**

### Empfohlene Adhäsivtechnik (Füllungstherapie)



- **Applikation einer hydrophoben Deckschicht (Versiegler, Flowable)**

Ahmed MH, Yao C, Van Landuyt K, Peumans M, Van Meerbeek B. Extra Bonding Layer Compensates Universal Adhesive's Thin Film Thickness. J Adhes Dent 22:483-501 (2020)

### Empfohlene Adhäsivtechnik (Füllungstherapie)



**Sauerstoff-Inhibitionsschicht**  
**Sauerstoff-Inhibitionsschicht**

**Verbesserung der Aushärtung von Adhäsivsystemen durch Verlagerung der Sauerstoff-Inhibitionsschicht**

Extra Bonding Layer Compensates Universal Adhesive's Thin Film Thickness  
 Mohamed H. Ahmed<sup>1</sup>, Cherrin Yaqo<sup>2</sup>, Kirsten Van Landuyt<sup>3</sup>, Marleen Peumans<sup>4</sup>, Bart Van Meerbeek<sup>5</sup>

**Keywords:** bond strength, durability, hydrophobic, linear mixed model (LME), adhesive-dentin interface.

### Empfohlene Adhäsivtechnik (Füllungstherapie)



- **Applikation einer hydrophoben Deckschicht (Versiegler, Flowable) ⇒ Stressbrecher**

**Verbesserung der Aushärtung von Adhäsivsystemen durch Verlagerung der Sauerstoff-Inhibitionsschicht**

### Universal-Adhäsive

#### Zusammenfassung

- Nicht verwechseln mit „Universal-Primer“
- **Entscheidender Vorteil: Anwendung als Etch&Rinse-System und als selbstätzendes Adhäsiv**
- **Sichere Haftung an Zirkonoxid-Keramik**
- **Wirksamkeit als Silan wird kritisch gesehen**
- **Bei Anwendung von Universal-Primern oder Universal-Adhäsiven an Zirkonoxid-Keramik: keine Phosphorsäure-Applikation**

Etch & Rinse-Technik	Selbst-ätzende Systeme
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sicheres Ätzmuster im Schmelz</li> <li>- Techniksensible Behandlung des geätzten Dentins</li> <li>- Langzeitstabilität des Adhäsivs im Dentin</li> <li>- Erhöhter Zeitbedarf durch separate Ätzung</li> <li>+ Sicherere Ätzung von sklerotiertem Dentin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geringere Haftwerte am Schmelz</li> <li>+ Gleichzeitige Ätzung und Penetration der sauren Primer</li> <li>- Unsichere Durchdringung der Schmelzschicht</li> <li>- Nicht kompatibel mit Pasten-Pasten-Kompositen</li> <li>+ Schonende Ätzung des Dentins in Pulpanähe</li> </ul>

### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

**Probleme:** Kompatibilität mit Pasten-Pasten-Kompositen

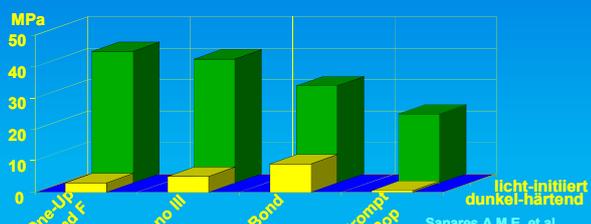


säurehaltige Primer-Adhäsive können das Initiatorsystem der Komposite hemmen

Sanaros A.M.E. et al. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. Dent Mater 17: 542-556 (2001)

### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

**Probleme:** Kompatibilität mit Pasten-Pasten-Kompositen



Sanaros A.M.E. et al. Dent Mater 17: 542-556 (2001)

### Kompatibilität mit Kompositmaterialien

**dunkel-härtende Komposite**  
Problem mit säurehaltigen Primer-Adhäsiven

Schmelz-konditionie-rung	Dentin-konditionie-rung	Dentin-priming	Adhäsiv
Lösung:			
Applikation eines			
lichthärtenden Flowables			

- Admira Bond
- Adper Scotchbond 1
- CuIndente Adhäsiv
- Fantastic Flowable
- Excite
- Glama Comfortbond
- One Coat Bond
- OptiBond Solo Plus
- P&I
- Prime & Bond NT
- Solobond Mono
- Tegobond
- XP Bond
- AdheSE
- AquaPrime & Monobond
- Clearfil SE Bond
- ConTact
- OptiBond XTR
- Adper Prompt L-Pop
- Futurebond NR
- Xeno II
- AdheSE One
- Adper Easy Bond
- BrClear One
- Bond Force
- Bond Self Etch
- Clearfil
- One Coat 7.0
- Optibond All in One
- Ti-S-Bond
- Xeno 3

### Kompatibilität mit Kompositmaterialien

**dunkel-härtende Komposite**  
Problem mit säurehaltigen Primer-Adhäsiven

Schmelz-konditionie-rung	Dentin-konditionie-rung	Dentin-priming	Adhäsiv
Etch&Rinse-Systeme			
Selbst-ätzende Systeme			

- Clearfil New Bond
- Excite D3C
- Adper Scotchbond MP
- Amorino Bond
- Clearfil Photobond
- Cosmesdent Complete
- CuIndente Adhäsiv
- Enzobond
- Fantastic Flowable
- LuxaBond
- OptiBond Solo Plus
- Prime & Bond NT
- XP Bond
- AdheSE
- Clearfil Liner Bond 2V
- Optibond XTR
- Fantastic Flowable SE
- Futurebond DC
- Hybrist Bond

### Kompatibilität mit Kompositmaterialien

**dunkel-härtende Komposite**  
Problem mit säurehaltigen Primer-Adhäsiven

**Dual-härtende Befestigungskomposite**



Einsatz in Kombination mit lichthärtenden selbst-ätzenden oder sauren Primer-Adhäsiven kann kritisch sein

### Universal-Adhäsive

Freigegeben für den Einsatz in Kombination mit licht-, dunkel- und dual-härtenden Kompositen

**Wichtig:**  
Aussage trifft nur für Produktkette einer Firma zu!

Es liegen noch keine Ergebnisse unabhängiger Studien vor

pH-Werte: 1,0 - 2,5

### Universal-Adhäsive



Dualhärtung z. B.:

- Adhese Universal DC (Vivadent)
- Clearfil Universal Bond (Kuraray)
- Futurabond U (Voco)
- Futurabond Mit (Voco)
- G-Primo Bond (3M)
- Prime&Bond Active (Dentsply)
- Scotchbond Universal (3M)
- Universal Bond (Tokuyama)

### Haftung an sklerisiertem Dentin



Haftung an erodiertem Dentin signifikant geringer

Haftung von selbst-ätzenden Adhäsivsystemen geringer als bei Mehr-Flaschen-Adhäsiven in Kombination mit Etch&Rinse-Technik

**Lösung:** Anfrischen der Dentinoberfläche mit Rosenbohrer oder Finierer

Tay FR, Pashley DH	J Dent 32:173-196	(2004)
Wood I et al.	J Dent 36:759-766	(2008)
Georgescu A et al.	Rom J Morphol Embryol 51:299-302	(2010)
Deari S et al.	J Adhes Dent 19:147-155	(2017)

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme



**Vorteil:**  
Pulpairritationen durch selbstätzende Primer geringer als durch H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Ätzung

Akimoto et al.	1998
Gwinnett und Tay	1998
Kitasako et al.	1999
Demarco et al.	2001

### Versorgung des Kavitätenbodens



**Ausmaß der Monomerdiffusion in Pulpanähe abhängig von Sklerisierungsgrad**

Hamid und Hume	1997
Bouillaguet et al.	1998
Schmalz et al.	2001

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Etch&Rinse-Systeme



Aussparen der H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Ätzung in pulpanahen Arealen zur Verminderung der Monomerdiffusion

### Anwendung von Adhäsiven bei indirekten Restaurationen



**Lichthärtung vor Applikation des dual-härtenden Befestigungskomposits**

### Anwendung von Adhäsiven bei indirekten Restaurationen

#### Lichthärtung durch Keramikrestorationen



**Abnahme der Bestrahlungsstärke:**

- bei 1 mm Schichtstärke um ca. 60 %
- bei 2 mm Schichtstärke um ca. 80 %
- bei 3 mm Schichtstärke um ca. 90 %

### Anwendung von Adhäsiven bei indirekten Restaurationen

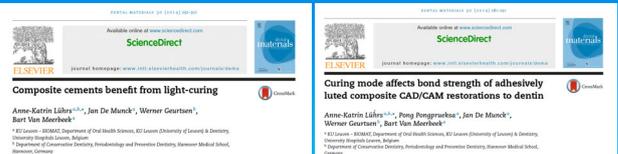


**Führt die Lichthärtung des Adhäsivs zur Passgenauigkeit ?**

### Aushärtung des Adhäsivs vor Applikation des Befestigungskomposits

**Vorteile:**

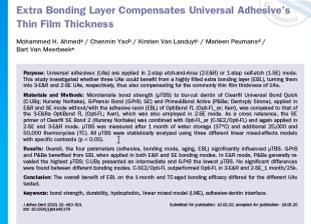
**höhere Haftung und bessere Randdichtigkeit**



### Aushärtung des Adhäsivs vor Applikation des Befestigungskomposits

**Nachteil:**

**Schichtstärke des ausgehärteten Adhäsivs**



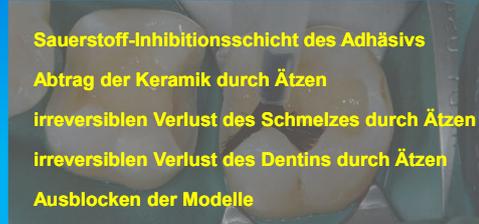
Adhesive	Adhesive layer thickness (µm)
Clearfil Universal Bond Quick	8-10
G-Primo Bond	2-3
Prime&Bond active	8-10
OptiBond FL	50-100
Clearfil SE Bond	12-15

\* Unpublished TEM observations.

### Aushärtung des Adhäsivs vor Applikation des Befestigungskomposits

**Platz für Adhäsiv durch**

- Sauerstoff-Inhibitionsschicht des Adhäsivs
- Abtrag der Keramik durch Ätzen
- irreversiblen Verlust des Schmelzes durch Ätzen
- irreversiblen Verlust des Dentins durch Ätzen
- Ausblocken der Modelle



### Aushärtung des Adhäsivs vor Applikation des Befestigungskomposits

Option zur chemisch-aktivierten Aushärtung durch Mischung mit Initiator

Schmelz-konditionie-rung	Dentin-konditionie-rung	Dentin-priming	Adhäsiv
Etch&Rinse-Systeme			Clearfil New Bond Enchil DC Mirage Dentin Adhesive Primer All Comesdent Complete Adper Scotchbond MP Clearfil PhotoBond Comfilite Adhesive EssBond Fantastic Flawless OptiBond Solo Plus Prime & Bond XP
			Clearfil Liner Bond 2V Comfilite Solo Plus SE
Selbst-ätzende Systeme			

### Universal-Adhäsive

Dualhärtung durch Beimischung eines Initiators

**Beispiele:**

- Adhese Universal-BC
- Clearfil Universal Bond Quick
- Futurabond U
- Futurabond M+
- G-Premio Bond
- Prime&Bond Active
- Scotchbond Universal Plus
- Universal Bond
- (Vivadent)
- (Kuraray)
- (Voco)
- (GC)
- (Dentsply)
- (3M)
- (Tokuyama)

### Aushärtung des Adhäsivs vor Applikation des Befestigungskomposits

Aushärtung von Universal-Adhäsiven durch Kontamination mit Befestigungskomposit in der Produktkette einer Firma

**Beispiele:**

Adhese Universal DC	Variolink Esthetic DC	(Vivadent)
OptiBond Universal OptiBond FL Primer	Nexus Universal Nexus Universal	(Kerr) (Kerr)
Prime&Bond active	Calibra Ceram	(Dentsply)
Scotchbond Universal Scotchbond Universal Plus	RelyX Ultimate RelyX Universal	(3M) (3M)

### Anwendung von Adhäsiven bei indirekten Restaurationen

**Zusammenfassung**

Lichthärtung des Adhäsivs vor Applikation des dual-härtenden Befestigungskomposits  
⇒ höhere Haftung und bessere Randdichtigkeit

Schichtstärke ausgehärteter Universaladhäsive: 8 – 10 µm

**Alternativen:**

- Dualhärtung durch Beimischung eines Initiators
- In Produktkette bleiben

### Adhäsivtechnik

#### Versorgung des Kavitätenbodens

- Reaktion Pulpa-Dentin-Komplex
- Dentinstrukturen am Kavitätenboden
- Haftung an kariös-verändertem Dentin
- Haftung an sklerosiertem Dentin
- Kavitätendesinfektion
- Zusammenfassung



### Reaktionen des Pulpa-Dentin-Komplexes

#### Verschluss der Tubuli



REM-Aufnahme  
längsgetroffener Tubuli

- Präzipitate durch Kariesangriff
- Tubuliverengung durch Anlagerung von peritubulärem Dentin
- Bildung von Sekundärdentin

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Dentin abdecken oder anätzen ?

Adhäsivsysteme in der Zellkultur lösen zytotoxische Reaktionen aus



Ratanasathien et al. 1995  
de Souza Costa et al. 1999  
Demarco et al. 2001

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Dentin abdecken oder anätzen ?

Ausmaß der Monomerdiffusion in die Pulpa abhängig von

- Permeabilität des Dentins
- Restdentinstärke  
ab 200 µm verstärkte Permeabilität
- Sklerosierungsgrad
- Aggressivität der Konditionierung



Hamid und Hume 1997  
Bouillaguet et al. 1998  
Schmalz et al. 2001

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Selbst-ätzende Adhäsivsysteme

Vorteil:  
Pulpa-irritationen durch selbstätzende Primer geringer als durch H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Ätzung



Akimoto et al. 1998  
Gwinnett und Tay 1998  
Kitasako et al. 1999  
Demarco et al. 2001

### Versorgung des Kavitätenbodens

#### Etch&Rinse-Systeme

Aussparen der H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Ätzung in pulpanahen Arealen



### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

0,5 - 0,9 µm  
29.500 bis 35.000/mm<sup>2</sup>

2 - 3 µm  
45.000 bis 65.000/mm<sup>2</sup>

REM-Bilder: Prof. Marcos Vargas, Univ. of Iowa

### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

#### Karieexkavation

### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

#### Karieexkavation

Contemporary operative caries management: consensus recommendations on minimally invasive caries removal

Controlling the disease in cavitated carious lesions should be attempted using methods which are aimed at biofilm removal or caries lift. Only when cavitated carious dentine lesions are either non-removable or can no longer be sealed, are restorative interventions indicated. Carious tissue is removed purely to create conditions for long-lasting restorations. Bacterially contaminated or demineralized tissues close to the pulp do not need to be removed. The evidence and, therefore, these recommendations, supports minimally invasive carious lesion management, delaying entry to, and slowing down, the destructive restorative cycle by preserving tooth tissue, maintaining pulp sensibility and restoring the functional tooth-restoration complex long-term.

Br Dent J 11:215-222 (2017)

### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

#### Karieexkavation

„Vollständige“ Entfernung kariösen Dentins		„Unvollständige“ Entfernung kariösen Dentins	
Einzeitiges Vorgehen	Zweizeitiges Vorgehen	Zweizeitiges Vorgehen	Einzeitiges Vorgehen
Non-selektive Exkavation	Schrittweise Exkavation	Schrittweise Exkavation	Selektive Exkavation

Banerjee A, Frecken JE, Schwendicke F, Innes NPT. Contemporary operative caries management: consensus recommendations on minimally invasive caries removal. Br Dent J. 2017; 223:215-222

### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

#### Karieexkavation

Fotos: Prof. Roland Frankenberger, Univ. Marburg

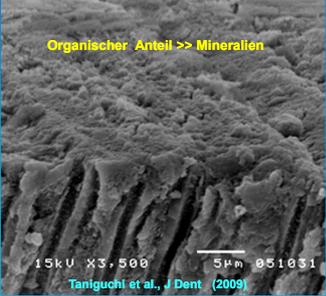
### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

#### Kariös verändertes Dentin

- demineralisiert u. mineralisiert
- offene + geschlossene Tubuli
- schwerlösliche Präzipitate

### Dentinstrukturen am Kavitätenboden

**Kariös verändertes Dentin**



Organischer Anteil >> Mineralien

15kV X3,500 5µm 951831  
Taniguchi et al., J Dent (2009)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Haftwerte geringer  
Dauerhaftigkeit geringer  
im Vergleich zum normalen Dentin**



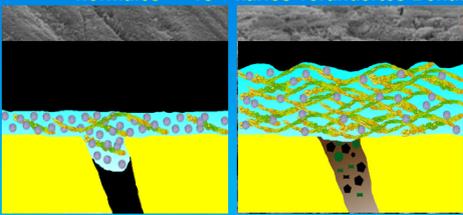
**Ursachen:**  
schlechtere mechanische Werte  
größere Aktivität der MMPs

Pinna R, Malolli M, Eramo S, Mura I, Milla E.  
Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding.  
Aust Dent J 60(3):276-93 (2015)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Schmierschicht**

**normales vs kariös-verändertes Dentin**



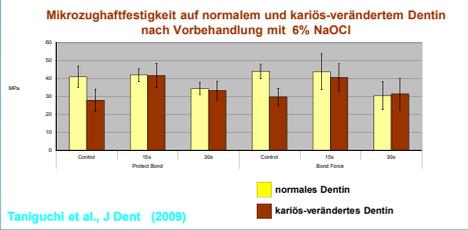
Organischer Anteil >> Mineralien

Taniguchi et al., J Dent (2009)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Vorbehandlung der Schmierschicht**

**Mikrozughaftfestigkeit auf normalem und kariös-verändertem Dentin nach Vorbehandlung mit 6% NaOCl**



Taniguchi et al., J Dent (2009)

⇒ Vorbehandlung mit NaOCl für 15 s erhöht die Haftung an kariös-verändertem Dentin

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Zusammenfassung**

- Geringerer Mineralgehalt
- Höhere Feuchtigkeit
- Verschluss der Tubuli

⇒ Eingeschränkte Infiltration  
⇒ Aktivierung der MMPs



Pinna R, Malolli M, Eramo S, Mura I, Milla E.  
Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding.  
Aust Dent J 60(3):276-93 (2015)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Etch&Rinse-Technik**

**Phosphorsäure-Ätzung**

- ⇒ Entfernung der Schmierschicht
- ⇒ ungleichmäßig tief freigelegtes Kollagennetzwerk
- ⇒ vollkommen HAp-freigelegte Kollagenfasern
- ⇒ ungleichmäßige Hybridschicht
- ⇒ höhere Anfälligkeit auf MMPs und Hydrolyse

**Empfehlung: CHX-Applikation**

Pinna R, Malolli M, Eramo S, Mura I, Milla E.  
Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding.  
Aust Dent J 60(3):276-93 (2015)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Selbst-ätzende Systeme**

- Etch&Rinse-Systeme**  
Mehrf-Flaschen-Systeme  
Ätzen - Primern - Bonden
- Ein-Flaschen-Systeme**  
Ätzen - Primern/Bonden
- SE-Systeme**  
Zwei-Schritt-Systeme  
Primern - Bonden
- Ein-Schritt-Systeme mit Mischern ohne Mischen**  
Primern/Bonden
- Universaladhäsive**  
Ein-Flaschen-Systeme  
anzuwenden als  
- E&R-System  
- SE-System

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Selbst-ätzende Systeme**

- weniger effektiv wegen der dicken Schmierschicht
- milde SE-Adhäsive werden leicht neutralisiert
- starke SE-Adhäsive legen zu viel Kollagenfasern frei von HAP

Pinna R, Maioli M, Eramo S, Mura I, Milia E. Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding. Aust Dent J 60(3):276-93 (2015)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Bonding to Sound and Caries-Affected Dentin: A Systematic Review and Meta-Analysis**  
Cristina P. Isolani / Rafael Sarkis-Onofre / Gláucia S. Lima / Rafael R. Moraes

**Haftung an kariös-verändertem Dentin signifikant geringer als an normalem Dentin**

**An kariös-verändertem Dentin ist Etch&Rinse-Technik wirksamer als Self-etch-Adhäsive**

Isolani CP, Sarkis-Onofre R, Lima GS, Moraes RR. Bonding to Sound and Caries-Affected Dentin: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Adhes Dent, 20(1):7-18 (2018)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Haftwerte geringer**  
**Dauerhaftigkeit geringer**  
**im Vergleich zum normalen Dentin**

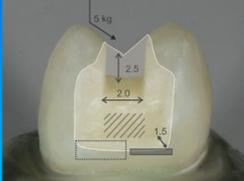
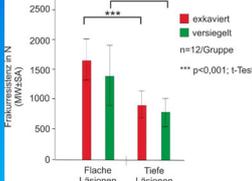
**Ursachen:**  
**schlechtere mechanische Werte**



Pinna R, Maioli M, Eramo S, Mura I, Milia E. Carious affected dentine: its behaviour in adhesive bonding. Aust Dent J 60(3):276-93 (2015)

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

**Einfluss auf die Stabilität von Zähnen**

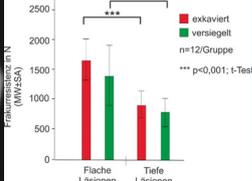



Schwendicke et al. Marginal integrity and secondary caries of selectively excavated teeth in vitro. J Dent 2014;42:1261-8.

Schwendicke et al. Influence of using different bonding systems and composites on the margin integrity and the mechanical properties of selectively excavated teeth in vitro. J Dent 2014; 12dent.2014.12.014.

### Haftung an kariös-verändertem Dentin

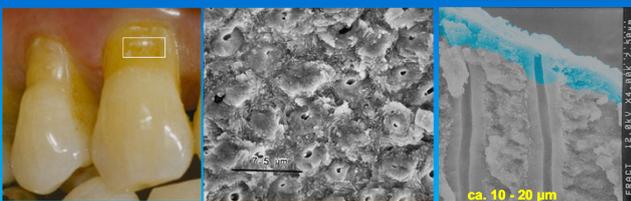
**Einfluss auf die Stabilität von Zähnen**

Schwendicke et al. Marginal integrity and secondary caries of selectively excavated teeth in vitro. J Dent 2014;42:1261-8.

Schwendicke et al. Influence of using different bonding systems and composites on the margin integrity and the mechanical properties of selectively excavated teeth in vitro. J Dent 2014; 12dent.2014.12.014.

### Haftung an sklerosiertem Dentin



**hypermineralisiertes Dentin**  
**geringere Wirksamkeit von Adhäsivsystemen**

Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. J Dent 32:173-86 (2004)

### Haftung an sklerosiertem Dentin

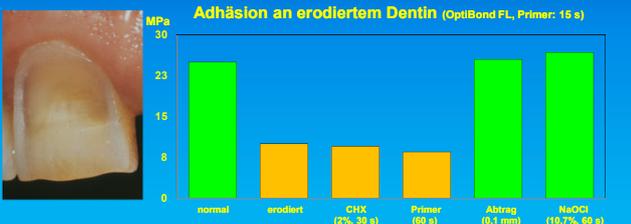


**Haftung von selbst-ätzenden Adhäsivsystemen geringer als bei Mehr-Flaschen-Adhäsiven in Kombination mit Etch&Rinse-Technik**

**Lösung: Anfrischen der Dentinoberfläche mit Rosenbohrer oder Finierer**

Tay FR, Pashley DH	J Dent 32:173-196	(2004)
Wood I et al.	J Dent 36:759-766	(2008)
Georgescu A et al.	Rev J Morphol Embryol 51:299-302	(2010)
Deari S et al.	J Adhes Dent 19:147-155	(2017)

### Haftung an erodiertem Dentin



**Adhäsion an erodiertem Dentin (OptiBond FL, Primer: 15 s)**

Pretreatment	Bond Strength (MPa)
normal	~25
erodiert	~10
CHX (2%, 30 s)	~10
Primer (90 s)	~10
Flüßig (0,1 mm)	~25
NaOCl (10,7%, 90 s)	~25

Deari S, Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T. Influence of Different Pretreatments on the Microtensile Bond Strength to Eroded Dentin. J Adhes Dent. 2017;19(2):147-155

### Haftung an erodiertem Dentin



**Haftung an erodiertem Dentin signifikant geringer**

**Lösung: Anfrischen der Dentinoberfläche mit Rosenbohrer oder Finierer**

Deari S, Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T. Influence of Different Pretreatments on the Microtensile Bond Strength to Eroded Dentin. J Adhes Dent. 2017;19(2):147-155

### Versorgung des Kavitätenbodens

**Muss der Kavitätenboden vor Anwendung der Adhäsivtechnik desinfiziert werden ?**

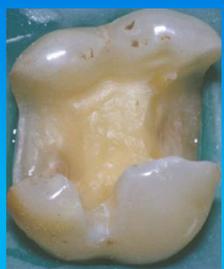


**Reinigung der Kavität**

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- NaOCl
- Alkohol
- Tubulicid®
- Chlorhexidin®

### Versorgung des Kavitätenbodens

**Muss der Kavitätenboden vor Anwendung der Adhäsivtechnik desinfiziert werden ?**



**Keimreduktion durch:**

- Phosphorsäureätzung
- bakterizide Wirkung saurer Monomerlösungen

Kneist S. & Glockmann E. 2006

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Muss der Kavitätenboden vor Anwendung der Adhäsivtechnik desinfiziert werden ?

Keimreduktion durch:

- Phosphorsäureätzung
- bakterizide Wirkung saurer Monomerlösungen

Kneist S. & Glockmann E. 2006



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Beeinträchtigen Kavitätenreiniger die Wirksamkeit von Adhäsivsystemen:

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- NaOCl
- Alkohol
- Tubulicid®
- Chlorhexidin®

kann die Aushärtung des Adhäsivs durch Sauerstoff hemmen zu starke Austrocknung für selbst-ätzende Primer ?

ohne Einfluss



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Kontaminationskontrolle  
Kontamination mit Speichel, Blut und Sulkusfluid vermeiden

„absolute Trockenlegung“

Kofferdam

„relative Trockenlegung“



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Kontaminationskontrolle

Zervikalmatrizenband

OptraGate (Vivadent)



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Kontaminationskontrolle

Teflonband



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

Kontrolle der Mehrfunktionsspritze

Sichere Trennung zwischen Wasser und Luft



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Etch & Rinse-Technik:**

Einsatz von Ätzgel (37%  $H_3PO_4$ ): am Schmelz beginnen,  
15 - 20 s auf Dentin



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Etch & Rinse-Technik:**

Ätzgel sorgfältig absprühen

zur Beseitigung von Präzipitaten aus dem Ätzvorgang wird eine Absprühzeit von mindestens 15 s empfohlen



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Etch & Rinse-Technik:**

exzessives Trocknen vermeiden evtl: Rewetting



**Wie feucht ist „feucht“ ?**

nach dem Absprühen

Ätzmuster im Schmelz ?

„Wasserspützen“ und Wassertropfen in der Kavität vermeiden

ungleichmäßige Trocknung ?



**"Re-wetting" (Wiederanfeuchten) des Kollagennetzwerkes**

nach Ätzung    nach Trocknung    nach re-wetting

durch Wasser

Tay F.R.; Gwinnett A.J.; Wei S.H.Y.:  
Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting.  
Am J Dent 10, 77-82 (1997)



**"Re-wetting" (Wiederanfeuchten) des Kollagennetzwerkes**

Applikator in CHX (2 %ig) tauchen

Applikator auf Serviette abtupfen

glänzende Oberfläche 1 min einwirken lassen



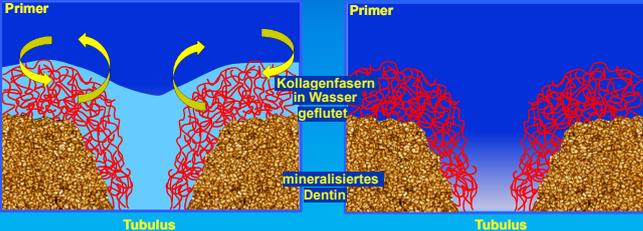
**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Primers :**  
 „in Dentin einreiben“

**Ziel:**  
 aufgetragene Lösung  
 in Bewegung halten,  
 zur besseren Wirksamkeit



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**



**Austausch des Wassers im Kollagenetzwerk durch die hydrophilen Monomere des Primers**

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Primers :**  
 „in Dentin einreiben“

**Ziel:**  
 aufgetragene Lösung  
 in Bewegung halten,  
 zur besseren Wirksamkeit

**bei Etch & Rinse-Technik:**  
 Aktives Reiben  
 des Microbrush  
 auf Ätzmuster vermeiden



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Primers :**

**Einwirkzeit:**  
 mindestens 30 s,  
 eher verlängern



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Primers :**  
 Lösungsmittel  
 verdunsten lassen




**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Primers :**  
 Lösungsmittel  
 verdunsten lassen

**Ziel:**  
 glänzende Oberfläche,  
 Flüssigkeitsfilm lässt  
 sich nicht mehr verblasen

**Cave:**  
 Selbst-ätzende Adhäsivsysteme  
 und Universaladhäsive  
 sind wasser-basiert und  
 benötigen mehr Zeit



**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Applikation des Adhäsivs:**



**Lichthärtung vor Applikation des Komposits**

**Schattenbildung vermeiden!**

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Verhalten bei Kontamination mit Speichel während der Applikation eines Adhäsivsystems**



**nach dem Ätzen mit H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**

**erneut Ätzen mit kürzerer Ätzeit**

Sillas Duarte, Jr. et al. SEM Analysis of Internal Adaptation of Adhesive Restorations After Contamination with Saliva  
J Adhes Dent 1: 51-56 (2005)

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Verhalten bei Kontamination mit Speichel während der Applikation eines Adhäsivsystems**



**nach der Applikation des Primers oder Primer/Adhäsiv**

**trocknen oder absprühen u. trocknen**

**Primer oder Primer/Adhäsiv erneut applizieren**

Yoo HM et al.: Oper Dent 31(1):127-134 (2006)  
Sattabanasuk V et al. J Adhes Dent 8:311-318 (2006)

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Verhalten bei Kontamination mit Speichel während der Applikation eines Adhäsivsystems**



**nach der Applikation des Adhäsivs (Mehr-Flaschen-System)**

**trocknen oder absprühen u. trocknen**

**Primer und Adhäsiv erneut applizieren**

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Verhalten bei Kontamination mit Blut während der Applikation eines Adhäsivsystems**

Dietrich et al. (2002) Dent Mater 18: 159-162  
Van Schalkwyk et al. (2003) South African Dent J 58: 143-147  
Elriksson et al. (2004) Dent Mater 20: 184-190  
Yoo & Rereira (2006) Oper Dent 31: 660-665  
Raffaini et al. (2008) Am J Dent 21: 159-162  
Chang et al. (2010) Oper Dent 35: 330-336  
Tachibana et al. (2011) J Adhes Dent 13: 349-358

**Kontamination mit Blut: Wirksamkeit der Adhäsivsysteme wird signifikant reduziert**

**Empfehlungen: absprühen mit Wasser, längere Einwirkzeit der Primer und pulverstrahlen**

**Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Verhalten bei Kontamination mit Adstringentien während der Applikation eines Adhäsivsystems**

Powers et al. (2003) Odontology 91: 1-6  
O'Keefe (2005) Am J Dent 18: 168-172  
Kimmes et al. (2007) J Adhes Dent 8: 363-66  
Kuphasuk et al. (2007) Oper Dent 32: 399-405  
Hamirattisai et al. (2009) Oper Dent 34: 415-422  
Chayabutr & Kois (2011) Oper Dent 36: 18-26  
Tauböck TT (2017) J Adhes Dent 19: 249-252

**kein Nachteil bei E&R E&R besser**

**kein Nachteil bei E&R**

**Kontamination mit Adstringentien: Wirksamkeit der Adhäsivsysteme wird beeinträchtigt**

### Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen

**Verhalten bei Kontamination mit Adstringentien während der Applikation eines Adhäsivsystems**

Bernades Kde O, Hilgert LA, Ribeiro AP, Garcia FC, Pereira PN. The influence of hemostatic agents on dentin and enamel surfaces and dental bonding: a systematic review. J Am Dent Assoc 2014; 145(11):1120-1128

**Practical implications:** Adhesive procedures may be affected adversely when performed on dentin and enamel contaminated by hemostatic agents. Hemostatic agents may induce changes in the **nach Kontamination mit Adstringentien**; that the bond strength of self-etching adhesive systems is affected more negatively than that of etch-and-rinse systems. The authors found that a 60-second application of ethylenediaminetetraacetic acid followed by a water spray **Selbst-ätzende Systeme: 60 s EDTA + Absprühen** and **Etch&Rinse-Systeme: 15 s - Phosphorsäure + Absprühen** followed by a water spray also was an effective cleaning method. Direct comparison of selected studies was not possible, however, mainly because of methodological differences hampering definitive conclusions.

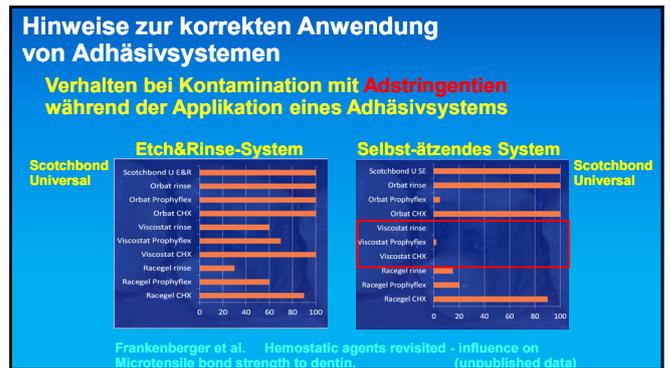
### Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen

**Verhalten bei Kontamination mit Adstringentien während der Applikation eines Adhäsivsystems**

Pucci CR, Araújo RM, Lacerda AJ, Souza MA, Huhtala MF, Feitosa FA. Effects of Contamination by Hemostatic Agents and Use of Cleaning Agent on Etch-and-Rinse Dentin Bond Strength. Braz Dent J 2016; 27:688-692

**Kontamination mit**  
 - Al-Chlorid (Hemostop®, Hemostasegel®)  
 - Eisensulfat (Viscostat®)

**verminderte Haftwerte werden nach CHX-Spülung wieder angehoben bei Etch&Rinse-Adhäsiven**

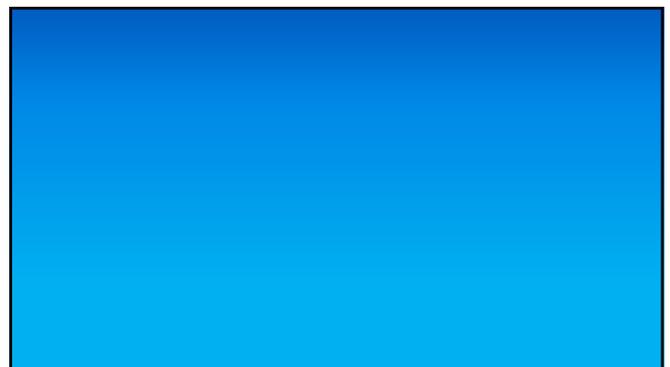


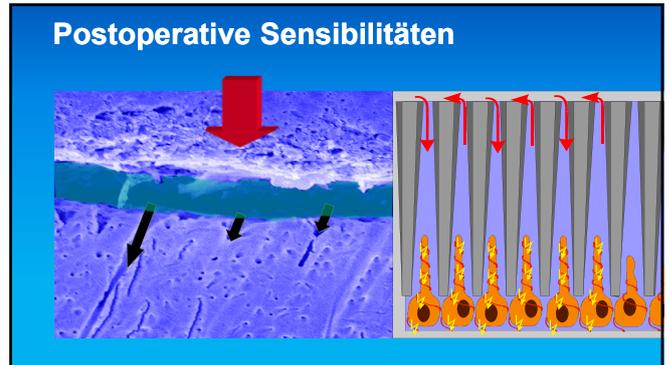
### Hinweise zur korrekten Anwendung von Adhäsivsystemen

**Verhalten bei Kontamination mit Adstringentien während der Applikation eines Adhäsivsystems**

- Anwendung von Adstringentien möglichst vermeiden

	E&R		SE
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	CHX	CHX
• Kontamination mit			
- Aluminium-Sulfat (Orbat®)	+	+	+
- Aluminium-Chlorid (Racegel®)	+	+	+
- Eisensulfat (Viscostat®)	+	+	-





**Postoperative Sensibilitäten**

**Mögliche Ursachen für fehlenden Verbund zum Dentin: Handling**

<b>Etch &amp; Rinse-Systeme</b>	<b>selbst-ätzende Systeme</b>
Ätzzeiten im Dentin verlängert ohne verlängerte Primer-Applikation	zu kurze Applikation des Primers
Wet bonding nicht beachtet	nicht aktiv appliziert
Speichelkontamination	Lösungsmittel nicht verblasen
Mehrfunktionsspritze trennt nicht korrekt	Mehrfunktionsspritze trennt nicht korrekt
Lichthärtung	Lichthärtung

**Postoperative Sensibilitäten**

**Kein statistisch signifikanter Unterschied bzgl. postoperativer Sensibilitäten zwischen Etch&Rinse- und selbstätzenden Systemen**

Perdigao, J., Geraldelli, S., Hodges, J.S.: Total-etch versus self-etch adhesive. Effect on postoperative sensitivity. J Am Dent Assoc 134, 1621-1629 (2003)

**Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Zusammenfassung**

- Kavitätendesinfektion vor Adhäsivtechnik nicht nötig

**Etch&Rinse-Technik:**

**Haftung an Schmelz**

- 35-40%ige Phosphorsäure für 30 s an präpariertem Schmelz für 60 s bei Fissurenversiegelung
- kräftig mit Wasser abspülen
- Kontaminationskontrolle

**Haftung an Dentin**

- bei verlängerter Ätzzeit im Dentin auch Primer-Applikation verlängern
- in Pulpanähe Phosphorsäure-Ätzung vermeiden
- exzessives Trocknen vermeiden sinnvoll: Rewetting (mit CHX)

**Applikation des Primers**

- aktiv auftragen, mindestens 30 s, eher verlängern
- Lösungsmittel verdunsten lassen

**Anwendung von Adhäsivsystemen**

**Zusammenfassung**

**Selbst-ätzenden Adhäsive: Haftung an Dentin**

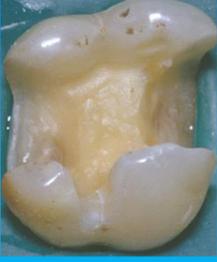
**Applikation des Primers**

- aktiv auftragen, mindestens 30 s, eher verlängern
- Lösungsmittel verdunsten lassen

**Grundsätzlich:**

- Mehrfunktionsspritze prüfen
- Kompatibilität mit Pasten-Pasten-Kompositen beachten
- effektive Lichthärtung sicherstellen

**Versorgung des Kavitätenbodens**  
**Beeinträchtigen Kavitätenreiniger die Wirksamkeit von Adhäsivsystemen ?**



- $H_2O_2$
- NaOCl
- Alkohol
- Tubulicid®
- Chlorhexidin®

kann die Aushärtung des Adhäsivs durch Sauerstoff hemmen  
 zu starke Austrocknung für selbst-ätzende Primer ?

ohne Einfluss

**Versorgung des Kavitätenbodens**



**Der Kavitätenboden muss nicht vor Anwendung der Adhäsivtechnik desinfiziert werden!**

**Versorgung des Kavitätenbodens**  
**Zusammenfassung**  
**Reaktion Pulpa-Dentin-Komplex**

- Pulpa-Dentin-Komplex reagiert auf Reize zum Schutz der Pulpa
- Monomer-Diffusion in die Pulpa abhängig von
  - Permeabilität des Dentins
  - Restdentinstärke ab 200 µm verstärkte Permeabilität
  - Sklerosierungsgrad
- In pulpanahen Kavitätenbereichen Phosphorsäure-Ätzung vermeiden
- Desinfektion des Kavitätenbodens nicht nötig

**Versorgung des Kavitätenbodens**  
**Zusammenfassung**  
**Dentinstrukturen am Kavitätenboden**

- Tubull-Durchmesser nehmen mit Pulpanähe zu
- Kariös verändertes Dentin
  - unterschiedlich demineralisierte Bereiche
  - offene + geschlossene Tubull
  - schwerlösliche Präzipitate
  - stark erhöhter Anteil organischer Substanzen

**Versorgung des Kavitätenbodens**  
**Zusammenfassung**  
**Haftung an kariös-verändertem Dentin**

- Wirksamkeit der Adhäsive ist vermindert
- Empfehlung: E&R-Systeme mit CHX-Rewetting
- Stabilität des restaurierten Zahnes durch Haftung an peripheren vollständig exkavierten Kavitätenbereichen

**Versorgung des Kavitätenbodens**  
**Zusammenfassung**  
**Haftung an Dentin im Zahnhalsbereich**

- Hypermineralisierte Dentinbereiche
- Empfehlung zur Vorbehandlung:
  - Anfrischen der Dentinoberfläche mit Rosenbohrer oder Diamantfinierer