



Restaurationsreparatur – Wo stehen wir heute?

Philipp Kanzow, Clemens Lechte

Indizes

Minimalinvasive Zahnmedizin, Reparaturmaßnahmen, Reparaturfüllung, Universalprimer

Zusammenfassung

Zahnmedizinische Restaurationen aller Art haben nur eine begrenzte Lebensdauer. Daher liegt der Hauptanteil zahnmedizinischer Tätigkeit in der wiederholten Behandlung von Zähnen, die bereits mit Restaurationen versorgt wurden. Der vollständige Ersatz einer partiell insuffizienten Restauration geht in den meisten Fällen mit Nachteilen wie beispielsweise längeren Behandlungszeiten, höheren Kosten und vermehrten Komplikationen einher. Als minimalinvasive Alternative bietet sich die Reparatur der bestehenden Restauration an. Je nach Restaurationsmaterial sollte eine angepasste Konditionierung der bestehenden Restauration erfolgen, um Reparaturmaßnahmen langfristig erfolgreich im Praxisalltag umzusetzen.

Manuskripteingang: 15.11.2023, Manuskriptannahme: 22.12.2023

Einleitung

Unter „Reparatur- und Korrekturmaßnahmen“ werden im Allgemeinen verschiedene minimalinvasive Maßnahmen zum Management partiell insuffizienter Restaurationen zusammengefasst⁶:

1. Politur – Umrissoptimierung ohne Antragen von neuem Restaurationsmaterial. Ein derartiges Vorgehen eignet sich beispielsweise zum Entfernen von Überhängen oder oberflächlichen Verfärbungen sowie zum Glätten rauer Restaurationsoberflächen;
2. Versiegelung – Verschluss oberflächlicher kleiner Poren oder Randspalten mit Bonding oder fließfähigem Komposit;
3. Reparatur – Antragen von neuem Restaurationsmaterial zur dauerhaften Wiederherstellung von Form, Funktion und Farbe einer partiell insuffizienten Restauration.

Dieser Beitrag widmet sich Reparaturmaßnahmen mit Komposit, da es sich als Reparaturmaterial der ersten Wahl

etablierte. Reparaturmaßnahmen sind u. a. beim partiellen Verlust einer Restauration, bei angrenzenden Zahnfrakturen, Sekundärkaries, Randverfärbungen, Randspalten, Farb- bzw. Formkorrekturen, Abplatzungen von Verblendungen sowie okklusalen Perforationen, z. B. nach endodontischen Maßnahmen, indiziert⁹. Dabei kann sich der Defekt unter Umständen auch auf die unmittelbar benachbarte Zahnhartsubstanz ausdehnen.

Im Gegensatz zur vollständigen Entfernung und Neuanfertigung der betroffenen Restauration weisen Reparaturmaßnahmen ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis auf und gehen mit einer Reihe von Vorteilen einher: In erster Linie lässt sich eine Reduktion der initialen Behandlungskosten und -risiken erzielen. So kommt es beispielsweise zu einem geringeren Verlust von Zahnhartsubstanz, zur Vermeidung von iatrogenen Nachbarzahnverletzungen, Verkürzung der Behandlungsdauer, Minimierung des Risikos von biologischen Komplikationen und zu tendenziell geringeren Behandlungskosten⁹. Neben den genannten initialen Effekten weisen Reparaturmaßnahmen ähnliche

Langzeitkosten und eine vergleichbare Kostenwirksamkeit auf und sind somit auch langfristig betrachtet nicht teurer als neu angefertigte Ersatzrestaurationen¹⁷. Unter Umständen, z. B. bei ausgedehnten Restaurationen, sind Reparaturmaßnahmen überdies kostenwirksam, um einen langfristigen Zahnerhalt zu sichern¹¹.

Folglich sollte bei jeder insuffizienten Restauration zunächst geprüft werden, ob diese zwangsläufig vollständig erneuert werden muss oder ob sie durch Reparaturmaßnahmen zumindest teilweise erhalten bleiben kann. Das Ziel ist, die Restaurationsspirale durch die Anwendung von Reparaturmaßnahme zu dehnen und den Zahnerhalt auf diese Weise zu verlängern²⁵. In diesem Zusammenhang fand ein Paradigmenwechsel statt: Reparaturmaßnahmen galten früher als „Flickerei“. Folglich war ein verbreiteter Ansatz, Restaurationen vollständig auszutauschen. In den letzten Jahrzehnten haben sich Reparaturmaßnahmen allerdings zu einem wissenschaftlich fundierten Therapiekonzept entwickelt, sodass heute der Restaurationsaustausch die letzte Therapieoption sein sollte²⁹. Dieser Paradigmenwechsel spiegelt sich auch in der zahnmedizinischen Lehre wider: Während im Jahr 2000 nur die Hälfte aller zahnmedizinischen Studiengänge in Deutschland Reparaturmaßnahmen lehrten, waren es 2009 bereits 88 % und 90 % im Jahr 2018¹².

Wichtig für den Praxisalltag ist eine Entscheidungshilfe, ob in einer vorgegebenen Situation eine Reparatur sinnvoll bzw. möglich ist. Hierbei sollte die Therapieentscheidung

davon abhängig gemacht werden, welcher Anteil der Restauration noch intakt und welcher Anteil bereits defekt ist bzw. noch entfernt werden muss. Überwiegt der intakte Anteil, sollten Reparaturmaßnahmen erwogen werden. Von Reparaturmaßnahmen sollte abgesehen werden, wenn dem Defekt ein systematischer Fehler zugrunde liegt, der die gesamte Restauration betrifft, oder wenn die fragliche Restauration multiple Defekte aufweist. Es handelt sich immer um eine Abwägungsentscheidung, die im gemeinsamen Gespräch mit der Patientin oder dem Patienten zu besprechen ist. Hierbei ist zumeist von einer hohen Akzeptanz bei den Patientinnen und Patienten auszugehen¹⁸.

Studienlage zur Reparatur von partiell insuffizienten Restaurationen

Mehrere Langzeitstudien mit Nachbeobachtungszeiten von mehr als 5 Jahren zeigen, dass Reparaturmaßnahmen das Überleben partiell insuffizienter Restauration verlängern können. Für reparierte Kompositrestaurationen (Abb. 1) wurden jährliche Versagensraten zwischen 0,0 und 5,7 % beschrieben, während reparierte Amalgamrestaurationen jährliche Versagensraten zwischen 0,0 und 9,3 % aufwiesen¹¹. Dabei halten reparierte Restaurationen vom Zeitpunkt der Reparatur an genauso lange wie vollständig ersetzte Restaurationen¹⁶.

Auch bei indirekten Restaurationen (Abb. 2) führen Reparaturmaßnahmen zu einer verlängerten Lebensdauer



Abb. 1a bis d Reparatur einer partiell insuffizienten Kompositrestauration: 57-jähriger Patient mit partiellem Verlust der Kompositrestauration am Zahn 16 und Sekundärkaries. Röntgenologische (a) und klinische Ausgangssituation (b). Zustand nach nonselektiver Kariesexkavation (c). Anschließend erfolgte die Silikatisierung, die Konditionierung der Zahnhartsubstanz durch Phosphorsäureätzung, die chemische Konditionierung der Restauration mit einem Universalprimer, die Reparaturfüllung mit Komposit sowie die Politur und abschließende Okklusionskontrolle (d; Fall mit freundlicher Genehmigung von Prof. Annette Wiegand/Göttingen).

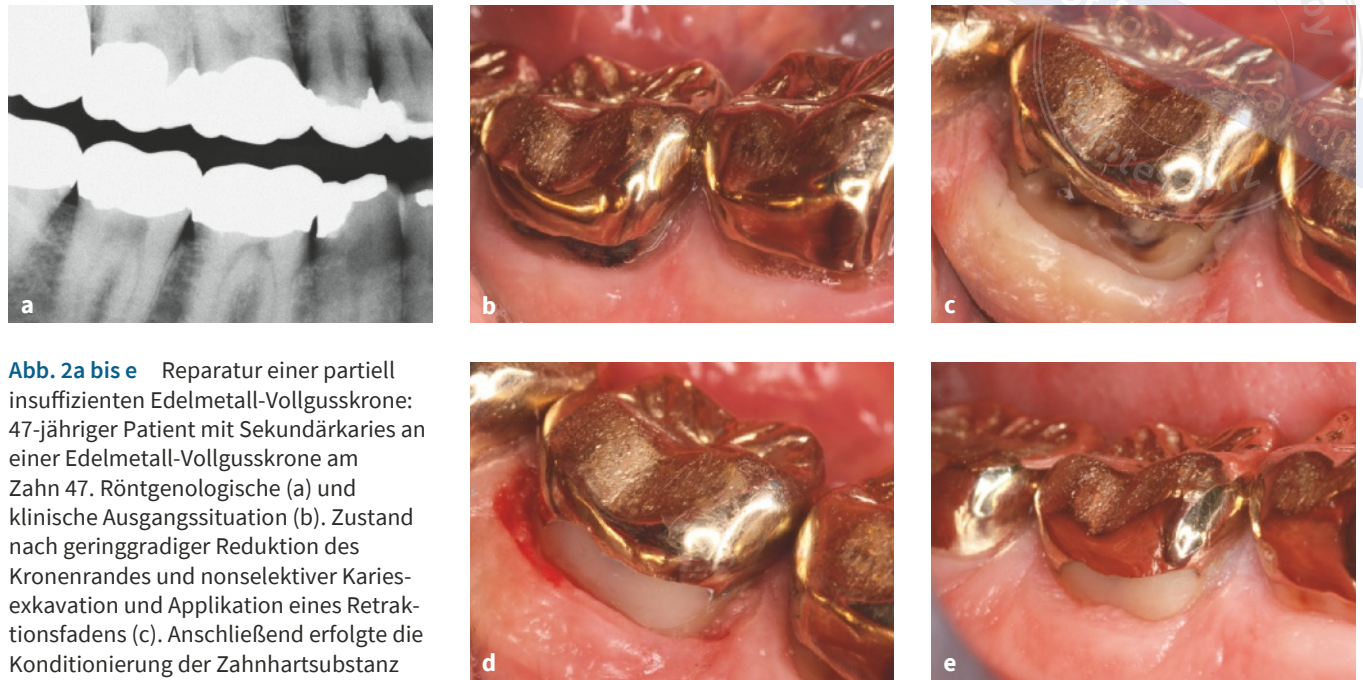


Abb. 2a bis e Reparatur einer partiell insuffizienten Edelmetall-Vollgusskrone: 47-jähriger Patient mit Sekundärkaries an einer Edelmetall-Vollgusskrone am Zahn 47. Röntgenologische (a) und klinische Ausgangssituation (b). Zustand nach geringgradiger Reduktion des Kronenrandes und nonselektiver Kariesexkavation und Applikation eines Retraktionsfadens (c). Anschließend erfolgte die Konditionierung der Zahnhartsubstanz durch Phosphorsäureätzung, die chemische Konditionierung der Restauration mit einem Universalprimer, die Applikation eines Adhäsivsystems und die Reparaturfüllung mit einem Komposit sowie die abschließende Politur (d). Verlaufskontrolle mit reizloser Gingiva nach 11 Monaten (e; Fall mit freundlicher Genehmigung von Prof. Tina Rödiger/Göttingen).

bestehender, partiell insuffizienter Restaurationen. Im Hinblick auf die Reparatur frakturierter Verblendungen bei Metall-Keramik-Restaurationen wurden Erfolgsraten von 89 %²⁰ nach 3 Jahren (mit Sandstrahlung) bzw. 54 %²⁶ nach einem Jahr (ohne Sandstrahlung) beschrieben. Versiegelungs- bzw. Reparaturmaßnahmen bei insuffizienten Kronenrändern mit (fließfähigem) Komposit resultierten in Erfolgsraten von 90 %⁹ nach 5 bis 5,5 Jahren bzw. in einer zweiten Studie von 51 %¹⁰ nach 3 Jahren. Der Verschluss von Trepanationsöffnungen in bestehenden (Teleskop-) Kronen bzw. Brücken im Sinne einer Reparaturfüllung zeigten je nach Studie Erfolgsraten von 93 %¹ nach 3 Jahren bzw. 72 %²⁸ nach 5 Jahren.

Konditionierung der beteiligten Substrate

Die Vielzahl an publizierten Reparaturprotokollen gibt Anhaltspunkte für das klinische Vorgehen bei Reparaturmaßnahmen. Dabei ist ersichtlich, dass die empfohlenen Behandlungsschritte im Detail stark variieren, zentrale Schritte hingegen konsistent berichtet werden¹⁴. So besteht grundsätzliche Einigkeit bezüglich einer notwendigen mechanischen Vorbehandlung und chemischen Konditio-

nierung. Darüber hinausgehende Behandlungsschritte wie z. B. eine Phosphorsäureätzung werden teilweise nur von der Minderheit der Protokolle oder – wie z. B. die Flusssäureätzung bei glaskeramischen Oberflächen – materialspezifisch empfohlen.

Mechanische Vorbehandlung

Während sich die Restaurationsoberfläche auch mit groben Diamantinstrumenten anrauen lässt, werden höhere Reparaturhaftwerte durch Abstrahlen mit intraoralen Sandstrahlgeräten erzielt^{13,23}. Hierfür steht sowohl Aluminiumoxid in verschiedenen Körnungen (27–50 µm) als auch silikatbeschichtetes Aluminiumoxid (30 µm, CoJet-Sand, Fa. 3M, Neuss) als Strahlmittel zur Verfügung. Bei der Anwendung des silikatbeschichteten Aluminiumoxids kommt es zusätzlich zu einer tribochemischen Silikatisierung der Restaurationsoberfläche, sodass nachfolgend applizierte Silanlösungen an die entsprechend vorbehandelte Oberfläche binden können.

Eine Kontamination mitbeteiligter Zahnhartsubstanz, insbesondere Dentin, sollte beim Abstrahlen möglichst vermieden und Strahlpartikel gründlich entfernt werden¹⁵. Hierfür eignet sich beispielsweise eine Phosphorsäureätzung im Rahmen des „Etch-and-rinse“-Verfahrens.

Tab. 1 Empfohlenes Vorgehen bei der Reparatur verschiedener Restaurationsmaterialien (10-MDP = 10-Methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphat, NEM = Nichteedelmetall).

Restaurationsmaterial		empfohlenes Vorgehen
direkte Restauration	Komposit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silikatisierung/Sandstrahlung unter Kofferdam ■ Applikation von Silanmethacrylaten (z. B. in Universalprimern) ■ Applikation eines Adhäsivs
	Amalgam	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silikatisierung/Sandstrahlung unter Kofferdam ■ Applikation von Phosphorsäuremethacrylaten (z. B. in Universalprimern/-adhäsiven mit 10-MDP) ■ Applikation eines Adhäsivs <p>Kontamination der Restaurationsoberfläche mit Phosphorsäure vermeiden</p>
indirekte Restauration	Glaskeramik	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silikatisierung/Ätzung mit gepufferter Flusssäure unter Kofferdam ■ Applikation von Silanmethacrylaten (z. B. in Universalprimern) ■ Applikation eines Adhäsivs
	Oxidkeramik/NEM	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silikatisierung/Sandstrahlung unter Kofferdam ■ Applikation von Phosphorsäuremethacrylaten (z. B. in Universalprimern/-adhäsiven mit 10-MDP) ■ Applikation eines Adhäsivs <p>Kontamination der Restaurationsoberfläche mit Phosphorsäure vermeiden</p>
	Edelmetall	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silikatisierung/Sandstrahlung unter Kofferdam ■ Applikation von Sulfidmethacrylaten (z. B. in Universalprimern) ■ Applikation eines Adhäsivs

Chemische Konditionierung

Die chemische Konditionierung kann materialabhängig mit Säuren, Silanlösungen oder speziellen Reparaturprimern für Keramiken bzw. Metalle erfolgen.

Die Phosphorsäure der klassischen Schmelz-Ätz-Technik ist ungeeignet, eine mikromechanische Retention auf bestehenden Restaurationsoberflächen zu erzeugen^{2,3,5}. Allerdings empfehlen einige Reparaturprotokolle ebenfalls die Anwendung einer Phosphorsäureätzung, um in Kombination mit dem anschließenden Abspülen einen Reinigungseffekt zu erzielen¹⁴. Bei der klinischen Umsetzung ist jedoch zu beachten, dass das Abstrahlen der Restaurationsoberfläche vor der Phosphorsäureätzung der ggf. mitbetroffenen Zahnhartsubstanz durchgeführt wird, da anderenfalls das Ätzmuster zerstört wird^{8,15}. Daher sollte die Phosphorsäureätzung der ggf. mitbeteiligten Schmelz- und Dentinareale erst nach dem Abstrahlen erfolgen. In diesem Zuge lässt sich auch eine Reinigung von verbliebenen Strahlpartikeln erzielen.

Eine Flusssäureätzung führt auf Komposit zu niedrigeren Reparaturhaftwerten als nach einer mechanischen Vorbehandlung²³. Einerseits ist die Effektivität – das Herauslösen von Füllern – abhängig vom Füllergehalt des zu

reparierenden Komposits. Andererseits kommt es durch Porenbildung zur Wassereinlagerung, was sich negativ auf die Langlebigkeit des Haftverbunds auswirkt. Bei Glaskeramiken ist die Konditionierung mit Flusssäure, was die zu erzielenden Reparaturhaftwerte anbetrifft, sehr effektiv, während sich Oxidkeramiken nicht ätzen lassen^{21,22}. Bei der klinischen Umsetzung ist zu beachten, dass eine Kontamination des Weichgewebes sowie der Zahnhartsubstanz unbedingt vermieden werden muss, da es anderenfalls zu reduzierten Haftwerten an der Zahnhartsubstanz und schweren Verätzungen des Weichgewebes kommt^{15,19,24}.

Im Hinblick auf Silanlösungen und Reparaturprimer lassen sich 3 Gruppen voneinander unterscheiden: Silan-, Phosphorsäure- und Sulfidmethacrylate. Jede Gruppe ermöglicht für sich die Haftung an unterschiedlichen Restaurationsmaterialien (Tab. 1). Verfügbare Produkte enthalten entweder nur eine der genannten Gruppen, eine Kombination von 2 Gruppen oder alle 3 Gruppen. Letztere werden als Universalprimer (z. B. Monobond Plus, Fa. Ivoclar Vivadent, Ellwangen; G-Multi Primer, Fa. GC, Bad Homburg) bezeichnet. Die Anwendung eines Universalprimers vereinfacht die praktische Umsetzung, da diese Produkte universell für verschiedene Restaurationsmaterialien verwendet werden können.

Silanmethacrylate

Silanmethacrylate ermöglichen die Haftung an Glaskeramiken und silikatisierten Oberflächen (nach Abstrahlen mit silikatbeschichtetem Aluminiumoxid). Neben konventionellen Silanlösungen bzw. spezifischen Keramikprimern sind Silane ebenfalls in Universalprimern und sowie einigen Universaladhäsiven enthalten. Bei den Universaladhäsiven ist zu beachten, dass ihre alleinige Anwendung bei Reparaturen zu stark materialabhängigen Haftwerten führt²⁷. Daher sind Universaladhäsive nur eingeschränkt für die alleinige Anwendung bei allen Restaurationsmaterialien, insbesondere bei Glaskeramiken und Metallen, zu empfehlen. So führen beispielsweise Universaladhäsive mit Silankomponenten bei Glaskeramiken zu schlechteren Haftwerten als die zusätzliche Anwendung eines separaten Silanprimers^{4,30}. Diese Beobachtung lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass Silanverbindungen im sauren Milieu, wie es in Universaladhäsiven vorherrscht, weniger stabil sind.

Phosphorsäuremethacrylate

Phosphorsäuremethacrylate ermöglichen die Haftung an Oxidkeramiken und Nichtedelmetallen (NEM). Neben spezifischen Metall-/Keramikprimern und Universalprimern enthalten die meisten Universaladhäsive ebenfalls Phosphorsäuremethacrylate. Das bekannteste Phosphorsäuremethacrylat ist 10-Methacryloyloxydecyldihydrogenphosphat (10-MDP), das als funktionelles Monomer in fast allen Universaladhäsiven enthalten ist. Bei der klinischen Umsetzung ist zu beachten, dass Oxide eine hohe Affinität zu Phosphorsäure aufweisen. Daher ist bei der Reparatur von Oxidkeramiken oder NEM eine Kontamination mit Phosphorsäure zu vermeiden, da anderenfalls die entsprechenden Bindungsstellen für die anschließend applizierten Phosphorsäuremethacrylate bereits besetzt werden. Bei der praktischen Umsetzung bietet sich hier die Applikation eines „Self-etch“-Adhäsivs an.

Sulfidmethacrylate

Sulfidmethacrylate ermöglichen abschließend eine Haftung an Edelmetallen. Alloy-/Metallprimer bzw. Universalprimer enthalten verschiedene Arten von Sulfidmethacrylaten wie z. B. 6-(4-Vinylbenzyl-n-propyl)amino-1,3,5-triazin-2,4-dithiol (VBATDT) oder 10-Methacryloyloxydecyldihydrogenthiophosphat (10-MDTP).

Empfehlung zum klinischen Workflow

Nach der Präparation der Restauration und ggf. der mitbeteiligten Zahnhartsubstanz sollte zunächst die mechanische Vorbehandlung der Restauration durch Abstrahlen unter Kofferdam durchgeführt werden. Anschließend folgt die Phosphorsäureätzung der ggf. mitbeteiligten Zahnhartsubstanz („Etch-and-rinse“-Verfahren). Eine Ausnahme stellen Oxidkeramiken oder NEM-Restaurationen dar, bei denen eine Kontamination mit Phosphorsäure zu verhindern ist – beispielsweise durch Anwendung eines „Self-etch“-Adhäsivs. Dennoch sollten die Strahlpartikel zuvor gründlich entfernt werden, da es anderenfalls zu reduzierten Haftwerten an der Zahnhartsubstanz (insbesondere an Dentin) kommt¹⁵. Als Letztes erfolgt die chemische Vorbehandlung mit einem Universalprimer sowie die Applikation eines Adhäsivs (Abb. 3).

Ein alternativer Ansatz besteht in einem zweiseitigen Verfahren, bei dem die mitbeteiligte Zahnhartsubstanz

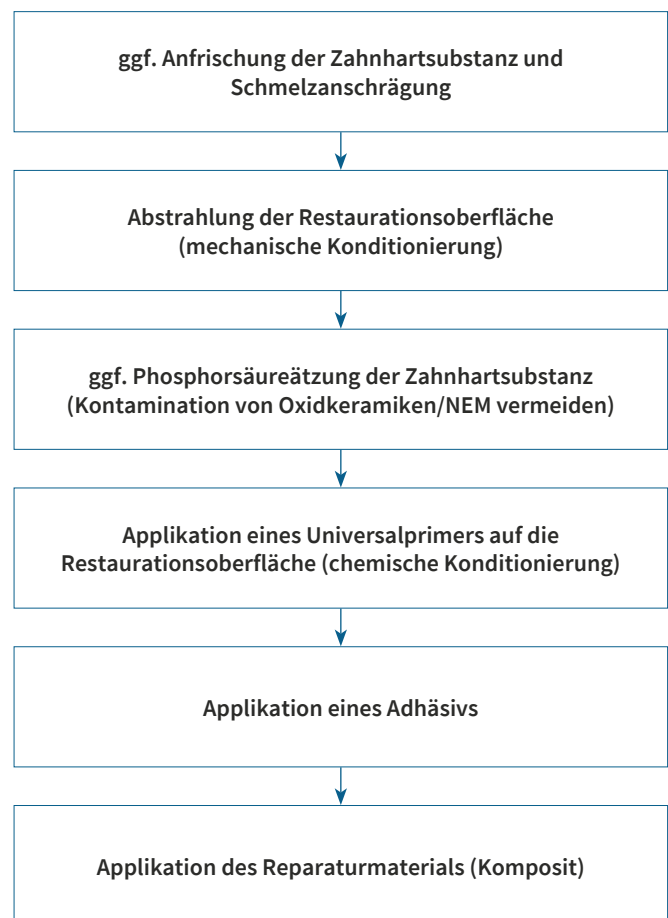


Abb. 3 Zentrale Behandlungsschritte bei der Durchführung einer intraoralen Reparatur.

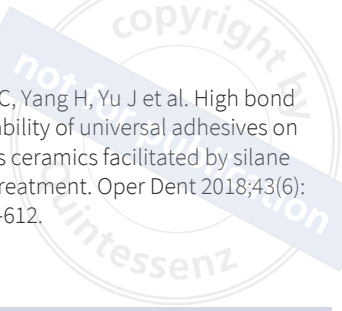
und die zu reparierende Restaurationsoberfläche separat konditioniert werden⁷. Somit lassen sich die einzelnen Substrate jeweils optimal vorbehandeln. Ein derartiges Vorgehen erscheint insbesondere dann sinnvoll, wenn eine ausgeprägte Mitbeteiligung von Schmelz und Dentin vorliegt bzw. Oxidkeramiken und NEM-Restaurationen unter Mitbeteiligung der Zahnhartsubstanz repariert werden sollen. Konkret wird zunächst nur die beteiligte Zahnhartsubstanz nach entsprechender Konditionierung mit Komposit abgedeckt. Anschließend wird die Restaurationsoberfläche angefrischt, um Adhäsiv- und Kompositreste zu entfernen. Nachfolgend kann die Oberfläche der Restauration und des Komposits zeitgleich konditioniert werden: mechanisch durch Abstrahlen und chemisch durch Applikation eines Universalprimers und Adhäsivs.

Zusammenfassung

Reparaturmaßnahmen stellen ein etabliertes Behandlungsverfahren dar, um das Überleben partiell insuffizienter direkter wie indirekter Restaurationen zu verlängern. Reparaturmaßnahmen weisen vielfältige Indikationen auf, ihre Anwendung ist dabei mit zahlreichen Vorteilen für die Restauration selbst, den betroffenen Zahn sowie die Patientin oder den Patienten verbunden. Sowohl prospektive klinische als auch retrospektive Studien zeigen gute Erfolgsraten. Bei der Anfertigung von Reparaturrestaurationen ist Komposit das Material der Wahl. Für die praktische Durchführung wird eine spezifische Ausstattung benötigt, z. B. ein intraoraler Sandstrahler und idealerweise ein Universalprimer.

Literatur

1. Abusteit OE, Hosney S, ElSheshtawy AS, Zapata RO. Outcome of endodontic treatment through existing full coverage restorations: An endodontic practice case series. *J Endod* 2022;48(3):388–395.
2. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo J Jr., Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005;7(1):41–49.
3. El-Askary FS, Fawzy AS, Abd Elmohsen HM. Tensile bond strength of immediately repaired anterior microfine hybrid restorative composite using nontrimmed hourglass specimens. *J Adhes Dent* 2009;11(1):41–47.
4. Elsayed A, Younes F, Lehmann F, Kern M. Tensile bond strength of so-called universal primers and universal multimode adhesives to zirconia and lithium disilicate ceramics. *J Adhes Dent* 2017;19(3): 221–228.
5. Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008;36(12):969–976.
6. FDI World Dental Federation. Repair of restorations. *Int Dent J* 2020;70(1):7–8.
7. Haller B. Defekte Restaurationen: Reparieren statt flicken. *Der Freie Zahnarzt* 2019;63(11):68–79.
8. Hannig C, Hahn P, Thiele PP, Attin T. Influence of different repair procedures on bond strength of adhesive filling materials to etched enamel in vitro. *Oper Dent* 2003;28(6): 800–807.
9. Hickel R, Brühshaver K, Ilie N. Repair of restorations – Criteria for decision making and clinical recommendations. *Dent Mater* 2013;29(1):28–50.
10. Jain A, Schollmeyer A, Peter T, Xie XJ, Anamali S. Survival analysis of crown margin repair. *J Am Dent Assoc* 2021; 153(5):414–420.
11. Kanzow P, Wiegand A, Schwendicke F. Cost-effectiveness of repairing versus replacing composite or amalgam restorations. *J Dent* 2016;54:41–47.
12. Kanzow P, Wiegand A, Wilson NHF, Lynch CD, Blum IR. Contemporary teaching of restoration repair at dental schools in Germany – Close to universality and consistency. *J Dent* 2018;75:121–124.
13. Kanzow P, Baxter S, Rizk M, Wassmann T, Wiegand A. Effectiveness of a universal adhesive for repair bonding to composite and amalgam. *J Oral Sci* 2019;61(2):343–350.
14. Kanzow P, Wiegand A, Schwendicke F, Göstemeyer G. Same, same, but different? A systematic review of protocols for restoration repair. *J Dent* 2019;86:1–16.
15. Kanzow P, Piecha L, Biermann J, Wiegand A. Repair surface conditioning measures affect enamel and dentin bond strength. *Oper Dent* 2020;45(6):643–654.
16. Kanzow P, Wiegand A. Retrospective analysis on the repair vs. replacement of composite restorations. *Dent Mater* 2020;36(1):108–118.
17. Kanzow P, Krois J, Wiegand A, Schwendicke F. Long-term treatment costs and cost-effectiveness of restoration repair versus replacement. *Dent Mater* 2021;37(6):e375–e381.
18. Lechte C, Schlarmann F, Wiegand A, Kanzow P. Patient*innenakzeptanz von Reparaturmaßnahmen bei partiell insuffizienten Restaurationen: Systematische Übersichtsarbeit. *Abstrakt 25. Jahrestagung des EbM-Netzwerks 2024.*
19. Loomans BAC, Mine A, Roeters FJM et al. Hydrofluoric acid on dentin should be avoided. *Dent Mater* 2010;26(7):643–649.
20. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002;15(3):299–302.
21. Özcan M, van der Sleen JM, Kurunmäki H, Vallittu PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont* 2006; 15(5):283–288.
22. Panah FG, Rezaei SMM, Ahmadian L. The influence of ceramic surface treatments on the micro-shear bond strength of composite resin to IPS Empress 2. *J Prosthodont* 2008;17(5): 409–414.
23. Rodrigues SA, Jr., Ferracane JL, Della Bona Á. Influence of surface treatments



- on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. Dent Mater 2009;25(4):442–451.
24. Saracoglu A, Özcan M, Kumbuloglu O, Turkun M. Adhesion of resin composite to hydrofluoric acid-exposed enamel and dentin in repair protocols. Oper Dent 2011;36(5):545–553.
 25. Schwendicke F. Less is more? The long-term health and cost consequences resulting from minimal invasive caries management. Dent Clin North Am 2019;63(4):737–749.
 26. Tang L, Wang N, Chen S. Clinical performance of two different adhesive strategies for metal-ceramic cracks repairing and related in vitro study. Dent Mater J 2021;40(3):781–791.
 27. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T et al. Interfacial characteristics and bond durability of universal adhesive to various substrates. Oper Dent 2017;42(2):e59–e70.
 28. Wiegand A, Kanzow P. Effect of repairing endodontic access cavities on survival of single crowns and retainer restorations. J Endod 2020;46(3):376–382.
 29. Wilson NHF, Lynch CD, Brunton PA et al. Criteria for the replacement of restorations: Academy of Operative Dentistry European Section. Oper Dent 2016;41(S7):S48–S57.
 30. Yao C, Yang H, Yu J et al. High bond durability of universal adhesives on glass ceramics facilitated by silane pretreatment. Oper Dent 2018;43(6):602–612.



Philipp Kanzow

Philipp Kanzow

Priv.-Doz. Dr. med. dent. Dr. rer. medic., M.Sc.

Clemens Lechte

Dr. med. dent.

beide:

Poliklinik für Präventive Zahnmedizin,
Parodontologie und Kariologie
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Straße 40
37075 Göttingen

Korrespondenzadresse:

Dr. Philipp Kanzow, E-Mail: philipp.kanzow@med.uni-goettingen.de



Orthophos SL und Sidexis 4 Die Röntgengesamtlösung



Orthophos SL bietet Lösungen für eine Vielzahl von Behandlungssituationen. Er besticht mit beeindruckender Bildqualität, durchdachter Bedienbarkeit und Verlässlichkeit „Made in Germany“ und wächst dank modularem Aufbau mit Ihnen und Ihren Anforderungen mit. Zusammen mit der Röntgensoftware Sidexis 4 bietet der Orthophos SL die Röntgengesamtlösung für jeden. Egal ob Sie in Ihrer Praxis oder zu Hause arbeiten – initiieren und verwalten Sie Ihre Workflows von überall mit DS Core.