



Thema:

Was kostet die Befestigung einer Krone?

Luting a crown – How much are the costs?

Fragestellung

Eine Vorstellung über die Kosten, die in einer Praxis entstehen, wenn beispielsweise eine Krone beim Patienten befestigt wird, haben wahrscheinlich nur wenige. Neben den Materialkosten des Befestigungsmaterials, spielen auch die Vorbereitungszeit, die Behandlungszeit und die Vorhersagbarkeit des klinischen Erfolges eine wichtige Rolle. Die letzten Punkte lassen sich nur im Zusammenhang mit der jeweiligen Praxisstruktur klären. Daher wendet sich dieser Artikel in erster Linie den Materialkosten zu. Er versucht eine Übersicht zu bieten, welche Preisspannen bei verschiedenen Gruppen von Befestigungsmaterialien vorliegen und gibt Hinweise, welcher Materialeinsatz vor diesem Hintergrund klinisch sinnvoll erscheint.

Hintergrund

Die Tabelle 1 zeigt eine Auflistung verschiedener Befestigungsmaterialien, die gemäß ihrer Abbindezeit unterteilt wurden. Aus dieser Liste wurden nach klinischen Gesichtspunkten 3 Gruppen gebildet. Materialien, die heutzutage nicht mehr gebräuchlich sind, wurden nicht berücksichtigt:

- Provisorische Befestigungsmaterialien
 - Zinkoxid-Eugenol-Zemente
 - Zinkoxid-Eugenol-freie-Zemente
 - Provisorische Kompositbefestigungsmaterialien
- Befestigungsmaterialien für die konventionelle Zementierung
 - Zinkoxid-Phosphat-Zement
 - Carboxylat-Zement
 - Glasionomer-Zement
 - Kunststoffmodifizierter Glasionomer-Zement (Hybridionomer)
- Adhäsive Befestigungsmaterialien.
 - Selbstadhäsive Kompositbefestigungsmaterialien

– Kompositbefestigungsmaterialien mit separaten Adhäsivsystem für die Zahnhartsubstanz

Anhand einer Recherche im Dentalhandel, die online und manuell im Herbst 2016 durchgeführt wurde, wurden die Preise in Euro für jeweils ein Gramm Befestigungsmaterial berechnet. Sofern ein Befestigungsmaterial ein separates Adhäsivsystem (für die Zahnhartsubstanz) benötigt, wurde dieses in die Berechnung des Preises miteinkalkuliert. Es wurden der Median sowie die minimalen und maximalen Preise pro Gramm einer Materialgruppe bestimmt. In der Gruppe der provisorischen Zemente wurden 8 Produkte berücksichtigt, bei den Zinkoxid-Phosphaten 5, Carboxylate 6, Glasionomere 7, Kunststoffmodifizierte Glasionomere 8, Selbstadhäsive Komposite 11 und bei den Kompositbefestigungsmaterialien 8 Produkte.

Statement

Die Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der ermittelten Kosten von einem Gramm Befestigungsmaterial der oben genannten Gruppen.

Provisorische Befestigungsmaterialien

Die Preise schwanken zwischen Minimum 0,58 Euro und Maximum 5,41 Euro pro Gramm; der Median liegt bei 1,47 Euro. Die Schwankungen (siehe Abb. 1) nach oben werden durch die provisorischen Kompositbefestigungsmaterialien bedingt, die nur in Kartuschen-Form mit Mischkanülen verfügbar sind. Bisher konnte nicht gezeigt werden, dass diese relativ neue Gruppe von Befestigungsmaterialien den klassischen *Zinkoxid-Eugenol-Zementen* oder *Eugenol-freien* Produkten klinisch überlegen ist [7,



Prof. Dr. Michael Behr

(Foto: privat)

17]. Es ist zurzeit nicht erkennbar, dass sich aus dem Mehrpreis ein klinischer oder praktischer Vorteil für den Anwender oder den Patienten ergibt.

Befestigungsmaterialien für die konventionelle Zementierung

Am preiswertesten können wir Restaurationen aus Metall-Legierungen mit *Zinkoxid-Phosphat-Zement*-Restaurationen eingliedern. Der Median liegt bei 0,53 Euro/g (min.: 0,27 Euro; max.: 2,26 Euro). Der Ausreißer nach oben in der Abbildung 1 ergibt sich durch eine teure Kapselvariante. Die klinischen Langzeiterfahrungen [8] zeigen, dass dieser Zement dem Glasionomer-Zement [3, 10], dem Hybridionomer-Zement [11] und Selbstadhäsiven Befestigungsmaterialien [4] durchaus bei der Befestigung von metallgestützten Restaurationen ebenbürtig ist. Potenzielle Schäden der Pulpa lassen sich vermeiden, wenn der schnellhärtende Zement genutzt wird.

Bei Restaurationen aus Zirkoniumdioxid gibt es erwartungsgemäß noch wenige klinische Studien. Einzelkronen

Phenolate und aromatische Öle (Chelatbildung)
* Zinkoxid-Eugenol-Zemente
* Zinkoxid-Ethoxybenzoesäure-Zemente
* Zinkoxid-Eugenol-freie-Zemente
Phosphate (Säure-Base-Reaktion)
* Zinkoxid-Phosphat-Zement
* Silikat-Zement
Polycarboxylate (Säure-Base-Reaktion)
* Zinkoxid-Carboxylat-Zement
* Glasionomer-Zement
* Kunststoffmodifizierter Glasionomer-Zement (Hybridionomer-Zement)
Polymethacrylate (Polymerisation)
* Kompomere
* Komposit-Befestigungsmaterialien
* Provisorische Komposit-Befestigungsmaterialien
* Selbstadhäsive Komposit-Befestigungsmaterialien

Tabelle 1 Befestigungsmaterialien in der Zahnmedizin gruppiert gemäß ihrer Abbindereaktion

und Brücken können mit Zinkoxid-Phosphat-Zement eingegliedert werden. Allerdings wurden in Laborversuchen höhere Festigkeiten in Kombination mit adhäsiver Befestigung nachgewiesen, die klinisch aber in den meisten Fällen nicht relevant sind [6]. Bei Brücken ist das Risiko einer Dezementierung zu beachten. Eine Studie aus der Anfangszeit der Zirkoniumdioxidbrücken zeigt, dass, bei nicht ganz optimaler Passung, Lockerungen des Zementes bei Zinkoxid-Phosphat-Zement auftreten können [15]. Eine Übersichtsarbeit zum klinischen Erfolg von Zirkoniumdioxidbrücken konnte aber keine signifikanten Unterschiede bei adhäsiver wie konventioneller Befestigung nachweisen [16].

Geringfügig teurer wird die Zementierung unter Verwendung des (Poly-) Carboxylat-Zementes (Median: 0,60 Euro; min.: 0,34 Euro; max.: 1,43 Euro). Seine geringere Druckfestigkeit, höhere Löslichkeit und Abbinde-schrumpfung im Vergleich zum Zinkoxid-Phosphat-Ze-

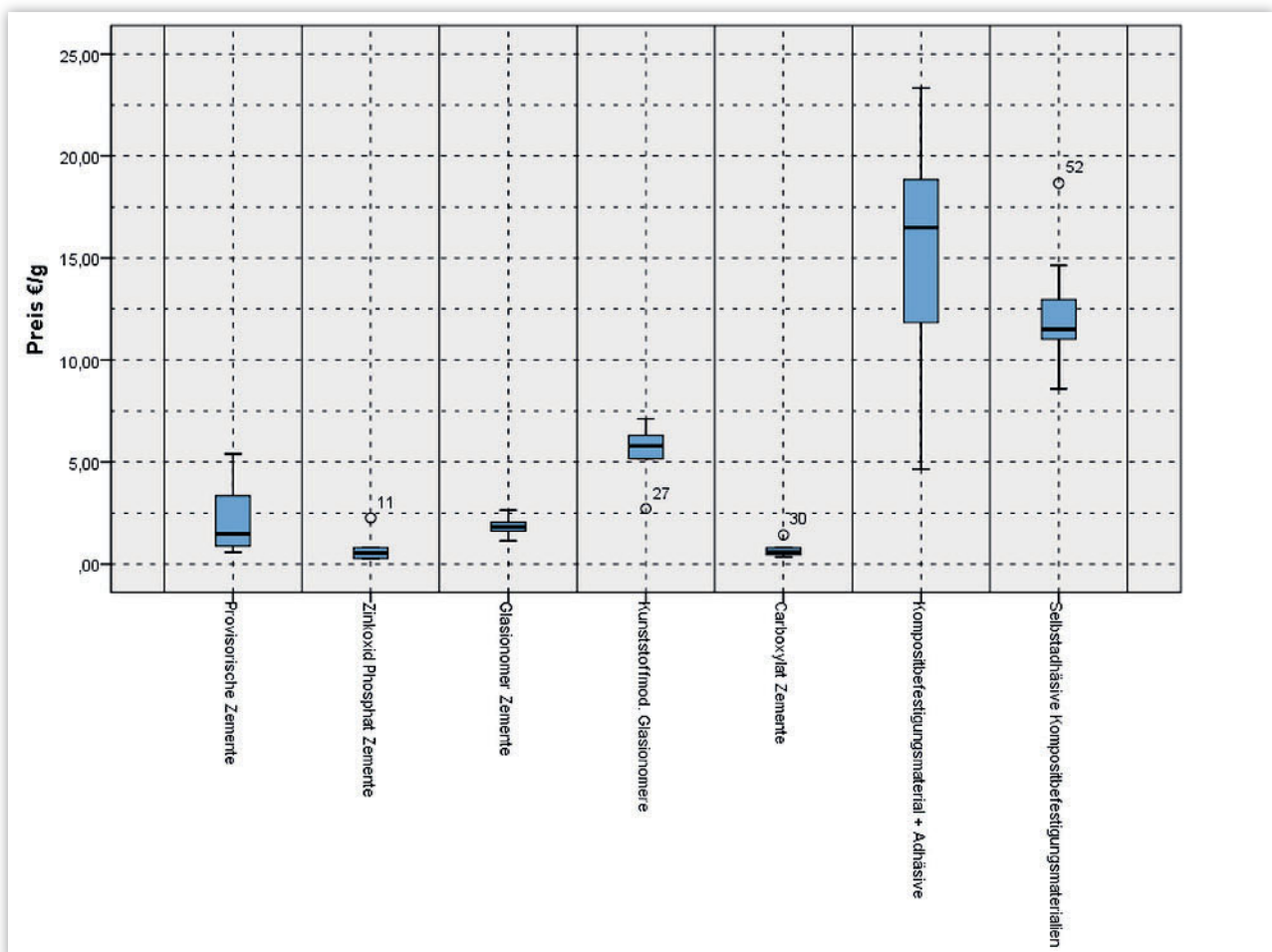


Abbildung 1 Boxplotdarstellung (Median, 25 %-, 75 %-Perzentile, Min/Max.-Werte) der Kosten eines Befestigungsmaterials in Euro/g. gemäß online und manueller Recherche

ment sprechen nicht für den Einsatz des Carboxylat-Zementes. Es fehlen auch klinische Daten, die vor allem für die Kombination Oxidkeramik-Carboxylat-Zement nicht vorliegen.

Etwa 4mal höher als beim Zinkoxid-Phosphat-Zement sind die Kosten, wenn wir einen *Glasionomer-Zement* verwenden (Median: 1,82 Euro; min.: 1,14 Euro; max.: 2,65 Euro). Studien belegen, dass Glasionomer-Zement bei Restaurationen aus Metall-Legierungen [3, 10] und Oxidkeramik [14, 16] erfolgreich ist. Allerdings macht sich die immer wieder hervorgehobene Fluoridabgabe langfristig nicht positiv bemerkbar, da diese schon nach wenigen Monaten stark zurückgeht [21].

Beim *kunststoffmodifizierten Glasionomer-Zement* steigen die Kosten gegenüber dem Zinkoxid-Phosphat-Zement um das 11-fache an (Median: 5,79 Euro; min.: 2,72 Euro; max.: 7,11 Euro). In klinischen Studien konnte diese Zementgruppe nicht zeigen, dass sie anderen konventionellen Zementen überlegen ist (Abb. 2) [11]. Aufgrund der hohen Wasseraufnahme (z.B. durch polare Gruppen von Hydroxyethylmethacrylat) quellen viele diese Befestigungsmaterialien, sodass es für viele Produkte Indikationseinschränkungen zum Einsetzen von Restaurationen aus Glaskeramik gibt [1, 2, 9]. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist bei dieser Zementgruppe durchaus kritisch zu sehen.

Selbstadhäsive Kompositbefestigungsmaterialien

Diese Zementgruppe gibt es seit 2002. Dennoch ist die Zahl klinischer Studien bisher begrenzt [20]. Sie kosten im Median 11,5 Euro/g (min.: 8,59 Euro; max.: 18,67 Euro). Selbstadhäsive Kompositbefestigungsmaterialien erleichtern das Handling adhäsiven Befestigungs, beispielsweise von Lithiumdisilikatkeramik, wenn ein adhäsiver Verbund aus klinischer und werkstoffkundlicher Sicht notwendig erscheint. Es lassen sich aber nicht alle Aufgaben adhäsiver Befestigung erfüllen [5, 14]. Bei Veneers, Klebebrücken oder bei hohen mechanischen Scher- und Zugkräften reicht die Verbundfestigkeit oder die innere Festigkeit der Selbstadhäsiven Kompositbefestigungsmaterialien nicht aus. Hier muss auf klassische Komposite

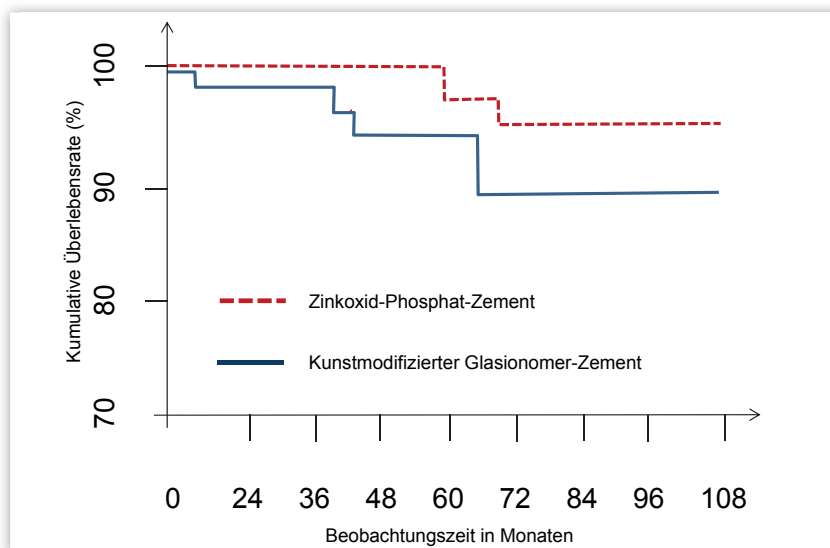


Abbildung 2 Kaplan-Meier-Überlebensraten von Restaurationen aus einer Metall-Legierung, welche mit einem Zinkoxid-Phosphat- (rot) oder einem kunststoffmodifizierten Glasionomer-Zement (blau) eingegliedert und bis zu 108 Monate beobachtet wurden. Umzeichnung nach [11]. Ein statistisch signifikanter Unterschied besteht in den kumulativen Überlebensraten nicht.

mit entsprechendem separatem Adhäsivsystem zurückgegriffen werden.

Kompositbefestigungsmaterialien mit separatem Adhäsivsystem für die Zahnhartsubstanz

Die Kosten schwanken sehr: Median 16,5 Euro/g; min.: 4,65 Euro; max.: 23,33 Euro. Wir unterscheiden „etch and rinse-“ und „etch and dry-“ Adhäsiv-Systeme zum Verbund zur Zahnhartsubstanz.

Beim klassischen „etch and rinse“-Verfahren werden Schmelz und Dentin simultan geätzt [12, 13]. Die Schmier-schicht (Smear layer) wird beim sog. Total etch-Verfahren vollständig entfernt. Die Säure wird abgespült und dann Schmelz und Dentin getrocknet. Übertrocknen wir das Dentin, kollabiert das ca. 2–4 µm tief freigelegte kollagene Netzwerk. Dies ist der kritische Punkt des „etch and rinse“-Verfahrens. Bleibt das Netzwerk erhalten, wird zunächst ein hydrophiler Primer einmassiert, auf den dann ein hydrophobes Adhäsiv folgt. Idealerweise bildet sich eine Hybridschicht mit kleinen Zapfen (Tags) aus, die in die Dentinkanäle reichen. Dieses dreistufige Vorgehen gilt nach wie vor als Goldstandard in der Adhäsivtechnik. Es ist in zahlreichen klinischen Studien als erfolgreich belegt.

Schmelz und Dentin werden gleichermaßen gut adhäsiv verbunden [13].

„Etch and dry“-Systeme lösen die Schmier-schicht nur teilweise auf. Je nach pH-Wert (2,5 bis 1) dringt die Säure unterschiedlich tief in die Schmier-schicht ein [18, 19]. Beim „milden“ Ätzen wird die Schmier-schicht nur wenige 100 nm verändert. Gelöst werden vor allem Hydroxylapatitkristalle, die zunächst lose und ungeordnet vorliegen. Moleküle wie 10-MDP (Methacryloyloxydecyl-Dihydrogen-Phosphat), 4-MET (4-Methacryloxyethyl-Trimellit-Säure) oder Phenyl-P (2-[Methacryloyloxyethyl]-Phenyl-Hydrogenphosphat) organisieren und stabilisieren die gelösten Hydroxylapatite und führen über das sog. Adhäsion-Dekalzifizierungskonzept zu einem Verbund zum Dentin [22]. Moderne „etch and dry“-Ein-Flaschen-Systeme können mittlerweile recht gut an das Dentin anbinden. Es gibt aber aufgrund der verschiedenen pH-Werte und Adhäsion-Dekalzifizierungskonzepte im Haftverbund von Hersteller zu Hersteller große Unterschiede, was bei den klassischen Drei-Flaschen-Systemen nicht so ausgeprägt ist. Im Schmelz schwächeln aber praktisch alle Ein-Flaschen-Systeme im Vergleich zum klassischen dreistufigen Total etch-Verfahren. Daher wird von manchen Herstellern empfohlen, bei Schmelzanteilen, die Kavität im Total

etch-Modus zu behandeln; d.h.: Schmelz und Dentin simultan mit Orthophosphorsäure ätzen und abzuspülen („etch and rinse“). Danach wird das Ein-Flaschen-Adhäsivsystem aufgebracht. Diese Empfehlung erscheint bemerkenswert vor dem Hintergrund, dass über Jahrzehnte das klassische dreistufige Total etch („etch and rinse“-) Verfahren als „zu kompliziert, zu fehleranfällig und zu schädlich für die Pulpa“ propagiert wurde und jetzt aus der Not heraus über die Hintertür wieder eingeführt wird. Ganz risikofrei scheint es auch nicht zu sein, Ein-Flaschen-(Universal)-Adhäsive im „etch and rinse“-Modus zu verwenden. Neuere Laborstudien zeigen [23], dass Universaladhäsive, im „etch and dry“-Modus auf Dentin verwendet, relativ langzeitstabil sind. Verwenden wir sie aber im „etch and rinse“-Modus, so nimmt beispielsweise die Scherfestigkeit schon nach 12 Monaten rapide ab. Von daher muss jeder für sich selbst entschei-

den, ob die derzeitigen Universaladhäsive wirklich im Praxisablauf einen Vorteil bieten, gegenüber den klassischen klinisch bewährten dreistufigen „etch and rinse“-Adhäsiv-Systemen.

Zusammenfassung

Provisorisches Zementieren: Zinkoxid-Eugenol oder Eugenol-freie Zemente sind das Mittel der Wahl. Die deutlich teureren provisorischen Komposite müssen ihre Bewährung und potenziellen Vorteile noch unter Beweis stellen.

Konventionelles Zementieren: Restaurationen aus Metall-Legierungen und viele Restaurationen aus Oxidkeramik können konventionell zementiert werden. Klinische Studien zeigen, dass Zinkoxid-Phosphat-Zemente oder Glasionomere gute klinische Langzeitergebnisse aufweisen. Es ist aber zu beachten: Keramische Massen mit einer Biegefestigkeit

< 350 MPa benötigen unbedingt einen adhäsiven Verbund.

Adhäsives Befestigen: Selbstadhäsive Komposite können die Befestigung, beispielsweise von Lithiumdisilikatkeramik, vereinfachen. Es wäre aber sehr wünschenswert, von dieser erfolgreichen Gruppe von Befestigungsmaterial mehr klinische Daten zur Verfügung zu haben. Die klassischen dreistufigen „etch and rinse“-Systeme, die im Total etch-Verfahren Schmelz und Dentin gleichermaßen gut adhäsiv verankern, sind nach wie vor der Goldstandard. Bei Universaladhäsiven sind zurzeit Zweifel angebracht, ob sie Schmelz und Dentin gleichermaßen langfristig erfolgreich adhäsiv verkleben können. Die Unterschiede im Haftverbund fallen zwischen den einzelnen Produkten verschiedener Hersteller bei den Universaladhäsiven deutlicher aus. [DZZ](#)

Prof. Dr. Michael Behr,

Prof. Dr. Ing. (FH) Martin Rosentritt,

Lisa Fischer, Regensburg

Literatur

- Agha A, Parker S, Patel M: Development of experimental resin modified glass ionomer cements (RMGICs) with reduced water. *Dent Mater* 2016; 32: 713–722
- Attin T, Buchalla W, Kielbassa AM et al.: Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater* 1995; 11: 359–362
- Behr M, Kolbeck C, Lang R et al.: Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 479–487
- Behr M, Rosentritt M, Wimmer J et al.: Self-adhesive resin cement versus zinc phosphate luting material: a prospective clinical study begun 2003. *Dent Mater* 2009; 25: 601–604
- Behr M, Proff P, Kolbeck C et al.: The bond strength of the resin-to-zirconia interface using different bonding concepts. *J Mech Behav Biomed Mater* 2011; 4: 2–8
- Campos F, Valandro LF, Feitosa SA et al.: Adhesive cementation promotes higher fatigue resistance to zirconia crowns. *Oper Dent* 2017; 42: 215–224
- Darvell BW: Zinc Oxide Eugenol. In: Darvell BW: *Material science for dentistry*. 9. Aufl., Woodhead Publishers Limited, Oxford, Cambridge, New Delhi 2009, 216–220
- De Backer H, Van Maele G, De Moor N et al.: A 20-year retrospective survival study of fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 143–153
- Feilzer AJ, Kakaboura AI, de Gee AJ et al.: The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater* 1995; 11: 186–190
- Jokstad A, Mjör IA: Ten years' clinical evaluation of three luting cements. *J Dent* 1996; 24: 309–315
- Jokstad A: A split-mouth randomized clinical trial of single crowns retained with resin-modified glass ionomer and zinc phosphate luting cements. *Int J Prosthodont* 2004; 7: 411–416
- Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N: Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 1991; 3: 133–138
- Pashley DH, Tay FR, Breschi L et al.: A state of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 1–16
- Preis V, Behr M, Hahnel S, Rosentritt M: Influence of cementation on in vitro performance, marginal adaptation and fracture resistance of CAD/CAM-fabricated ZLS molar crowns. *Dent Mater* 2015; 31: 1363–1369
- Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Rödiger M: Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 164–171
- Sax C, Hämmerle CH, Sailer I: 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. *Int J Comp Dent* 2011; 14: 183–202
- Schiessl C, Schaefer L, Winter C et al.: Factors determining the retentiveness of luting agents used with metal- and ceramic-based implant components. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 1179–1190
- Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP et al.: Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res* 1993; 72: 1434–1442
- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y et al.: State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 17–28
- Weiser F, Behr M: Self-adhesive resin cements: a clinical review. *J Prosthodont* 2015; 24: 100–108
- Wiegand A, Buchalla W, Attin T: Review on fluoride-releasing restorative materials – fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater* 2007; 23: 343–362
- Yoshioka M, Yoshida Y, Inoue S et al.: Adhesion/decalcification mechanisms of acid interactions with human hard tissues. *J Biomed Mater Res* 2002; 59: 56–62
- Zhang Z, Tian F, Niu L et al.: Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *J Dent* 2016; 45: 43–52