

M.O. Ahlers

Komposite: Indikationen, Materialien und Trends



M.O. Ahlers

Herr Priv.-Doz. Dr. Ahlers, fassen Sie bitte kurz den aktuellen Stellenwert von Kompositen als zahnärztliches Restaurationsmaterial zusammen!

PD Dr. Ahlers: Kein anderes Material hat die moderne Zahnheilkunde so eindrücklich geprägt! Seit ihrer Entwicklung Mitte des letzten Jahrhunderts [5, 6] sind diese Werkstoffe durch materialtechnische Weiterentwicklung sowie verfeinerte Techniken in immer mehr Anwendungsbereichen vorgedrungen und in verschiedenen Bereichen mittlerweile zum Standard geworden.

Nennen Sie hierfür bitte einige Beispiele!

PD Dr. Ahlers: Ursprünglich standen Anwendungen im sichtbaren Frontzahnbereich im Vordergrund. Hier wurde durch die Entwicklung zahnfarbener Komposit-Füllungswerkstoffe erstmals die Möglichkeit geschaffen, nicht sofort sichtbare Füllungen zu legen [11]. Wir müssen uns erinnern, dass zur damaligen Zeit die Behandlung kariöser Defekte mittels Amalgam, Stopfgold oder Steinzementen State-of-the-Art war.

Den eigentlichen Quantensprung haben die Entwicklung der Säureätztechnik, die werkstoffkundliche Weiterentwicklung der Komposite sowie schließlich die Entwicklung praxisreifer Dentinhaftvermittler mit sich gebracht. Vor dem Hintergrund der steigenden ästhetischen Ansprüche an zahnärztliche restaurative Maßnahmen lassen sich Komposite heute aus der modernen Zahnheilkunde überhaupt nicht mehr wegdenken.

Beschreiben Sie bitte die Entwicklung der Kompositanwendung in

Bezug auf verschiedene Indikationen! Wo stehen wir heute?

PD Dr. Ahlers: Wie gesagt, anfänglich beschränkte sich die Indikation von Kompositen auf zahnfarbene Füllungen im Frontzahnbereich sowie kleine, nicht okklusionstragende Seitenzahnfüllungen der Klasse I, mit Einschränkungen der Klasse II. Durch die Weiterentwicklungen sowohl im Bereich der adhäsiven Befestigungstechnik als auch der eingesetzten Komposite und deren Verarbeitungstechniken sind mittlerweile auch okklusionstragende Seitenzahnrestaurationen aus Komposit möglich [7, 8].

Im Frontzahnbereich steht weniger die Verschleißfestigkeit im Vordergrund. Hier geht die Entwicklung hin zu „hochästhetischen“ Füllungsmaterialien für möglichst naturidentische Restaurationen.

Ist dies ein genereller Trend für Komposite?

PD Dr. Ahlers: Ich denke schon. Vor einigen Jahren hatten wir eine deutlich zweigeteilte Situation. Damals entwickelten verschiedene Hersteller ausdrücklich für zwei verschiedene Marktsegmente, einerseits preisgünstige, betont einfach zu verarbeitende „weiße“ Komposite als Amalgamersatz, und andererseits teurere, aufwändiger zu verarbeitende, hoch ästhetische Materialien für besondere Ansprüche.

Das Schicksal des bekanntesten Produktes der erstgenannten Kategorie ist bekannt: Es wurde nach kurzer Zeit wegen mangelhafter Resultate vom Markt genommen. Inzwischen haben sich in diesem Anwendungssegment die Komposite anstelle der Komposite praktisch durchgesetzt.

Den Kompositen kommt hingegen im Seitenzahnbereich die Rolle eines hoch ästhetischen Amalgamersatzes zu, der die indirekte Fertigung im Labor und damit die Abformung sowie den zusätzlichen Einsetztermin vermeidet. Eine wesentliche Rolle spielt in Deutschland allerdings die Tatsache, dass durch die Zuzahlungsregelung aufwendig verarbeitete Kompositfüllungen und -restaurationen im Seitenzahnbereich für gesetzlich Versicherte erschwinglicher und zugleich für Zahnärzte wirtschaftlicher geworden sind – ein Beleg dafür, wie neben medizinischen Fakten immer die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen über die Verbreitung einer Behandlungstechnik entscheiden.

Welche Entwicklungen sehen Sie dabei in Bezug auf die Materialien und wohin geht der Trend?

PD Dr. Ahlers: In der Vergangenheit lag das Hauptaugenmerk auf der Verschleißfestigkeit mit dem Ziel, die Anwendbarkeit für okklusionstragende Füllungen und Restaurationen im Seitenzahnbereich sicherzustellen. Mit der Weiterentwicklung der Füller durch moderne Glasfüller und feinste Nano-Füllerpartikel ist dieses Ziel heute erreicht.

Das Hauptaugenmerk hat sich daher von den Füllstoffen hin zur eigentlichen Komposit-Matrix verändert. Dieses Feld verspricht in Zukunft die größten Entwicklungssprünge, zumal das Problem der Polymerisations schrumpfung nach wie vor nicht befriedigend gelöst ist. Auch bei Anwendung aufwendiger schrittweiser Verarbeitungsverfahren bei der Erstellung und Polymerisation der Füllungen ist der resultierende Schrumpfstress nach wie vor ein Problem. Dabei zeigt sich, dass der Stress für die



Abbildung 1 Ausgangssituation nach inkrementeller Polymerisation des Komposit-Restaurationsmaterials (Zahn 11). (Abb.1-6: M.O. Ahlers)



Abbildung 2 Konturierung mit groben „Polierscheiben“ oder speziell verzahnten Metallfinierern.

Zahnhartsubstanzen offensichtlich sogar bei kleineren Füllungen größer ist als bei sehr großen, in mehreren Schritten polymerisierten Restaurationen.

Eine weitere Entwicklungsrichtung in Bezug auf die Verbesserung der Matrixbestandteile ist die Integration karieshemmender Bestandteile in das Füllungsmaterial. Verschiedene Arbeitsgruppen und Hersteller haben hier interessante Ansätze vorgestellt bzw. in der Entwicklung, sodass wir hier in den nächsten Jahren mit deutlichen Fortschritten rechnen können.

Welches sind derzeit die Schwächen und Grenzen der Behandlungen mit Kompositen?

PD Dr. Ahlers: Generell gilt für alle Komposite, dass ihre Haltbarkeit im sauren Milieu begrenzt ist. Einzelne Hersteller verlangen daher in den Gebrauchsinformationen nicht ganz zu Unrecht, dass die Anwendung des jeweiligen Komposits als Medizinprodukt an eine effiziente Plaquekontrolle gebunden ist. Dieser Aspekt wird vielleicht nicht immer in ausreichendem Maße gewürdigt.

Ein weiterer Schwachpunkt ist nach wie vor die Haftung im Approximalebereich, wenn nicht genügend ätzbarer Schmelz mehr vorhanden ist. Grundsätzlich stehen heute zwar leistungsfähige Dentinhaftvermittler zur Verfügung – dessen ungeachtet ist ein fehlender Schmelzrand nach aktuellen Daten offenbar langfristig eine vorhersehbare Schwachstelle [9].

Ein Problem in diesem Zusammenhang ist die Adaptation des Füllungsmaterials im approximalen Rand-

bereich. Es stellt sich die Frage, ob diesbezügliche Schwächen schon im Zusammenhang mit der Applikation des Füllungsmaterials auftreten oder infolge der Polymerisationsschrumpfung im approximalen Randbereich. Ein Ansatz, hier Abhilfe zu schaffen, war die Entwicklung extrem hochgefüllter „stopfbarer“ Komposite. In diesem Zusammenhang ist die Ausformung des approximalen Kontaktpunktes anzuführen. Bei Amalgamfüllungen war durch die Kondensation des Füllungsmaterials ohnehin ein ausreichender Stopfdruck auf die Matrize gegeben. Stopfbare Komposite sollten diese Vorgehensweise nach Möglichkeit auf die zahnfarbenen Füllungsmaterialien übertragen.

Einen anderen Ausweg bieten beispielsweise Instrumente, welche eine straffe Adaptation der Matrize an den Nachbarzahn unter gleichzeitiger Ausbildung eines Komposit-Steges zur Matrizeninnenseite ermöglichen (Ivoclar-Vivadent OptraContact).

Ein Problem in diesem Zusammenhang ist die vergleichsweise starke Klebrigkeit vieler Komposite. Da kann es passieren, dass nach der Applikation des Füllungsmaterials mit dem Anheben des Instrumentes das Komposit vom Kavitätensboden gelöst wird. Bleibt dieses unbenutzt, kann hieraus ein Spalt am Kavitätenrand resultieren, der später allenfalls im Röntgenbild bemerkt werden kann.

Stichwort Röntgenbild: Sollten Ihrer Meinung nach alle Komposite röntgenopak sein?

PD Dr. Ahlers: Dies ist ein guter Punkt, der in der Vergangenheit viel-

leicht nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Gerade vor dem Hintergrund unseres Wissens um die Achillesfersen bei der Anwendung kommt der späteren Beurteilung der Integrität von Kompositfüllungen im Röntgenbild (Bissflügel Aufnahme) eine große Bedeutung zu. Hier ist es für den Zahnarzt unmöglich, zwischen Karies bzw. Defekten und „durchsichtigen“ Füllungsmaterialien zu unterscheiden. Vor diesem Hintergrund sollten alle Komposite ausreichend röntgenopak sein – so wie dies beispielsweise bei klassischen Zementen auch der Fall war.

Gilt dieses auch für den Frontzahnbereich?

PD Dr. Ahlers: Eigentlich schon – zwar ist im Frontzahnbereich die Röntgenkontrolle zur Aufdeckung approximaler Kavitäten eigentlich überflüssig, da die Durchleuchtung der Zähne mit der lichtstarken Operationsleuchte möglich ist. Da in den meisten Praxen aber die gleichen Komposite im Seiten- und Frontzahnbereich Verwendung finden und umgekehrt auch dünnfließende „Flowables“ bei mehrschichtigen Seitenzahnrestaurationen als unterste Füllungsschicht zur Anwendung kommen können, sollte Röntgenopazität bei modernen Kompositen auf jeden Fall gegeben sein.

Welche Eigenschaften wünschen Sie sich für moderne Komposite zusätzlich?

PD Dr. Ahlers: Reparaturfähigkeit! Mit diesem Thema habe ich mich deswegen schon früh und sehr intensiv



Abbildung 3 Komposit-Politur, erste Stufe (Glättung).



Abbildung 4 Komposit-Politur, zweite Stufe (Politur).

im Rahmen meiner Habilitationsschrift befasst. Den Hintergrund bildet die Tatsache, dass sich Kompositfüllungen – anders als klassische Füllungen aus Quecksilberamalgam – bei defektem Anfüllungsrand nicht in einem Stück ohne Zahnhartsubstanzverlust aus der Kavität entfernen lassen. Im Gegenteil, durch die adhäsive Befestigung an der Zahnhartsubstanz ist die Entfernung einer Kompositfüllung grundsätzlich mit einem zusätzlichen Verlust an Zahnhartsubstanzen verbunden. Je besser die farbliche Adaptation der auszutauschenden Füllung an die Zahnhartsubstanzen, desto potentiell größer ist dieser Substanzverlust, da sich das zu entfernende Komposit farblich von dem zu behandelnden Zahn kaum oder nicht unterscheidet. Vor diesem Hintergrund ist meines Erachtens ein Umdenken erforderlich mit dem Ziel, nicht mehr regelmäßig und unreflektiert ganze Füllungen auszutauschen, sondern bei Schäden bzw. Randundichtigkeiten lediglich den undichten bzw. schadhaften Teil. Dieses setzt allerdings voraus, dass ein Adhäsivverbund zwischen dem verbleibenden Komposit und dem neu hinzugefügten Material zustande kommt. In zahlreichen Untersuchungen konnte unter anderem unsere Hamburger Arbeitsgruppe zeigen, dass eine derartige Reparatur von Kompositfüllungen technisch möglich und haltbar ist. Dieses gilt in dieser Form allerdings nur für Komposite auf Basis der existenten Matrixmoleküle PMMA, UDMA, TEDMA und TEDGMA [2].

Mit der Entwicklung neuer Matrixbestandteile ist die Sicherheit für den Zahnarzt, dass die Reparatur jedes Fül-

lungsmaterials möglich sein wird, nicht unbedingt gegeben. Zu fordern ist daher, dass mit der Entwicklung einer neuen Matrix auch gleichzeitig Reparatursysteme für den Schadensfall angeboten werden. Ungelöst bleibt dabei allerdings die Frage, wie der nachbehandelnde Zahnarzt die Matrixbestandteile erkennen kann. Derzeit ist dies noch unproblematisch, da die zukünftig zu erwartenden neuen Matrixbestandteile noch keine große Verbreitung am Markt gefunden haben.

Welche Maßnahmen kann der Zahnarzt treffen, um die Entstehung von Schäden im Randbereich nach Möglichkeit zu vermeiden?

PD Dr. Ahlers: Hier bieten sich gleich eine ganze Reihe von Maßnahmen an. Bei der Entscheidung über die Behandlung kann der Zahnarzt prüfen, ob die Defektgröße sich für eine direkte Komposit-Restauration eignet. Mit größeren Defektgrößen nimmt schließlich das Füllungsvolumen zu. Infolge des unterschiedlichen Temperaturexpansionskoeffizienten von Kompositen sowie der Zahnhartsubstanz ist die Wahrscheinlichkeit bei größeren Füllungen erhöht, dass eine unterschiedliche Ausdehnung erfolgt, was schließlich in besonderem Maße zur Belastung der Grenzfläche zwischen Kompositfüllung und Zahnhartsubstanz führt. Dieses wird im Zweifelsfall insbesondere im Randbereich zu Schäden führen. Ein weiterer Schritt besteht in der schrittweisen Polymerisation einzelner Inkremente (Inkrementtechnik). Und schließlich kann der Behandler über

die sorgfältige Ausarbeitung und Politur der Füllung die Integrität der Oberfläche soweit wie möglich erhöhen.

Stichwort Politur: Welche Entwicklungen sehen Sie hier?

PD Dr. Ahlers: Dieses ist vielleicht einer der am meisten unterschätzten Arbeitsschritte bei der Herstellung von Kompositfüllungen. Traditionell wurden sie in der Anfangszeit mittels Metallfinierern sowie Arkansas-Steinen ausgearbeitet. Mit der Entwicklung von Polierscheiben (3M ESPE Sof-Lex) kamen leistungsfähige mehrschrittige Poliersysteme hinzu, die eine sehr viel homogenere Oberflächenvergrüung ermöglichten. Diese Polierscheiben wurden mit ihrer Öffnung auf ein metallenes Mandrell gesteckt, wobei allerdings das Mandrell hervortrat. Auch jüngere Entwicklungen behalten diese Technik bei (Cosmedent Flexi-Disc, Kerr OpticDisc). Andere Hersteller verwenden mittlerweile Befestigungsmechanismen, die das metallene Mandrell vollständig abdecken (Komet Compo System, Shofu SuperSnap). Hierdurch steht bei den Polierscheiben der gesamte Stirnbereich der Polierscheibe zur Politur zur Verfügung. Im Hinblick auf die Ökonomie beim Politurvorgang ist es vorteilhaft, wenn Polierscheiben beidseitig belegt sind, weil dann sowohl „schiebend“ an der Labialseite als auch „ziehend“ an der Palatalseite gearbeitet werden kann [4], wo ebenfalls ohne Änderung der Ausrichtung des Winkelstückes verschiedene Approximalbereiche bearbeitet werden können (Komet Compo System, Shofu SuperSnap).



Abbildung 5 Komposit-Politur, dritte Stufe (Glanzpolitur).



Abbildung 6 Fertiggestellte Komposit-Restauration.

Im Hinblick auf die Körnungen bzw. Politureigenschaften geht dabei der Trend eindeutig zu einer Verringerung der Politurstufen. Waren dieses früher fünf bzw. vier Polierstufen (3M ESPE Sof-Lex, Shofu SuperSnap), so werden mittlerweile Systeme angeboten, bei denen in drei Politurschritten Hochglanz erreicht wird (Kerr OpticDisc, Komet Compo System) – entsprechend hochglanzpolierbare Komposite vorausgesetzt [10].

Haben neben den Polierscheiben auch Silikonpolierer eine Berechtigung?

PD Dr. Ahlers: Ja, durchaus. Polierscheiben sind auf ein möglichst homogenes und „ästhetisches“ Ergebnis ausgerichtet und eignen sich primär für plane oder konvexe Flächen. Im Gegensatz dazu sind Silikonpolierer eher für konkave Fläche geeignet. Dies hat teilweise dazu geführt, im Frontzahnbereich die gesamte Fläche mit Scheiben zu polieren, um danach nur die konkaven Vertiefungen mit Silikonpolierern nachzuarbeiten.

Auch bei den Silikonpolierern besteht der Trend zur Reduktion der Polierstufen. Waren einst vier Polierstufen üblich (IvoclarVivadent AstroPol), so geht der Trend nunmehr zu wenigen Stufen (HeraeusKulzer Venus, Kerr-Hawe HiLuster plus). Echte Trendsetter sind zudem neue Silikonpolierer, die mit einer einzigen Silikonpolierstufe Hochglanzpolitur erreichen (IvoclarVivadent OptraPol, KerrHawe Identoflex, gelbe Compositepolierer von Komet). Wichtig ist allerdings, dass hierbei im Vorfeld sorgfältig die Oberfläche finiert

wird, weil andernfalls die Sauerstoffinhibitionsschicht des Komposits verbleibt. Einzelne Silikonpolierer neigen dazu, bei Kontakt mit dieser Sauerstoffinhibitionsschicht ihre (gelbe) Farbe abzugeben, so dass der angestrebte Vereinfachungseffekt sich in das Gegenteil verwandelt – in diesem Fall muss der Farbabtrag des Polierers von der Oberfläche wieder „herunterpoliert“ werden, gefolgt von einer Revision der Oberfläche und erneuter Politur.

Kommen wir noch einmal auf die Anwendungsgebiete zurück: Welche zusätzlichen Anwendungsgebiete sehen Sie perspektivisch neben dem Einsatz als Füllungs- und Seitenzahnwerkstoff im Front- und Seitenzahnbereich?

PD Dr. Ahlers: Einen immer größeren Bereich nimmt der Einsatz von Kompositen als Befestigungsmaterialien ein. Dies ging mit der Entwicklung glaskeramischer Restaurationswerkstoffe einher, die infolge ihrer geringeren Eigenfestigkeit adhäsiv mit der Zahnhartsubstanz verklebt werden müssen. Studien haben mittlerweile gezeigt, dass derartige adhäsive Befestigungen dauerhaft haltbar sind. Nachdem auch die Komplikationsraten auf akzeptable Größenordnungen gesenkt werden konnten, haben sich derartige Befestigungskomposite mittlerweile zu praxistauglichen Werkstoffen und die entsprechende Vorgehensweise zu verbreiteten Technologien entwickelt. Zurzeit sehe ich hier zwei Trends: Zum einen die Entwicklung einseitig einsetzbarer Materialien (z. B. 3M ESPE Re-lyX Unicem, IvoclarVivadent Multi-

link), zum anderen die Entwicklung immer „ästhetischerer“ Materialien für hohe Ansprüche (z. B. Cosmedent Insure, DMG Vitique, Ivoclar Vivadent Variolink Veneer).

Die einfacher anwendbaren Materialien kommen teilweise auch als Befestigungs- und Aufbaukomposit im Wurzelkanal zur Anwendung. Sie konkurrieren hier mit dezidierten Aufbaukompositen, die beispielsweise als System verbunden zusammen mit hierauf abgestimmten silanisierenden Wurzelkanalstiften angeboten werden (z. B. Komet Dentin Build).

Hierbei werden Komposite zur Befestigung indirekt hergestellter bzw. vorgefertigter Medizinprodukte verwendet. Inwieweit sehen Sie zukünftig auch ein Potential für den Einsatz von Kompositen als indirekten Restaurationswerkstoff?

PD Dr. Ahlers: Bislang konnten wir dies im Bereich festsitzender Restaurationen in drei Bereichen feststellen: Zum einen als zahnfarbenen Verbundwerkstoff, später in der Verwendung für „chairside“ gefertigte indirekte Kompositinlays sowie als Werkstoff für die Herstellung kleinerer Brücken. In allen genannten Bereichen verdrängen leistungsfähige Keramiken aufgrund überlegener Ergebnisse allerdings die Komposite.

Eine neue Entwicklung, wo dieses derzeit nicht absehbar ist, besteht im Bereich funktionskorrigierender Langzeitprovisorien. Die von meiner Arbeitsgruppe vorgestellten „Repositions-Onlays bzw. -Veneers“ zur Übertragung

einer erfolgreich bewährten Schienenokklusion auf das natürliche Gebiss werden typischerweise aus Kompositen hergestellt [1]. Dieses Verfahren setzt sich durch und beruht auf der indirekten Herstellung funktionskorrigierender Zahnergänzungen.

Der Vorteil im Gegensatz zum früheren Vorgehen besteht darin, dass die zuvor mit der Okklusionsschiene eingestellte Okklusion auf die natürlichen Zähne kontrolliert übertragbar ist, und zwar ohne Lokalanästhesie und/oder invasive Behandlungsschritte.

Auch hierbei hat sich übrigens in der praktischen Anwendung gezeigt, dass nach sorgfältigem Finieren der Übergän-

ge (z. B. mit den Q-Finierern von Komet) und anschließender Politur der Übergänge, die Haltbarkeit dieser langzeitprovisorischen Aufbauten besser ist [3]. Hier macht es durchaus Sinn, zur Politur einstufige Silikonpolierer einzusetzen (siehe oben).

Derzeit läuft eine Behandlungsstudie, um die Haltbarkeit und Tauglichkeit dieses Verfahrens zu dokumentieren. Die Zwischenergebnisse sind durchaus viel versprechend – wir dürfen also gespannt sein.

Vielen Dank für das Gespräch.

Das Interview führte *Dorothee Holsten*. 

Korrespondenzadresse:

Priv.-Doz. Dr. M. Oliver Ahlers
Spezialist für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDt)
CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf
Falkenried 88 (CiM, Haus C)
20251 Hamburg
Tel.: +49 40 46 77 61 07
Fax: +49 40 46 77 61 08
Oliver.Ahlers@CMD-Centrum.de
www.CMD-Centrum.de
sowie
Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
Martinistr. 52, 20251 Hamburg

Literatur

- Ahlers MO: Okklusionsausgleich nach erfolgreich abgeschlossener Initialbehandlung mittels Repositions-Veneers. Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (AFDT) in der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), 36. Jahrestagung. Bad Homburg: 2003 (Abstract: <http://www.dgfdt.de/uploads/463e3d7719f9e.pdf>)
- Ahlers MO: Intraorale Reparatur zahnfarbener Restaurationen aus Composite-Werkstoffen (med. Habilitationsschrift/Universität Hamburg 2004). Hannover: Schlütersche, 2006
- Ahlers MO: Übertragung der Schienenposition mittels Repo-Veneers und Repo-Onlays – aktuelle Weiterentwicklungen. Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (AFDT) in der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), 40. Jahrestagung. Bad Homburg: 2007 (Abstract: <http://www.dgfdt.de/uploads/47547bfd5500d.pdf>)
- Ahlers MO: Composite perfekt polieren. Dental Magazin 5, 18–23 (2008)
- Buonocore MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 34, 849–853 (1955)
- Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ: Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. Arch Oral Biol 13, 61–70 (1968)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und die Hochschullehrer für Zahnerhaltung (Hrsg.): Heidemann D, Hellwig E, Hickel R, Klaißer B, Staehle H-J: Direkte Kompositrestaurationen – Erweiterte Anwendung im Front- und Seitenzahnbereich. Dtsch Zahnärztl Z 58, 387 (2003)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (Hrsg.): Haller B, Hickel R, Hugo B, Kunzelmann K-H, Merte K, Ott K, Schmalz G, Staehle H-J: Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich. Dtsch Zahnärztl Z 60, 543 (2005)
- Dittmann R: In-vitro-Studie zur Untersuchung des Einflusses einer Langzeitwasserlagerung auf die Randdichtigkeit dentinbegrenzter Kompositrestaurationen. Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontie (med. Dissertation). Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 2008:92
- Jung M, Eichelberger K, Klimek J: Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. Oper Dent 32, 347–355 (2007)
- Lutz F, Luescher B, Ochsenbein H, Mühlemann HR: Adhäsive Zahnheilkunde. Zürich: Abteilung für Kariologie und Parodontologie, Zahnärztliches Institut, Universität Zürich (Selbstverlag), 1975