

## Sonderdruck

---

**Ein universelles adhäsives  
Befestigungs- und Stumpfaufbau-  
material**

# Ein universelles adhäsives Befestigungs- und Stumpfaufbaumaterial

## Indikationsspektrum und Fallbeispiele

Greift man in den Topf der dentalen Genetik und kreuzt ein sehr gutes adhäsives Stumpfaufbaukomposit, wie z.B. Visalys Core, mit einem adhäsiven Befestigungskomposit der Königsklasse, wie z.B. Panavia V5, kommt ein adhäsives Befestigungsmaterial für alle indirekten Restaurationen heraus, mit dem genauso gut adhäsive Stumpfaufbauten erstellt als auch Wurzelstifte adhäsiv befestigt werden können. Dieses innovative und praktische, da universell einsetzbare Neuprodukt wurde auf der IDS 2019 von Kettenbach unter dem Namen Visalys CemCore vorgestellt. Prof. Dr. Claus-Peter Ernst stellt im folgenden Beitrag den breit gefächerten Einsatzbereich dieses Neuproduktes vor, mit dem – mit Ausnahme der direkten Füllungstherapie – alle dual- und dunkelhärtenden adhäsiven Indikationen im zahnärztlichen Behandlungsalltag abgedeckt werden können.

**E**s existieren hervorragende und über Jahre klinisch bewährte adhäsive Befestigungssysteme als auch deren Äquivalente als adhäsive Stumpfaufbausysteme, mit denen sogar in einem Zug ein adhäsiver Glasfaserstift befestigt werden kann. Beide Produktgruppen weisen eine ähnliche Viskosität auf, wären somit in einer „Blindverkostung“ kaum voneinander zu unterscheiden. Dennoch unterscheiden sie sich in zahlreichen physikalischen und chemischen Details: Ein adhäsives Befestigungsmaterial benötigt zur adhäsiven (am besten selbstkonditionierenden) Anbindung an das Dentin eine gewisse Hydrophilie und eine entsprechende Benetzungsfähigkeit, eine Farbbeständigkeit und gute Politureigenschaften. Ein Stumpfaufbaukomposit profitiert hingegen eher von hydrophoben Eigenschaften, die einer hygroskopischen Expansion des doch im Gegensatz zum adhäsiven Befestigungsmaterial deutlich größeren Volumens entgegensteuern und von besseren Biegebruch- und Druckfestigkeitswerten [9]. Alles in einen „Wünsch Dir was-Topf“ zu werfen, stieß bislang an chemisch-physikalische Grenzen. Demzufolge sind adhäsive Befestigungssysteme und vorrangig selbstadhäsive Zemente zur Verwendung als Stumpfaufbaukomposit kontraindiziert, da deren erhöhte Wasseraufnahme sogar zum Platzen von Lithiumdisilikatkronen führen kann, wie eine Berliner In-vitro-Studie nachweisen konnte [91]: 50% der auf einen Stumpfaufbau aus einem selbstadhäsiven Zement verklebten Lithiumdisilikatkronen zeigten nach 9 Monaten Wasserlagerung erkennbare Risse.

Nach intensiver Forschungsarbeit gelang Kettenbach inzwischen dieser Spagat einer Neuentwicklung aus hydrophiler, selbstkonditionierender Grenzflächenreaktion und hydrophoben Kerneigenschaften zum Bestehen aller Anforderungen an großvolumige Kompositaufbauten. Dementsprechend beinhaltet Visalys CemCore besondere hydrophobe Monomere, wodurch eine Quellung sowie die Aufnahme von Farbstoffen verhindert werden. Durch die Kettenbach-eigene Active-Connect-Technology (ACT) wird trotz Hydrophobie eine hohe Haftkraft erreicht. Das liegt an speziellen Phasentransferkatalysatoren, die für den Übergang

zwischen hydrophiler Zahnschubstanz und hydrophobem Befestigungskomposit verantwortlich sind.

Da die „Hydrophilie“ nur an der eigentlichen Grenzfläche zur Zahnhartsubstanz gefordert ist, das eigentliche Hauptvolumen des Materials aber eher einem hydrophoben dualhärtenden Restaurationsmaterial entspricht, sind sofort weitere, auch ästhetische Vorteile erkennbar, wie die Hoffnung, dass sich Klebefugen bei der adhäsiven Befestigung ästhetischer, vollkeramischer Restaurationen nicht so schnell verfärben.

### Adhäsivauswahl bei dual- bzw. dunkelhärtenden Befestigungskompositen

Generell stellt die adhäsive Befestigung indirekter Restaurationen enorme Anforderungen an die Materialien, aber auch an das Know-how der Anwender, sobald Dunkel- oder Dualhärtung im Spiel ist – gerade was die Kombination aus Adhäsiv und Befestigungskomposit betrifft. Während bei rein lighthärtenden Materialien (Befestigungs-)Komposit und Adhäsiv problemlos von unterschiedlichen Herstellern kombiniert werden können [90,95], ist dies in der Kombination mit selbst- oder dualhärtenden Materialien nicht der Fall [5]: Hier ist das Aushärtungssystem des Komposits zu berücksichtigen, welches in der Regel ein Amin/Peroxidbasiertes System ist. Amine sind säureempfindlich; d.h., sie werden durch Säuren protoniert und somit als Co-Initiatoren für das Selbsthärtensystem deaktiviert. Dies ist der Fall bei der Verwendung selbstkonditionierender All-in-One-Adhäsive, aber auch bei manchen selbstkonditionierenden Zweischrittssystemen und bei den meisten Universaladhäsiven. Werden solche Produkte entgegen den Kompatibilitätsempfehlungen der Hersteller verwendet, funktioniert der Selbsthärtungsmechanismus des dual- oder selbsthärtenden Komposits nicht mehr. Ein komplettes adhäsives Versagen wäre die unschöne Folge. Es sollten somit nur die Adhäsive in Kombination mit dunkel- bzw. dualhärtenden Kompositen verwendet werden, für die herstellenseits eine Kompatibilität mit den entsprechenden Befestigungskompositen garantiert wird.

Manchmal ist ein Dunkelhärtungs-Aktivator 1:1 beizumischen – dieser macht aber aus dem lichthärtenden Adhäsiv kein selbsthärtendes: Er stellt lediglich die Kompatibilität mit dem dunkel- oder dualhärtenden Befestigungskomposit dar, lichtgehärtet werden muss jedoch trotzdem. Deswegen sind Bezeichnungen wie „Self Cure Activator“ irreführend. Es gibt hingegen durchaus individuelle Produktkombinationen einzelner Hersteller, bei denen in bestimmten Kombinationen bei Verwendung von Produkten desselben Herstellers kein Dunkelhärtungsaktivator beigemischt werden muss. Hier sollte sehr genau die Gebrauchsanweisung studiert werden. Da, wie beschrieben, durchaus zahlreiche Fallstricke in Form nicht vorhersehbarer Inkompatibilitäten lauern können, empfiehlt es sich, bei der adhäsiven Befestigung, bei der in der Regel eine Dunkelhärtungskomponente integriert ist, streng in den Kombinationsempfehlungen eines Herstellers zu bleiben.

### Rein lichthärtende adhäsive Befestigung

Bei der Kombination rein lichthärtender Materialien sieht dies anders aus: Hier können problemlos das Adhäsiv und das Komposit unterschiedlicher Hersteller miteinander kombiniert werden [90]. Eine rein lichthärtende Befestigung ist somit durchaus eine Option und wird von renommierten Schulen und Forschungseinrichtungen auch so empfohlen [78] – unter der Voraussetzung einer suffizienten Lichtpolymerisation. In dem Beitrag wird bei der rein lichthärtenden Befestigung von Lithiumdisilikat-Teilkronen eine Polymerisation von 2 × 20 Sek. aus 4 Richtungen empfohlen; dies resultiert in einer Gesamtpolymerisation von mehr als 2,5 Min., was eine vitale Pulpa ohne zusätzliche Kühlung wahrscheinlich mit der Quittierung ihrer Dienstverpflichtungen beantworten würde. Deswegen sind derartige Empfehlungen rein lichthärtender Befestigungen mit Vorsicht zu genießen. Hintergrund ist, dass selbst dünnste Schichten transluzenter Keramik die Lichttransmission signifikant reduzieren.

In einem einfachen Radiometer-Versuchsaufbau [16] reduzierte sich die Lichtleistung von 1065 mW/cm<sup>2</sup> bei einer zwischen Lichtaustrittsfenster und Radiometer-Sensor platzierten 0,4 mm dünnen e.max LT A2-Keramikscheibe bereits um 30% auf 778 mW/cm<sup>2</sup>. Bei 0,7 mm Schichtstärke ergab sich eine Reduktion um 45% auf 616 mW/cm<sup>2</sup> und bei 1,5 mm dicken e.max LT-Scheiben der hellen Farbe A2 sogar eine Reduktion um 67% auf 388 mW/cm<sup>2</sup>. Hält man sich vor Augen, dass 1,5 mm Schichtstärke immer noch die vorgeschriebene Mindestschichtstärke der meisten Glaskeramiken ist, ist davon auszugehen, dass ein hoher Prozentanteil indirekter keramischer Restaurationen gerade im Seitenzahnbereich diese Mindestschichtstärke überschreitet – gut für die Mechanik der Restauration, schlecht für die Lichthärtung. Diese Problematik verdeutlicht, dass die rein lichthärtende adhäsive Befestigung nach wie vor eine Ausnahmesituation darstellt und auf Indikationen wie Frontzahn-Veneers, Inlays und Okklusal-Veneers beschränkt bleibt.

### Anforderungen an die Anwendung dual- und dunkelhärtender Befestigungskomposite und deren differenzierte Anwendung

Als Schlussfolgerung bleibt, dass wir uns noch viele Jahre mit Dual- und Dunkel- bzw. Selbsthärtung beschäftigen werden. Aber auch hier rentiert sich ein Blick auf das Dunkelhärtungspotenzial eines „dual“-härtenden Befestigungsmaterials: Ein dualhärtendes System basiert auf Selbst- **und** Lichthärtung; ein selbsthärtendes System kommt komplett ohne Licht aus – dasselbe gilt für selbsthärtende Systeme mit Lichthärtungsoption: Hier ist die Lichthärtung optional, d.h., dieselbe Endhärte kann mit bzw. ohne zusätzliche Lichthärtung erreicht werden. Eine Lichthärtungsoption kann sinnvoll sein, um z.B. eine sofortige Oberflächenbearbeitung zu ermöglichen. „Dual“-Härtung heißt deshalb nicht, dass das Befestigungsmaterial komplett ohne Licht auskommt; auch hier ist es besser, wenn zumindest im Nachgang nach der abgeschlossenen Befestigung und der Überschussentfernung über die gut zugänglichen Übergangsbereiche zusätzlich mit Licht gehärtet wird.

Bei der Verwendung von klassischen dualhärtenden Systemen muss somit zur Erzielung eines optimalen Haftverbundes, einer optimalen Endhärte und einer optimalen Konversionsrate eine suffiziente Lichtpolymerisation sichergestellt sein [63,64]. Da dies z.B. im Wurzelkanal und unter opaken Keramiken wie Zirkonoxid oder gar einer klassischen VMK-Krone nicht gewährleistet werden kann, können die klassischen dualhärtenden Befestigungskomposite für diese Indikationen nur sehr bedingt empfohlen werden. Eine Studie aus dem Jahr 2017 [21] verdeutlicht diese Problematik am Beispiel von RelyX Ultimate: Ohne Lichthärtung ergab sich eine Konversionsrate von 27%, bei zusätzlicher Lichtpolymerisation für 20 Sek. mit einer Elipar S10 ging diese auf 62% hoch. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass klassische dualhärtende Kompositbefestigungssysteme so eingesetzt werden müssen, dass ein ausreichender sekundärer Lichtzutritt zur Klebefuge gewährleistet ist, wie es bei den meisten glaskeramischen Inlay-, Onlay- und Teilkronenversorgungen möglich sein dürfte. Seit 2016 empfiehlt die Ivoclar Variolink Esthetic DC **nicht** für die Verwendung von Glasfaserstiften im Wurzelkanal\*. Hier wird seitens des Herstellers das selbsthärtende Befestigungskomposit mit Lichthärtungsoption Multilink Automix favorisiert. In einem ähnlichen, älteren Dokument aus dem Jahr 2013 war man hier bei Variolink II noch mutiger: Hier war ein Haken für die Verwendung von Variolink II für die Befestigung von Glasfaserstiften zu finden\*\*. Dies zeigt deutlich, dass es bei Nachfolgeprodukten vereinzelt auch zu Indikationseinschränkungen kommen kann – ein sorgfältiges Studium der Gebrauchsinformation schützt hier vor Fehlanwendungen in diesem doch sehr neuralgischen Bereich der adhäsiven Befestigung. Demzufolge bleibt es dem interessierten Anwender überlassen, beim Hersteller verifizierbare Daten zum Haftverbund und zur Konversionsrate auch nach Belastung zu erfragen, die eine annähernd **gleichwertige** Performance dual- und selbsthärtend belegen können.

\* <https://www.ivoclarvivadent.com/zoou-website/media/document/887/Indications+Reference+Card+Cements>

\*\* <https://www.ivoclarvivadent.com/zoou-website/media/document/29952/Combination+Card> \* <https://www.ivoclarvivadent.com/zoou-website/media/document/887/Indications+Reference+Card+Cements>

An ein Befestigungskomposit sollten folgende Qualitätskriterien gelegt werden:

- ausreichende Selbsthärtung
- Lichthärtung nur als zusätzliche Option
- hohe Konversionsrate auch in der rein selbsthärtenden Anwendung
- optimales adhäsives Haftpotenzial in Kombination mit einem geeigneten, vorzugsweise selbsthärtenden Adhäsiv
- geringe Polymerisationsschrumpfkraft; dies beugt Desintegrationen zum Wurzeldentin in den Kavitäten mit extrem ungünstigen, da sehr hohen C-Faktoren vor
- ausreichende Verarbeitungszeit
- Tack-Cure-Option
- ausreichende Röntgenopazität
- Farbstabilität

Nach den bislang vom Hersteller und von externen Untersuchungszentren vorliegenden Daten erfüllt Visalys CemCore alle geforderten Anforderungen an ein adhäsives Befestigungssystem. Hervorzuheben ist hier die sehr gute Selbsthärtung auch ohne eine zusätzliche Lichtpolymerisation. Somit stand der klinischen Anwendung nichts im Wege und soll anhand der folgenden Fallbeispiele illustriert werden.

## Patientenfälle

### Fall 1: Befestigung von 2 Lithiumdisilikat-Teilkronen

Bei der 42-jährigen ärztlichen Kollegin waren insuffiziente, größere Kompositrestaurationen mit z.T. Höckerersatz an den Zähnen 46 und 47 auszutauschen. Die Wahl fiel aus ästhetischen Gründen auf eine Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent). Die Farbbestimmung erfolgte chairside durch einen der praxiseigenen Zahntechnikermeister. Die **Abbildung 1** zeigt die fertiggestellte Laborarbeit auf dem Arbeitsmodell. Die entscheidende Vorbehandlung der Keramik ist im Anschluss an die Einprobe die Reinigung der Keramik mit Ivoclean oder Phosphorsäuregel [10] und die anschließende Fluss säurekonditionierung. Die 5%ige Fluss säure stellt nach wie vor die am besten bewährte Vorbehandlungsmethode für glasbasierte Keramiken dar [1,12,14,36,51,61,73]. Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2015 bestätigt dies [69].



**Abb. 1:** IPS e.max Press-Teilkronen für die Zähne 46 und 47 auf dem Labormodell.

Die „abgepufferte“ 9 bis 9,6%ige, gelbe Fluss säure stellt durchaus eine interessante, da „nicht so gefährliche“ Alternative zur roten Fluss säure dar [38,39,60,97]. Hinsichtlich der Ätzzeit und der Art der Fluss säure auf Lithiumdisilikatkeramik widersprechen sich nur leider die Vorgaben der Ivoclar Vivadent mit 20 Sek. (ausschließlich 5%ige Fluss säure) und der Empfehlung z.B. der Ultradent-Fluss säure mit 90 Sek. (9%iges gepuffertes Fluss säuregel). Aus diesem Grund können bis heute leider keine evidenzbasierten Empfehlungen zur geeigneten Ätzzeit mit einer abgepufferten, 9 bis 9,6%igen gelben Fluss säure auf Lithiumdisilikatkeramik gegeben werden, da man **entweder** der Herstellerempfehlung der Keramik (20 Sek., 5% Fluss säure) **oder** den Empfehlungen des Ätzgelherstellers (90 Sek.) folgen muss. Viele Kollegen folgen hierbei einem selbst kreierten Kompromiss aus 60 Sekunden. Gerade bei IPS e.max bleiben wir aus diesem Grund bei der roten, 5%igen Fluss säure [24,25,69] und folgen somit den Empfehlungen des Keramikherstellers. Das alternative, auf Ammoniumpolyfluorid basierte Konditionierungsmittel (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent) ist auf jeden Fall eine hochinteressante Alternative zur klassischen Fluss säure/Silan-Kombination [27,28], kommt aber noch nicht ganz an den „Golden Standard“ heran [29,30].

Aus der bereits zitierten Literatur geht eindeutig hervor, dass eine Silanapplikation nach der Fluss säurekonditionierung signifikant höhere Haftwerte erzielt als die Fluss säurekonditionierung allein. Somit kann die Silanisierung einer mit Fluss säure konditionierten glasbasierten Keramikoberfläche ebenso als „State of the Art“ bezeichnet werden, wie auch aus einer Meta-Analyse zu dem Thema hervorgeht [29,94]. Die klassische Silanapplikation (Monobond S, Espe-Sil usw.) funktioniert, ist aber heute aufgrund der Standardisierung der Bevorratung und der Gefahr der Verwechslung mit anderen Keramikprimern nicht mehr sinnvoll: Die Glaskeramik benötigt ein Silan, Zirkonoxid benötigt MDP, Metall benötigt bestimmte Schwefelverbindungen. Die Verwechslung der spezialisierten Einzelprimer führt zum Zusammenbruch des adhäsiven Verbundes. Deswegen haben sich Universalprimer etabliert und bewährt, die alle alle 3 Komponenten oder zumindest Silan+MDP beinhalten. Eine Verwechslung ist nicht mehr möglich, es wird immer der richtige Primer verwendet.

Die bekanntesten Produkte sind hier Monobond Plus (Ivoclar Vivadent) und Clearfil Ceramic Primer Plus (Kuraray). Identisch aufgebaut ist der zum Visalys CemCore gehörende „Visalys Restorative Primer“. Allein der Name schließt sämtliche Verwechslungen aus: Er gehört auf die Restauration, egal ob Glaskeramik oder Zirkonoxid. Dieser Visalys Restorative Primer von Kettenbach wurde auf die beiden IPS e.max-Teilkronen für eine Einwirkzeit von 60 Sek. aufgebracht. Eine abschließende Lösungsmittel- evaporation beendete die Vorbehandlung der Glaskeramik. Silanenthaltende Universaladhäsive [22] sollten hingegen nicht auf der mit Fluss säure geätzten Glaskeramik verwendet werden, da das beigefügte Silan im sauren Milieu des Universaladhäsivs nicht lagerstabil ist [29]. Wenn sie denn überhaupt funktionieren, zeigen sie signifikant reduzierte Haftwerte [19,45,51,54,74,83,100,101].

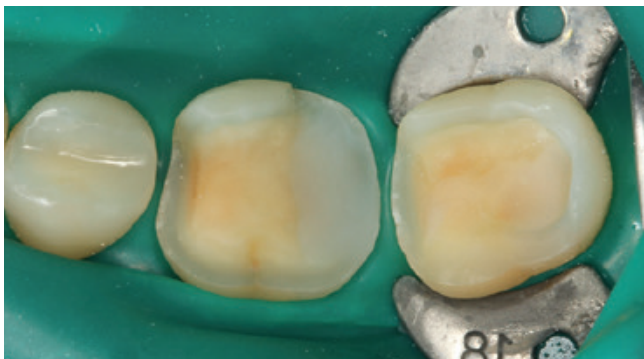
Weiter geht es am Zahn: Die Kontaminationskontrolle ist bei der adhäsiven Befestigung essenziell [84]. Das einfachste Tool – gerade bei adhäsiven Teilkronen – ist die Kofferdamisolierung. Die **Abbildung 2** zeigt den isolierten Arbeitsbereich nach Entfernung der Provisorien, der Reinigung der Klebeflächen mit Ultraschall und Bims-Paste (Zircate, Dentsply Sirona) sowie dem Abstrahlen der Kompositfläche an Zahn 46 mit 50 µm Aluminiumoxid (Rondoflex, KaVo). Die kurze, flügellose Molaren-Kofferdamklammer erleichtert den Zugang zum Approximalraum bei der Versäuerung mit Zahnseide. Da es sich in diesem Bereich um eine adhäsive Kavitätenbodenelevation mit Komposit [66] im Vorfeld der Präparation und nicht um eine adhäsive Aufbaufüllung handelt, kommt der suffizienten Vorbehandlung auch dieser Klebefläche eine entscheidende Bedeutung zu, um einen Haftverbund zwischen dem Komposit und dem adhäsiven Befestigungssystem zu gewährleisten.

Die Kavitätenbodenelevation wurde bereits 1993 von Krejci und Lutz erstmals publiziert [56], danach mehrfach in Fallbeispielen veröffentlicht [18,79,80] und kann nach der Veröffentlichung von inzwischen zahlreichen In-vitro-Studien [35,46,68,81,82,96,102] zu dem Thema als eine Behandlungsoption angesehen werden, bei tiefen approximalen Läsionen eine sichere adhäsive Anbindung an eine indirekte Restauration zu etablieren. Da *direkte* adhäsive Restaurationen im Gegensatz zu indirekten Inlay- und Teilkronenversorgungen auch sehr häufig gut ohne Kofferdamiso-

lierung, alleine durch die Isolierung mithilfe von Teilmatrizen, kontaminationsfrei gelegt werden können, geht man diesen Weg der Sub-Füllung oder der „betonierten Bodenplatte“, auf die später die indirekte Restauration adhäsiv verklebt wird. Da der Kavitätenrand der indirekten Restauration somit „angehoben“ wurde, kann eine suffiziente Kontaminationskontrolle bei der adhäsiven Befestigung ohne Probleme erfolgen. Eine „conditio sine qua non“ ist allerdings das beschriebene Abstrahlen der bereits gelegten Kompositfüllung mit dem  $Al_2O_3$ .

Im Anschluss erfolgte eine Schmelzätzung mit 35%igem Phosphorsäuregel für ca. 15 Sek. Selbstkonditionierende Systeme sind zwar in der Lage, einen mit Phosphorsäureätzung vergleichbaren Haftverbund und eine entsprechende Retentionsrate zu gewährleisten, zeigen doch aber signifikant mehr Randverfärbungen als bei einer separaten Phosphorsäurekonditionierung. Dies zeigt deutlich eine 13-Jahres-Studie zu Clearfil SE Bond der Leuener Arbeitsgruppe [76], in der im Split-Mouth-Test jeweils selbstkonditionierend versus selektiver Schmelzätzung untersucht worden war. Da Randverfärbungen sowohl vom Behandler als auch vom Patienten als ein unerwünschtes Ereignis an vollkeramischen Restaurationen bewertet werden, sollte das Risiko ihrer Entstehung so weit wie möglich reduziert werden. Die beste Möglichkeit hierzu ist nach wie vor die selektive Schmelzätzung.

Nach der Schmelzkonditionierung mit dem Phosphorsäuregel und dem ausreichenden Spülen für 15 Sek. ist für eine suffiziente volladhäsive Anbindung ein Benetzungsmittel, ein „Tooth Primer“ erforderlich. Der zu Visalys CemCore gehörende Visalys Tooth Primer ist ein selbstkonditionierender Einkomponenten-Primer, der keiner separaten Lichthärtung bedarf und somit die Ansprüche an die Selbsthärtung des Adhäsivs, die anschließend im Kontakt mit Visalys CemCore abläuft, erfüllt. Die **Abbildung 3** zeigt die Einwirkung des Visalys Tooth Primers auf die Präparationsflächen der beiden Zähne 46 und 47. Die Befestigung der Teilkronen erfolgte gleichzeitig mit Visalys CemCore in der Farbe Universal (A2/A3), das vorab direkt auf die Teilkronen und nicht in die Kavitäten appliziert wurde (**Abb. 4**). Obwohl eine „Tack Cure“-Technik-Option zur Verfügung steht, wurden die Überstände des Befestigungsmaterials mittels Modellierspatel, frischem Bondingpinsel und Zahnseide entfernt. Die im Vergleich zu herkömmlichen Befestigungskompositen etwas höhere Kon-



**Abb. 2:** Der isolierte Arbeitsbereich nach dem Abstrahlen der Kompositfläche an Zahn 46 mit 50 µm Aluminiumoxid.



**Abb. 3:** Einwirkung des Visalys Tooth Primers auf die Präparationsflächen der beiden Zähne 46 und 47.



**Abb. 4:** Befestigung der beiden Teilkronen erfolgte gleichzeitig mit Visalys CemCore in der Farbe Universal (A2/A3).



sistenz und bessere Standfestigkeit (kommt primär der Funktion als Stumpfaufbaukomposit zugute) erleichtert die Überschussentfernung immens, da das Material nicht so schnell unkontrolliert wegfließt. Es erfolgte eine initiale Härtung mittels eines Hochleistungs-LED-Polymerisationsgerätes. Zur Verhinderung der Sauerstoffinhibitionsschicht kann jedes herkömmliche Glyceringel verwendet werden. Alternativ kann die ebenfalls von Kettenbach angebotene Visalys CemCore Try In-Paste zur Anwendung kommen. Obwohl Visalys CemCore eine ausgezeichnete Selbsthärtung aufweist, erfolgte dennoch eine Lichthärtung unter Glyceringel für 20 Sek. pro Fläche. Die Überprüfung der statischen und dynamischen Okklusion darf erst nach Abschluss der Dunkelhärtung vorgenommen werden, damit die adhäsive Integration nicht gestört wird, wenn im Polymerisationsprozess durch Exkursionsbewegungen mechanisch auf die Klebefläche eingewirkt wird.

Die **Abbildung 5** zeigt das klinische Endergebnis bei einer Kontrolle nach 2 Monaten: Die beiden Lithiumdisilikat-Teilkronen fügen sich ästhetisch harmonisch in die umgebende Zahnhartsubstanz ein. Das Befestigungskomposit verbindet Zahnhartsubstanz und Restauration perfekt, zeigt keinerlei Verfärbungsten-

denz und lässt sich farblich weder von der Restauration noch von der Zahnhartsubstanz differenzieren. Klinisch zeigten sich keinerlei postoperative Beschwerden und eine hochzufriedene Patientin.



**Abb. 5:** Das klinische Endergebnis bei einer Kontrolle nach 2 Monaten: Die beiden Lithiumdisilikat-Teilkronen fügen sich ästhetisch harmonisch in die umgebende Zahnhartsubstanz ein.

### Fall 2: Befestigung einer monolithischen Vollzirkronkronen im Seitenzahnbereich

Im Seitenzahnbereich bietet sich monolithisches Multilayer-Vollzirkon an, welches inzwischen von einigen Herstellern nicht nur wie allgemein üblich in Ronden, sondern sogar auch in Blöcken angeboten wird. Im Falle der 52-jährigen Patientin musste eine randundichte Gold-Teilkronen an Zahn 46 erneuert werden. Um gegenüber der entfernten Goldrestauration keinen zusätzlichen vertikalen Substanzabtrag in Kauf zu nehmen und um die erforderliche Mindestschichtstärke für eine glasbasierte Keramik zu realisieren, fiel im vorliegenden Fall die Materialwahl auf ein monolithisches Multilayer-Vollzirkon (Zolid fx Multilayer, AmannGirrbach).

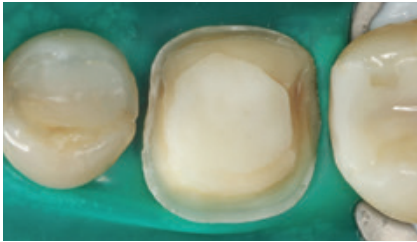
Bei der Verklebung von Vollzirkon lauern ähnlich wie bei der Glaskeramikbefestigung Fallstricke – wenn auch zum Teil andere: Bei der Reinigung des Werkstückes empfehlen sich entweder spezielle Reinigungspasten (z.B. Ivoclean) [72] oder ein nochmaliges Abstrahlen. Im Gegensatz zu Glaskeramiken darf bei Zirkonoxid keine Phosphorsäure auf die Klebefläche aufgebracht werden [50]. Das Abstrahlen mit  $Al_2O_3$  oder die tribochemische Silikatisierung (CoJet, 3M) sind essenziell, um einen irgend gearteten Haftverbund zu Zirkonoxid-Keramik zu etablieren [57]. Um alle verbliebenen  $Al_2O_3$ -Partikel zu entfernen, wird anschließend eine Reinigung im Ultraschallbad für 10 Min. empfohlen [71]. Ein tribochemisches Abstrahlen mit Silizium-beschichtetem  $Al_2O_3$ -Strahlgut in einer Korngröße von 30 bis 50  $\mu m$  mit einem Druck von 1 bis 2 bar (CoJet) ergibt nochmals bessere Haftwerte an Zirkonoxid als ein alleiniges Abstrahlen mit unbeschichtetem  $Al_2O_3$  [8,11]. Demzufolge empfehlen Inokoshi und van Meerbeek [49] dies auch als das optimale Vorgehen, wenn maximale Adhäsionskraft gefordert ist: Bei einer einfachen Krone wie im vorliegenden Fall ist jedoch das Abstrahlen mit  $Al_2O_3$  ausreichend.

Als nächster Schritt erfolgt die Applikation eines MDP/Silan-haltigen Universalprimers wie ihn auch der hier verwendete Visalys Restorative Primer von Kettenbach darstellt (**Abb. 6**) [49]. Es existiert genügend Evidenz aus der Literatur, die derartigen Universalprimern den besten verbundsteigernden Effekt zu Zirkonoxid bescheinigt [48,99]. Die **Abbildung 7** zeigt die bereits mit Kofferdam isolierte Klebefläche der Krone. Der Kompositaufbau wurde bereits mit  $Al_2O_3$  abgestrahlt. Nach gründlichem Abspülen mit Wasser erfolgte die Schmelzätzung für 15 Sek., deren gründliches Abspülen und die Applikation des Visalys Tooth Primers (Kettenbach; **Abb. 8**). Die **Abbildung 9** zeigt die mit Visalys CemCore in der Farbe Universal (A2/A3) vollverklebte monolithische Vollzirkronkronen an Zahn 46 bei einem weiteren ZE-Kontrolltermin 2 Wochen nach der Eingliederung.

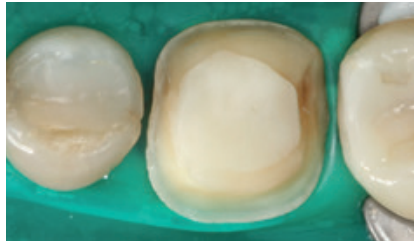
Da auch hier die bukkalen und lingualen Kronenränder noch im Schmelzbereich lagen und somit sehr gut zugänglich waren, erfolgte auch hier die Entfernung der Überstände an Befestigungsmaterial mit dem Modellierspatel, einem Bondingpinsel und Zahn-



**Abb. 6:** Einwirken des MDP/Silan-haltigen Kettenbach Visalys Restorative Primers auf der abgestrahlten Zirkonoxidkrone.



**Abb. 7:** Die bereits mit Kofferdam isolierte Klebefläche der Krone. Der Kompositaufbau wurde bereits mit  $Al_2O_3$  abgestrahlt.



**Abb. 8:** Einwirken des Visalys Tooth Primers.



**Abb. 9:** Die vollverklebte monolithische Vollzirkonkrone an Zahn 46 2 Wochen nach dem Eingliederungstermin.

seide. Dies ist aufgrund der hohen Standfestigkeit von Visalys CemCore besonders leicht möglich, da der Überschuss wie ein Kranz am Kronenrand verbleibt. Visalys CemCore verfügt über spezielle physikalische Netzwerkbildner, die zu einem thixotropen Verhalten führen: Bei Scherkräften, wie sie beim Platzieren der Krone auftreten, wird das Netzwerk reversibel gestört, sodass eine gute Fließfähigkeit resultiert. Am Kronenrand ist dieser Stress wieder aufgehoben und die Netzwerkbildner führen zu einer schnellen Wiederausbildung der Standfestigkeit, sodass Überschüsse nicht zerfließen.

Nach initialer Polymerisation wurde zur finalen Polymerisation der Randbereiche ein Glycerringel zur Verhinderung der Sauerstoffinhibitionsschicht aufgetragen und die Polymerisation abgeschlossen. Die Überprüfung der statischen und dynamischen Okklusion erfolgte erneut erst nach weitestgehendem Abschluss der Dunkelhärtung (5 Min.). Die volladhäsiv verklebte monolithische

Multilayer-Vollzirkonkrone liefert eine perfekte Ästhetik und ist optisch kaum von der im vorangegangenen Fall verwendeten Lithiumdisilikat-Teilkrone zu unterscheiden. Dank der suffizienten Verklebung und der perfekten Laborherstellung ohne störende okklusale Interferenzen ergaben sich keinerlei postoperative Beschwerden und ein sehr angenehmes Kaugefühl für die Patientin. Dieser bedeutende ästhetische Aspekt „pro Vollzirkon“ verdeutlicht allerdings die notwendige perfekte Kommunikation mit dem Labor: Der Behandler muss genau wissen, welche Art an Keramik er bestellt, und das Labor muss kenntlich machen, was es geliefert hat. Nur so ist die adäquate adhäsive Vorbehandlung zu gewährleisten, die eine suffiziente und langlebige Verklebung erst ermöglicht. Wenn auf dem Laborzettel nur „Keramikkrone“ steht, wird es schwierig: Ein hochtransluzentes Zirkonoxidmaterial lässt sich optisch kaum mehr von einer Lithiumdisilikatrestauration unterscheiden.

### Fall 3: Befestigung einer verblendeten Vollzirkonkrone im Frontzahnbereich

Die 32-jährige Patientin stellte sich mit einem komplett abgebrochenen, alio loco erstellten direkten Kompositaufbau an Zahn 22 vor (**Abb. 10 und 11**). Die beiden seitlichen Schneidezähne sind sehr kleine Zapfenzähne, deren ästhetische Verbreiterung vor einigen Jahren in direkter Technik vorgenommen worden war (**Abb. 12**). Aufgrund ihrer Press- und Knirschgewohnheiten mussten ihrer Angabe nach bereits mehrfach Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden. Die Vorpräparation ähnelte allerdings einer Veneerpräparation, sodass aufgrund der existierenden Vorpräparation und den erhöhten Anforderungen an die Stabilität im Beratungsgespräch eine indirekte Versorgungsform favorisiert wurde.

Direkte Frontzahnversorgungen mit Komposit funktionieren in der Regel hervorragend und sollten somit immer die 1. Wahl in der Überlegung alternativer Versorgungskonzepte darstellen. [6,31,37,55,58,59,62]. Es ist aber auch nicht zu unterschätzen, dass derartige Restaurationen sehr anspruchsvoll sein können [41,42]. Deswegen sind indirekte keramische Restaurationen – meist aus Glaskeramik – eine valide Alternative, wenn höchste ästhetische Ansprüche befriedigt werden müssen. [3,4,7,20,34,40,43,44,57,65,89,98]. Ergibt allerdings eine Vorpräparation eine Ausgangssituation, die präparationstechnisch kaum verändert werden muss, und müssen erhöhte Anforderungen an die Bruchfestigkeit gestellt werden, ist eine indirekte Restauration die 1. Wahl, da keine weitere invasive Präparation erforderlich und eine bessere Langzeitprognose gegeben ist. So fiel die Entscheidung zugunsten



**Abb. 10:** Vollständig abgebrochener, alio loco erstellter direkter Kompositaufbau an Zahn 22.



**Abb. 11:** Detailansicht der Ausgangssituation an Zahn 22.



**Abb. 12:** Beide seitlichen Schneidezähne sind sehr kleine Zapfenzähne, deren ästhetische Verbreiterung vor einigen Jahren in direkter Technik vorgenommen worden war.

einer labial verblendeten monolithischen Vollzirkonkrone (**Abb. 13 und 14**). Es wurde erwogen, Zahn 12, der mit einem vergleichbaren Kompositaufbau versorgt worden war, wie Zahn 22 mitzuversorgen. Da an dem Zahn 12 aber kein Akutereignis Berücksichtigung finden musste, verzichtete die Patientin auf diese zusätzliche Behandlungsoption. Bei der Formgestaltung wurde in Absprache mit der Patientin bewusst keine Rücksicht auf die jetzige Form von Zahn 12 genommen und eine symmetrische Versorgung bewusst ignoriert, um bei einer Neuversorgung von Zahn 12 in der Zukunft dann keine Formkompromisse eingehen zu müssen. Die Form der neugestalteten seitlichen Schneidezahnkrone orientierte sich somit ausschließlich an den Zähnen 21 und 23 und den gegebenen vertikalen Dimensionen.

Nach der Einprobe und der ästhetischen Akzeptanz der Restauration durch die Patientin erfolgte zunächst die Vorbehandlung der Krone: Sie wurde inzisal mit einem lichthärtenden, gummielastischen Provisoriummaterial (Clip, VOCO, Cuxhaven), das in einem Pinselhalter eingehbracht wurde, fixiert (**Abb. 15**). Dies erlaubt eine optimale Vorbehandlung, ohne die Krone in der Hand halten zu müssen. Zur besseren Visualisierung der abzustrahlenden Klebefläche und zur Kontrolle, ob alle Klebeflächen erreicht worden

sind, erfolgte die farbliche Markierung der abzustrahlenden Fläche mit einem Permanentmarker (**Abb. 16**, persönliche Empfehlung von Prof. Dr. M. Kern, Kiel). Ein Nachstrahlen mit CoJet ermöglichte im nächsten Schritt eine Reinigung der Oberfläche und eine tribochemische Silikatisierung (**Abb. 17**). Der MDP/Silan-haltige Visalys Restorative Primer wirkte im Anschluss 60 Sek. auf der Klebefläche ein (**Abb. 18**). Der verbliebene Überschuss und das Lösungsmittel wurden mit dem Luftbläser sorgfältig verblasen. Mit diesem Schritt war die Vorbehandlung der Krone abgeschlossen. Alle genannten Vorbehandlungsmaßnahmen erfolgten chairside.

Die **Abbildung 19** zeigt den bereits mit Kofferdam isolierten Zahn 22 nach der Reinigung der Oberfläche, die **Abbildung 20** die Phosphorsäurekonditionierung der gesamten Klebefläche (Schmelz- und Dentinareale ließen sich nur schwer voneinander optisch differenzieren). Da der Visalys Tooth Primer auf mit phosphorsäuregeätztem Dentin genauso effizient funktioniert wie in seiner originären, selbstkonditionierenden Primerfunktion, sollte im Zweifelsfall besser großräumiger mit dem Phosphorsäuregel geätzt werden. Die **Abbildung 21** zeigt den konditionierten Zahnstumpf aus inzisaler Sicht, die **Abbildung 22** von labial. Wie in



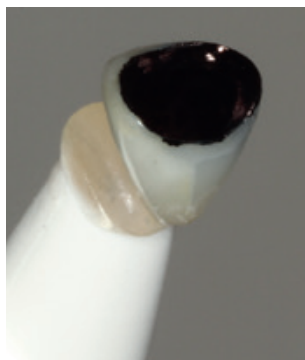
**Abb. 13:** Labial verblendete, monolithische Vollzirkonkrone. Ansicht auf dem Labormodell von labial.



**Abb. 14:** Labial verblendete, monolithische Vollzirkonkrone. Ansicht auf dem Labormodell von inzisal.



**Abb. 15:** Inzisale Befestigung der Krone an einem Pinselhalter mit einem lichthärtenden gummielastischen Provisoriummaterial.



**Abb. 16:** Farbliche Markierung der abzustrahlenden Fläche mit einem Permanentmarker.



**Abb. 17:** Tribochemisch silikatisierte Klebeoberfläche.



**Abb. 18:** Der MDP/Silan-haltige Visalys Restorative Primer wirkte im Anschluss 60 Sek. auf der Klebefläche ein.

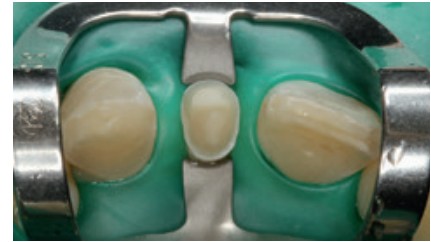




**Abb. 19:** Der mit Kofferdam isolierte Zahn 22 nach der Reinigung der Oberfläche.



**Abb. 20:** Phosphorsäurekonditionierung der gesamten Klebefläche.



**Abb. 21:** Der konditionierte Zahnstumpf aus inzisaler Sicht.



**Abb. 22:** Der konditionierte Zahnstumpf aus labialer Sicht.



**Abb. 23:** Einwirken des Visalys Tooth Primers für 20 Sek. (inzisale Ansicht).



**Abb. 24:** Einwirken des Visalys Tooth Primers für 20 Sek. (labiale Ansicht).

allen vorangegangenen Fällen erfolgte im nächsten Schritt die Applikation des Visalys Tooth Primers, dessen Einwirken für 20 Sek. (**Abb. 23 und 24**) und das Verblasen der Überstände bzw. die sorgfältige Evaporation des Lösungsmittels mit dem Luftbläser. Mit diesem Schritt war die Vorbehandlung des Zahnes abgeschlossen. Auch diese Krone wurde mit Visalys CemCore in der Farbe Universal (A2/A3) adhäsiv befestigt. Die vollständige Überschussentfernung erfolgte erneut mit einem sauberen Bondingpinsel (kein Microbrush) noch vor der Polymerisation (**Abb. 25**). Die **Abbildung 26** zeigt die versäuberte, eingeklebte verblendete Vollzirkonkrone noch unter Kofferdam, die **Abbildungen 27 und 28** das finale klinische Gesamtergebnis der sehr zufriedenen Patientin.



**Abb. 25:** Polymerisation von Visalys CemCore nach vollständiger Überschussentfernung.



**Abb. 26:** Die versäuberte, eingeklebte verblendete Vollzirkonkrone noch unter Kofferdam.



**Abb. 27:** En-face-Ansicht der fertiggestellten Neuversorgung an Zahn 22.



**Abb. 28:** Detailansicht des klinischen Gesamtergebnisses.

**Fall 4: Adhäsive Frontzahnversorgung mit verblendeten Vollzirkonkronen und Teilkronen.**

Bei der 55-jährigen Patientin bestand der Wunsch nach einer ästhetischen Neuversorgung ihrer Frontzahnsituation (**Abb. 29 und 30**). Die Zähne 11 und 22 waren wurzelkanalbehandelt, alle Schneidezähne wiesen ältere, große, farblich nicht mehr passende Kompositversorgungen auf. Die Neuversorgung wurde aufgrund der Stabilität und der besseren Abdeckung verfärbter Zahnbereiche aus einem monolithischen Zirkonmaterial gefertigt, die labial additiv verblendet wurden (**Abb. 31 und 32**).

Bedingt durch einen Unfall während der Tragezeit des Provisoriums brach das Provisorium an Zahn 11 im inzisalen Drittel samt dem darunter befindlichen, postendodontologischen Kompositaufbau ab. In der **Abbildung 33**, die die Situation bereits bei der Vorbereitung zur adhäsiven Eingliederung der Gesamtarbeit zeigt, ist der enorme inzisale Substanzverlust gut erkennbar: Erkennbar sind ebenfalls noch Reste des als Aufbaumaterial verwendeten Bulk-Flow-Komposits SDR Flow+ (Dentsply Sirona) in der Farbe U sowie etwas weiß-opaken Venus Diamond Flow Baserliners (Kulzer). Glücklicherweise war der Präparationsrand intakt; die Laborarbeit passte perfekt. Ein Problem bestand nun in der Auswahl des Befestigungsmaterials: Im Prinzip mussten hier gleichzeitig ein Stumpfaufbau und eine adhäsive Befestigung bewerkstelligt werden. Da alle herkömmlichen adhäsiven Befestigungsmaterialien nicht für die Indikation Stumpfaufbau freigegeben sind, schied diese große Gruppe an Befestigungsmaterialien aus. Die Befestigung mit einem adhäsiven Stumpfaufbaumaterial in Form eines „Post & Core“-Konzeptes wäre ein schlechter Kompromiss, da diese Materialien aufgrund ihrer schlechten Polierbarkeit normalerweise nicht dem direkten Kontakt zum Mundmilieu ausgesetzt werden sollten: Erhöhte Plaque-

anlagerung oder sogar Verfärbungen am Fügspalt wären ein Risiko, das man ungern eingehen würde.

Das einzige Material, das in diesem Fall gemäß den Vorgaben des Herstellers zur Anwendung infrage kommen würde, war erneut Visalys CemCore, da dieses Material sowohl für die adhäsive Befestigung als auch für einen adhäsiven Stumpfaufbau freigegeben ist. Der Zahnstumpf des Zahnes 11 wurde zusammen mit dem noch verbliebenen Aufbaukomposit mit 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> intraoral abgestrahlt (Rondoflex, Kavo). Die Nachbarzähne wurden mit 2 Frasacostreifen geschützt (**Abb. 33**). Im Anschluss erfolgte eine Schmelzätzung mit Phosphorsäuregel und erneut die Applikation des Visalys Tooth Primers – exakt nach Herstellerangaben. Die Vorbehandlung der bereits im Labor mit 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> abgestrahlten Zirkonoxidkrone geschah äquivalent zum vorangegangenen Fall: Fixierung an einem Pinselhalter mit Clip, Desinfektion, farbliche Markierung der Klebefläche mit einem Permanentmarker, Abstrahlen mit Cojet, Applikation, Einwirken und Verblasen des Visalys Restorative Primers. Die **Abbildung 34** zeigt die Polymerisation von Visalys CemCore (ebenfalls in der Farbe Universal [A2/A3]) nach vollständiger Überschussentfernung der Kleberreste. Da es Sinn macht, bei der Befestigung von Frontzahnrestorationen in einer Sitzung dasselbe Befestigungssystem zu verwenden, um keine ästhetischen Beeinträchtigungen durch unterschiedliche Farben oder Opazitäten zu riskieren, wurden die anderen 3 adhäsiven Teilkronen ebenfalls mit Visalys CemCore befestigt – allerdings jeweils einzeln, da die Kofferdammklammer nur jeweils eine Einfassung und Erreichbarkeit eines einzigen Zahnes erlaubt.

Die **Abbildungen 35 und 36** zeigen die eingesetzte Arbeit und das zufriedene neue Lächeln der Patientin. Leider konnte im vorliegenden Fall die äußerst dunkle Farbe des Zahnstumpfes von



**Abb. 29:** Von der Patientin als unästhetisch empfundene Frontzahnsituation.



**Abb. 30:** Detailsicht der Frontzähne aus rechts-lateralem Blickwinkel.



**Abb. 31:** Neuversorgung aus labial verblendetem, monolithischem Zirkonmaterial.



**Abb. 32:** Ansicht der Laborarbeit von inzisal: Kronenversorgung auf Zahn 11, Teilkronen auf den Zähnen 12, 21 und 22.



**Abb. 33:** Reste des Aufbaumaterials in Zahn 11 nach unfallbedingter Fraktur des Provisoriums samt Aufbau.



**Abb. 34:** Polymerisation von Visalys CemCore (ebenfalls in der Farbe A2/Universal) nach vollständiger Überschussentfernung der Kleberreste an Zahn 11.

Zahn 22 nicht komplett kaschiert werden. Die Verwendung einer bei Visalys Cem-Core ebenfalls zu Verfügung stehenden, sehr opaken Variante des Materials wurde kurzzeitig erwogen, dann allerdings wiederum verworfen, weil die doch sehr hohe Opazität die Gesamtästhetik vielleicht eher negativ beeinträchtigen könnte. Ein Beispiel zur Verwendung dieses opaken Befestigungs- und Aufbaumaterials zeigt später der letzte Fall dieses Beitrags.



**Abb. 35:** Die eingesetzte Arbeit aus labial diskret verblendetem Vollzirkon.



**Abb. 36:** Das zufriedene neue Lächeln der Patientin.

### Fall 5: Adhäsive Befestigung von 2 einflügeligen Klebebrücken

Die adhäsive Befestigung von Klebebrücken stellt die Königsdisziplin der Adhäsivtechnik dar: Nirgendwo sonst wird ein adhäsiver Verbund derart stark belastet. Demzufolge trauen sich doch nur recht wenige Kolleginnen und Kollegen an diese Versorgungsform, obwohl sie – bei Beachtung aller Voraussetzungen zur suffizienten Verklebung – sehr schöne Langzeitergebnisse und eine sehr hohe Patientenzufriedenheit ergeben können [23,26].

Selbst die aktuelle S3-Leitlinie zu vollkeramischen Restaurationen [67] beschreibt, dass vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich bei der richtigen Indikation als Therapieoption angesehen werden sollen. Grundlage für diese Empfehlung sind die Studien zu einflügeligen Adhäsivbrücken, die nach 10 Jahren Beobachtungszeitraum bei verblendeter Aluminiumoxidkeramik eine Überlebensrate von 94% [52] und bei verblendeter Zirkonoxidkeramik nach 5 Jahren eine Überlebensrate von 100% dokumentieren konnten [85,86]. Einflügelige vollkeramische Adhäsivbrücken sind somit den klassischen „Maryland-Brücken“, den metallbasierten, zweiflügeligen Adhäsivbrücken, überlegen [13,77]. Erst nach Veröffentlichung der aktuellen S-Leitlinie erschienen die 10-Jahres-Ergebnisse der Studie [53]: Nach 10 Jahren ergab sich bei den 108 eingesetzten einflügeligen Klebebrücken auf Zirkonoxidbasis eine Überlebensrate von 98,2% und eine Erfolgsrate von 92%. Die geringere „Erfolgsquote“ erklärt sich daraus, dass sich 6 Klebebrücken lösten, diese aber alle erfolgreich wiederbefestigt werden konnten. Ledig-

lich eine wurde auf Wunsch des Patienten entfernt. Eine derartig sensationelle Überlebensrate findet man schwer bei konventionellen Brücken.

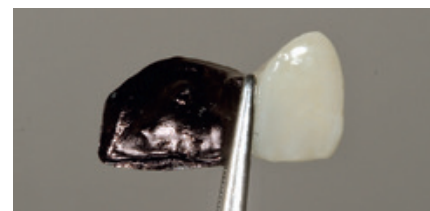
Somit stellen die einflügeligen Adhäsivbrücken eine valide Alternative zur implantatprothetischen Versorgung dar und sind eindeutig die 1. Wahl, wenn es für eine Implantation viel zu früh ist, wie im folgenden Fall eines 14-jährigen Jugendlichen (**Abb. 37**). Bei ihm lag eine Nichtanlage der seitlichen Schneidezähne vor. Aufgrund der breiten Kieferbasis entschied sich die behandelnde Fachärztin für Kieferorthopädie, Fr. Dr. Christine Nauth, zu einer Lückenöffnung und nicht für einen kieferorthopädischen Lückenschluss. Nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung erfolgte die minimalinvasive Präparation der beiden mittleren Schneidezähne zur Versorgung mit den Adhäsivflügeln [87]. Als Gerüstmaterial kam ein hochfestes Zirkonoxidmaterial zur Anwendung, das dann im Bereich der seitlichen Schneidezähne verblendet wurde (**Abb. 38**). Auch hier kamen die Werkstücke bereits mit 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> abgestrahlt aus dem Labor. Nach Einprobe und Reinigung erfolgte die farbliche Markierung der Klebeflügel zum Abstrahlen mit CoJet (**Abb. 39**). Durch die Entfernung der Farbe war eine hervorragende Kontrollmöglichkeit gegeben, ob die gesamte Klebefläche suffizient abgestrahlt worden war (**Abb. 40**). Die **Abbildung 41** zeigt einen der abgestrahlten Klebeflügel, die **Abbildung 42** die Applikation des Visalys Restorative Primers und die **Abbildung 43** die mit dem Visalys Restorative Primer benetzte Klebefläche nach Evaporation des Lösungsmittels.



**Abb. 37:** Nichtanlage der beiden seitlichen Schneidezähne bei einem 14-jährigen Jugendlichen.



**Abb. 38:** Einflügelige Klebebrücken zum Ersatz der Zähne 12 und 22. Die Klebeflügel werden jeweils an den mittleren Schneidezähnen befestigt.



**Abb. 39:** Farbliche Markierung der Klebeflügel vor dem Abstrahlen.



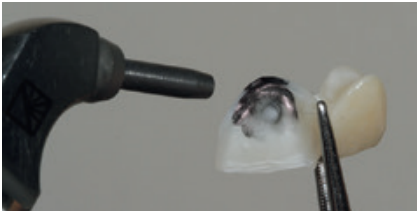


Abb. 40: Chairside Abstrahlen mit CoJet.

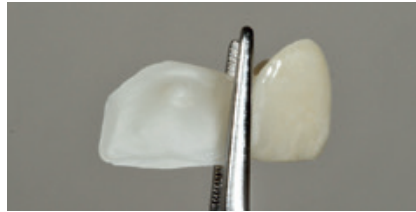


Abb. 41: Einer der beiden abgestrahlten Klebeflügel.

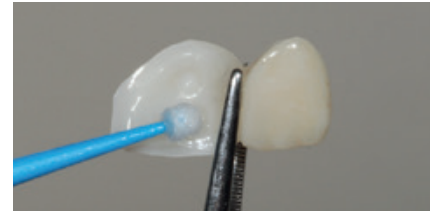


Abb. 42: Applikation des Visalys Restorative Primers.



Abb. 43: Die mit dem Visalys Restorative Primer benetzte Klebefläche nach Evaporation des Lösungsmittels.



Abb. 44: Gruppenkofferdammisolation der Klebeflächen. Ansicht von inzisal. Zahn 11 ist mit einem Stück Teflonband geschützt.



Abb. 45: Isolierte Arbeitsfläche in Ansicht von labial.

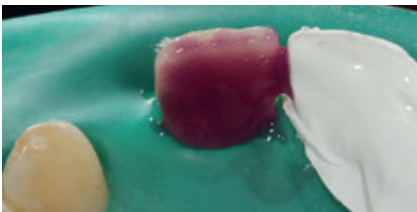


Abb. 46: Phosphorsäurekonditionierung der gesamten Klebefläche an Zahn 21.



Abb. 47: Die geätzte Zahnstruktur der Palatinalfläche des Zahnes 21.



Abb. 48: Einwirken des Visalys Tooth Primers für 20 Sekunden.



Abb. 49: Die komplett zur Verklebung vorbehandelte Fläche des Zahnes.



Abb. 50: Das Befestigungskomposit Visalys CemCore wurde direkt auf den Klebeflügel aufgebracht.



Abb. 51: En-face-Ansicht der Versorgung mit adhäsiven, einflügeligen Klebebrücken zum Ersatz der beiden seitlichen Schneidezähne.

Die zu versorgenden Zähne wurden mit Kofferdam isoliert und gereinigt. Der Gruppenkofferdam konnte an den 1. Prämolaren mit Prämolarenklammern und an den zu beklebenden Zähnen mit Zahnseideligaturen sehr gut übersichtlich fixiert werden (**Abb. 44 und 45**). Am Nachbarzahn ist dessen Isolierung mit einem Stück Teflonband zu erkennen. Nach Reinigung der Klebefläche am Zahn durch ein Abstrahlen mit  $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$  (Rondoflex) erfolgte die Phosphorsäurekonditionierung der gesamten Klebefläche (hier an Zahn 21, **Abb. 46**). Die Verklebung der beiden einflügeligen Adhäsivbrücken erfolgte nicht gleichzeitig, sondern nacheinander. Die **Abbildung 47** zeigt die geätzte Zahnstruktur der Palatinalfläche des Zahnes 21, die **Abbildung 48** das Einwirken des

Visalys Tooth Primers für 20 Sek. und die **Abbildung 49** die komplett zur Verklebung vorbehandelte Fläche des Zahnes. Das Befestigungskomposit Visalys CemCore wurde direkt auf den Klebeflügel aufgebracht (**Abb. 50**). Bis zur vollständigen Überschussentfernung mit frischen Bondingpinseln und der initialen Polymerisation musste die Klebebrücke mit den Fingern fixiert werden. Alternativ kann ein laborseits erstellter Einsetzschlüssel die Erreichbarkeit der Klebeflächen und somit die Versäuberung erleichtern. Die **Abbildungen 51 bis 53** zeigen die fertiggestellte Versorgung des 14-Jährigen, der überglücklich ist, nun wieder Zähne zu haben und sich nicht mehr mit herausnehmbaren Platten rumärgern zu müssen.





Abb. 52: Inzisalansicht der fertigen Versorgung.



Abb. 53: Der jugendliche Patient freut sich über seine neuen Zähne.

### Fall 6: Adhäsiver Stumpfaufbau mit zeitgleicher Verklebung eines Glasfaserstiftes

Einer der Hauptindikationsbereiche von Visalys CemCore wurde bislang noch nicht vorgestellt: die Verwendung als Stumpfaufbaukomposit und zur Verklebung von Glasfaserstiften. Dies zeigt der letzte Fall einer 57-jährigen Patientin, bei der an Zahn 26 eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt werden musste. Falls sich der Endodontologe zum Setzen eines Glasfaserstiftes entscheidet, sollte dieser unmittelbar nach der Wurzelfüllung eingebracht werden, um eine erneute Eröffnung des Kanalsystems, die Risiken einer weiteren provisorischen Versorgung und eine sekundäre Stiftpräparation zu vermeiden.

Die **Abbildung 54** zeigt das Kanalsystem unmittelbar vor der Wurzelkanalfüllung, die **Abbildung 55** nach der vertikalen Kondensation des Wurzelfüllmaterials. Um eine weitere Schwächung des Wurzeldentins zu vermeiden, favorisieren wir eine passive Stiftinsertion ohne weitere Stiftbettpräparation. Auch bzw. insbesondere, wenn ein Zahn mit einem Stift-Stumpf-Aufbau versehen werden soll, sollte ein zusätzlicher Hartgewebsverlust möglichst vermieden werden, der die Prognose des Zahnes zusätzlich verschlechtern würde [17,33,88,93]. Die Schlussfolgerung aus den angeführten Studien ist, auf eine Stiftbohrung zu verzichten, wenn ein Wurzelkanal im koronalen Drittel weit und gerade genug ist, um einen Stift aufnehmen zu können. Dies gilt insbesondere für Seitenzähne, die eher einer axialen Belastung ausgesetzt sind, und ist nur möglich, wenn der Stift unmittelbar nach der Wurzelkanalfüllung eingebracht wird.

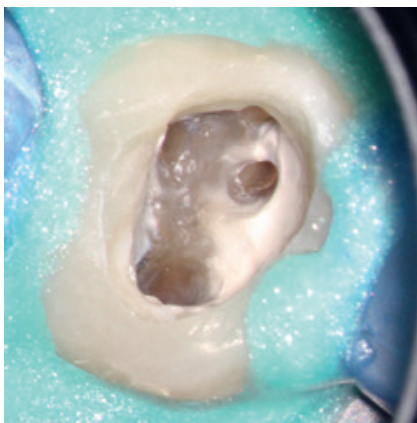


Abb. 54: Kanalsystem in Zahn 26 unmittelbar vor der Wurzelkanalfüllung. Ansicht durch das OP-Mikroskop Zeiss Pro Ergo.

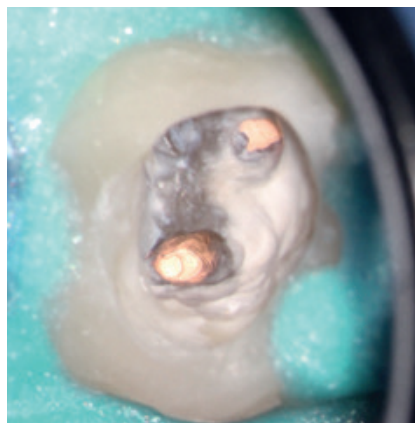
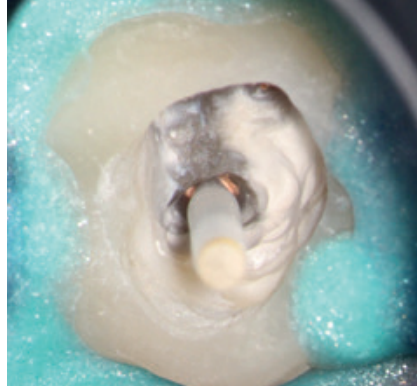


Abb. 55: Klinische Situation nach der vertikalen Kondensation des Wurzelfüllmaterials.

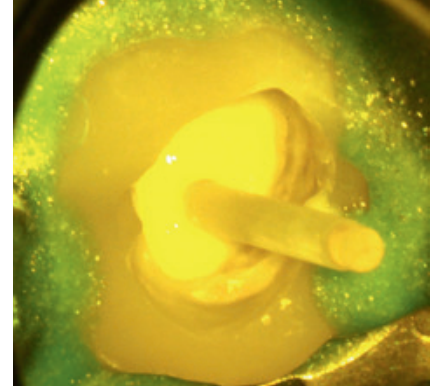
Bei der Verklebung eines Stiftes in einen aufbereiteten, aber nicht mit einem Stiftbohrer bearbeiteten Wurzelkanal ergibt sich allerdings eher eine Spielpassung als im Falle einer formkongruenten Passung eines passend präparierten Stiftbetts. Die vermeintlich schlechtere Passung geht also in erster Linie mit einer vergrößerten Klebefuge einher. Es konnte allerdings nachgewiesen werden, dass sich bei adhäsiver Befestigung auch bei erheblichen Diskrepanzen zwischen der Größe des Stiftes und der des Wurzelkanals keine signifikanten Unterschiede in der Stärke des adhäsiven Verbundes ergeben [70,75].

Der Wurzelkanal entspricht im Prinzip einer sehr tiefen Klasse-I-Kavität. Der C-Faktor (Configuration Factor) wurde 1987 zum 1. Mal im Zusammenhang mit Kompositrestaurationen beschrieben [32] und verdeutlicht das Verhältnis von gebundener zu freier Oberfläche. Im Wurzelkanal kann dieser Wert dann auf 200 ansteigen [15], was zu unkontrollierbaren Polymerisationsschrumpfkräften führen kann. Es existiert allerdings eine Studie, die beschreibt, dass das Volumen der Klebefuge keinen Effekt hat [2]. Die resultierenden Polymerisationsschrumpfkräfte können sehr leicht die Haftkräfte zum Wurzeldentin übersteigen – ein Abriss und ein Debonding wären die Folge [75,92]. Aus diesem Grund ist es bedeutsam, einen optimalen adhäsiven Verbund zu etablieren, was über den Visalys Tooth Primer erzielt wird, und dass das Befestigungs- bzw. Stumpfaufbaukomposit, mit dem der Stift verklebt wird, eine möglichst geringe Polymerisationsschrumpfkraft aufweist, was bei Visalys CemCore der Fall ist.

Die **Abbildung 56** zeigt die Einprobe eines Glasfaserstiftes (EasyPost, Dentsply Sirona). Nach Vorbehandlung des Stiftes mit dem Visalys Restorative Primer und nach Reinigung des Kanalsystems mit AH Cleanser (Dentsply Sirona) sowie der Applikation des Visalys Tooth Primers im Zahn erfolgte die zeitgleiche Verklebung des Glasfaserstiftes mit Visalys CemCore (diesmal in der opaken Variante) und dem internen Aufbau des gesamten Zahnes. Die **Abbildungen 57 bis 59** zeigen das 2-schichtige Einbringen von Visalys CemCore Opaque nach einer Zwischenhärtung des 1. Inkrements für 40 Sek., die **Abbildung 60** die Röntgenkontrolle der Wurzelfüllung und des Stumpfaufbaus. Der okklusale Anteil der Kavität wurde wenige Minuten später von einem Kollegen okklusal reduziert und mit einem klassischen lichthärtenden Komposit definitiv versorgt.



**Abb. 56:** Einprobe eines Glasfaserstiftes (EasyPost, Dentsply Sirona).



**Abb. 57:** Verklebung des Stiftes mit Visalys CemCore Opaque unter Einschwenkung des Gelbfilters des Mikroskops.



**Abb. 58:** 1. Schicht Visalys CemCore Opaque nach der Polymerisation ohne Gelbfilter.



**Abb. 59:** Fertig aufgefüllte Kavität.



**Abb. 60:** Röntgenkontrolle der Wurzelkanalfüllung und des blasenfrei applizierten Stumpfaufbaus an Zahn 26.

### Fazit

Die vorgestellten Fälle zeigen das beeindruckende Potenzial von Visalys CemCore für eine enorme Bandbreite an Indikationen: die adhäsive Befestigung von Glaskeramiken als auch von Zirkonoxid im Seitenzahnbereich, die Verwendung zur adhäsiven Befestigung ästhetisch anspruchsvoller Arbeiten im Frontzahnbereich – ob als Einzelkrone oder im Verbund mit adhäsiven Teilkronen. Selbst die Königsdisziplin der Klebung, die Befestigung von Klebebrücken, ist problemlos möglich. Als Nebenindikation kommen noch der adhäsive Stumpfaufbau und der Einsatz bei der Verklebung von Glasfaserstiften hinzu – eine Indikation, für die normalerweise ein separates adhäsives Stumpfaufbaukomposit bevorratet werden muss. Somit kann das erforderliche Produktportfolio für dual- und dunkelhärtende Komposite drastisch reduziert werden: eine nicht zu unterschätzende Vereinfachung der Bevorratung in der Praxis und somit ein wesentliches Tool zum Qualitätsmanagement und zur Effizienzsteigerung in der Lagerhaltung. ■

### Literaturverzeichnis unter [www.zmk.aktuell.de/literaturlisten](http://www.zmk.aktuell.de/literaturlisten)

Autoren: Prof. Dr. Claus-Peter Ernst, Dr. Andreas Sebus, Dr. Christine Nauth, Dr. Helga Schaffner

Bilder Fall 1-5: © Prof. Dr. C-P Ernst  
Fall 6: © Dr. A. Sebus



**Prof. Dr. Claus-Peter Ernst**  
zahnärztliche Praxisklinik medi+  
Haifa-Allee 20, 55128 Mainz  
Tel.: 06131 4908080  
Ernst@mediplusmainz.de

## Literaturverzeichnis

1. Aboushelib MN, Sleem D. Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives. *J Adhes Dent* 2014; 16: 547-552.
2. Aksornmuang J, Nakajima M, Senawongse P, Tagami J. Effects of C-factor and resin volume on the bonding to root canal with and without fibre post insertion. *J Dent*. 2011; 39: 422-429.
3. Aristidis GA, Dimitra B. Five-year clinical performance of porcelain laminate veneers. *Quintessence Int* 2002; 33: 185-189.
4. Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. *Oper Dent* 2009; 34: 516-523.
5. Asmussen E, Peutzfeld A. Short- and long-term bonding efficacy of a self-etching, one-step adhesive. *J Adhes Dent* 2003; 5: 41-45.
6. Báez Rosales A, De Nordenflycht Carvacho D, Schlieper Cacciuto R, Gajardo Guineo M, Gandarillas Fuentes C. Conservative Approach for the Esthetic Management of Multiple Interdental Spaces: A Systematic Approach. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27: 344-354.
7. Barghi N, McAlister E. Porcelain for Veneers. *J Esth Dent* 1998; 10, 191-197.
8. Bavbek NC, Roulet JF, Özcan M. Evaluation of microshear bond strength of orthodontic resin cement to monolithic zirconium oxide as a function of surface conditioning method. *J Adhes Dent* 2014; 16: 473-480.
9. Bitter K, Schubert A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G, Rüttermann S. Are self-adhesive resin cements suitable as core build-up materials? Analyses of maximum load capability, margin integrity, and physical properties. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1337-1345.
10. Bock T, Özcan M. Protocol for Removal of Clinically Relevant Contaminants from Glass Ceramic-based Restorations. *J Adhes Dent* 2015; 17: 474-475.
11. Bömicke W, Schürz A, Krisam J, Rammelsberg P, Rues S. Durability of Resin-Zirconia Bonds Produced Using Methods Available in Dental Practice. *J Adhes Dent* 2016; 18: 17-27.
12. Bömicke W, Rammelsberg P, Krisam J, Rues S. The Effects of Surface Conditioning and Aging on the Bond Strength Between Composite Cement and Zirconia reinforced Lithium-Silicate Glass-Ceramics. *J Adhes Dent* 2019; 21: 567-576.
13. Botelho MG, Chan AW, Leung NC, Lam WY. Long-term evaluation of cantilevered versus fixed-fixed resin-bonded fixed partial dentures for missing maxillary incisors. *Journal of Dentistry* 2016; 45: 59-66.
14. Bottino MA, Snellaert A, Bergoli CD, Özcan M, Bottino MC, Valandro LF. Effect of ceramic etching protocols on resin bond strength to a feldspar ceramic. *Oper Dent* 2015; 40: 40-46.
15. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003; 19: 199-205.
16. Castellanos M, Delgado AJ, Sinhorette MAC, de Oliveira DCRS, Abdulham N, Geraldini S, Roulet JF. Effect of Thickness of Ceramic Veneers on Color Stability and Bond Strength of Resin Luting Cements Containing Alternative Photoinitiators. *J Adhes Dent*. 2019; 21:67-76.
17. Cecchin D, Farina AP, Guerreiro CA, Carlini-Júnior B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. *J Oral Rehabil* 2010; 37: 116-122.
18. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10: 47-54.
19. Dimitriadí M, Panagiotopoulou A, Pelecanou M, Yannakopoulou K, Eliades G. Stability and reactivity of - PMTS silane in some commercial primer and adhesive formulations. *Dent Mater* 2018; 34: 1089-1101.
20. Edelhoft D, Prandtner O, Saedi Pour R, Liebermann A, Stimmelmayer M, Güth JF. Frontzahnrestaurationen: Leistungsfähigkeit von Keramikveneers. *Wissen Kompakt* 2019; 13 (3): 115-1278.
21. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. Light Transmission of Novel CAD/CAM Materials and Their Influence on the Degree of Conversion of a Dualcuring Resin Cement. *J Adhes Dent* 2017; 19: 39-48.
22. Ernst CP. Die einfache adhäsive Befestigung einer Lithiumdisilikat-Teilkrone. *ZMK* 2012; 28: 244-251.
23. Ernst CP. Mut zur Klebung: die einflügelige Adhäsivbrücke. *ZMK* 2013; 29: 98-107.
24. Ernst CP. Chairside CAD / CAM-Neuversorgung mit ZLS-Keramik. *ZMK* 2014; 30: 304-310.
25. Ernst CP. Keramikteilkronen als Versorgungsoption von Zähnen mit Infraktionen. All ceramic partial crowns as a treatment option for cracked, but symptomless teeth. *Deutsche Zahnärztl Z* 2015; 70: 165-173.
26. Ernst CP, Schaffner H, Nauth C. Vom Exoten zum „State of the Art“: einflügelige Klebebrücken. *ZMK* 2016; 32: 650-664.
27. Ernst CP. Glaskeramik vorbehandeln ohne Flußsäure? *Dental Magazin* 2016; 34: 86-90.
28. Ernst CP. „Innovatives Konzept zur adhäsiven Befestigung am Beispiel zweier IPS e.max-Kronen. *ZMK* 2015; 31: 833-839.
29. Ernst CP. Die korrekte Vorbehandlung indirekter Restaurationen zur adhäsiven Befestigung. *ZMK* 2017; 33: 98-110.
30. Ernst CP. Selbstkonditionierender Keramikprimer. Eine erste Metaanalyse zu Monobond Etch&Prime *ZMK* 2018; 34: 864-873.
31. Ernst CP. Direkte Frontzahnrestaurationen aus Komposit -aktuelle Studienlage und Fallbeispiele. *ZMK* 2017; 33: 2-8.
32. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987; 66: 1636-1639.
33. Ferrari M, Sorrentino R, Juloski J, Grandini S, Carrabba M, Discepoli N, Ferrari Cagidiaco E. Post-Retained Single Crowns versus Fixed Dental Prostheses: A 7-Year Prospective Clinical Study *J Dent Res* 2017; 96: 1490-1497.
34. Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation – a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25:9-17.
35. Frankenberger R, Hehn J, Hajto N, Krämer N, Naumann M, Koch A, Roggendorf MJ. Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 177-183.
36. Frankenberger R, Hartmann VE, Krech M, Krämer N, Reich S, Braun A, Roggendorf. Adhesive luting of new CAD/CAM materials. *Int J Comput Dent* 2015; 18: 9-20.
37. Frese C, Schiller P, Staehle HJ, Wolff D. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a 5-year follow-up. *J Dent* 2013; 41: 979-985.
38. Giraldo TC, Villada VR, Castillo MP, Gomes OM, Bittencourt BF, Dominguez JA. Active and Passive Application of the Phosphoric Acid on the Bond Strength of Lithium Disilicate. *Braz Dent J* 2016; 27: 90-94.
39. Guarda GB, Correr AB, Gonçalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhorette MA, Correr-Sobrinho L. Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent* 2013; 38: 208-217.
40. Hajto J. Veneers Materialien und Methoden im Vergleich. *Teamwork* 2000; 3: 195-202.
41. Hajto J. Freud und Leid mit direktem Komposit. Teil 1: Adhäsive, Indikationsstellung und Chamäleoneneffekt. *Teamwork* 2006; 9: 50063.
42. Hajto J. Freud und Leid mit direktem Komposit. Teil 2: Schichttechnik, Versorgung multipler Füllungen im Frontzahnbereich. *Teamwork* 2006; 9: 86-97.
43. Hajto J. Frontzahnrestaurationen: Sind Keramikveneers die beste Wahl? *Quintessenz* 2010; 61: 521-528
44. Hajto J. Veneers – eine wertvolle Ergänzung für jede Praxis. *Cosmetic Dentistry* 2018; 16: 18-21.
45. Haller B, Merz A. Standortbestimmung Universaladhäsive Teil 2. Der Einfluss der Kompositärhaltung und die Haftung an Werkstücken *zm* 2017; 107 (6), 76-82.
46. Ilgenstein I, Zitzmann NU, Bühler J, Wegehaupt FJ, Attin T, Weiger R, Krastl G. Influence of proximal box elevation on the marginal quality and fracture behavior of root-filled molars restored with CAD/CAM ceramic or composite onlays. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 1021-1028.
47. Inokoshi M, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *J Dent Res* 2014; 93: 329-334.
48. Inokoshi M, Poitevin A, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 1803-1812.
49. Inokoshi M, Van Meerbeek B. Adhesively luted zirconia restorations: why and how? *J Adhes Dent* 2014;16: 294.
50. Ishii R, Tsujimoto A, Takamizawa T, Tsubota K, Suzuki T, Shimamura Y, Miyazaki M. Influence of surface treatment of contaminated zirconia on surface free energy and resin cement bonding. *Dent Mater J* 2015; 34: 91-97.
51. Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength. *Oper Dent* 2015; 40: 372-378.
52. Kern M, Sasse M. Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. *J Adhes Dent* 2011;13: 407-410.
53. Kern M, Pasia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent* 2017; 65: 521-555.
54. Kim RJ, Woo JS, Lee IB, Yi YA, Hwang JY, Seo DG. Performance of universal adhesives on bonding to leucite-reinforced ceramic. *Biomater Res* 2015 22; 19: 11.
55. Klaber B. Alles noninvasiv – Zahnformveränderung, Lückenschluss, Reduktion schwarzer Dreiecke. *zm* 2006; 96: 52-59.
56. Krejci I, Lutz F, Reimer M. Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. *J Dent* 1993; 21: 39-46.



57. Kunzelmann KH, Kern M. Das Keramik Veneer. Substanzschonend und ästhetisch. Dental Magazin 2005; 4: 36–41.
58. Lenhard M. Diastemaschluss mit Kompositrestaurationen. Eur J Esthet Dent 2008; 3: 282–292.
59. Lenhard M. Ästhetische Frontzahnrestaurationen mit Komposit. Quintessenz 2004; 55: 961–976.
60. Lambade DP, Gundawar SM, Radke UM. Evaluation of adhesive bonding of lithium disilicate ceramic material with dual cured resin luting agents. J Clin Diagn Res 2015; 9: ZC01-5.
61. Lise D, Perdigão J, Van Ende A, Zidan O, Lopes G. Microshear Bond Strength of Resin Cements to Lithium Disilicate Substrates as a Function of Surface Preparation. Oper Dent 2015; 40: 524–532.
62. Lührs AK. Diastemaschluss mittels direkter Technik im Frontzahnbereich. Deutsch Zahnärztl Z 2011; 66: 628–635.
63. Lührs AK, Pongprueksa P, De Munck J, Geurtsen W, Van Meerbeek B. Curing mode affects bond strength of adhesively luted composite CAD/CAM restorations to dentin. Dent Mater 2014; 30: 281–291.
64. Lührs AK, De Munck J, Geurtsen W, Van Meerbeek B. Composite cements benefit from light-curing. Dent Mater 2014; 30: 292–301.
65. Magne P, Douglas, W.H.: Additive Contour of Porcelain Veneers: A Key Element in Enamel Preservation, Adhesion, and Esthetics for Aging Dentition. J Adhesive Dent 1999; 1, 81092.
66. Magne P, Spreafico RC. Deep Margin Elevation: A Paradigm Shift. Am J Esthet Dent 2012; 2: 86-96. Reiner A. "margin elevation technique". zm 2013; 103: 44–46.
67. Meyer G, Ahsbahs S, Kern M (2015). Vollkeramische Kronen und Brücken – 53- Leitlinie (AWMF-Registernummer 083-012). <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-012.html>.
68. Müller V, Friedl KH, Hahnel S, Handel G, Lang R. Influence of proximal box elevation technique on marginal integrity of adhesively luted Cerec inlays. Clin Oral Investig 2017; 21: 607–612.
69. Neto DS, Naves LZ, Costa AR, Correr AB, Consani S, Borges GA, Correr-Sobrinho L. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on the Bond Strength and Morphology of the Surface and Interface of Glass Ceramics to a Resin Cement. Oper Dent 2015; 40: 470–479.
70. Nova V, Karygianni L, Altenburger MJ, Wolkewitz M, Kielbassa AM, Wrbs KT. Pull-out bond strength of a fibre-reinforced composite post system luted with self-adhesive resin cements. J Dent 2013; 41: 1020–1026.
71. Özcan M. Air abrasion of zirconia resin-bonded fixed dental prostheses prior to adhesive cementation: why and how? J Adhes Dent 2013; 15: 394.
72. Özcan M, Bock T. Protocol for Removal of Clinically Relevant Contaminants from Zirconium Dioxide Fixed Dental Prostheses. J Adhes Dent 2015; 17: 576–577.
73. Özcan M, Volpato CAM. Surface Conditioning and Bonding Protocol for Polymer-infiltrated Ceramic: How and Why? J Adhes Dent 2016; 18: 174-175.
74. 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.
75. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. J Prosthodont 2007; 16: 154–164.
76. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Thirteen-year randomized controlled clinical trial of a two-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. Dent Mater 2015; 31: 308–314.
77. Pietursson BE, Tan WC, Tan K, Brägger U, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res 2008; 19: 131–141.
78. Politano G, Van Meerbeek B, Peumans M. Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations. J Adhes Dent 2018; 20: 495–510.
79. Rocca GT, Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth: from cavity preparation to provisionalization. Quintessence Int 2007; 38: 371–379.
80. Rocca GT, Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth: the luting appointment. Quintessence Int 2007; 38: 543–553.
81. Rocca GT, Gregor L, Sandoval MJ, Krejci I, Dietschi D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases and interface treatments. „Post-fatigue adaptation of indirect composite restorations“. Clin Oral Investig 2012; 16: 1385–1393.
82. Roggendorf MJ, Krämer N, Dippold C, Vosen VE, Naumann M, Jablonski-Momeni A, Frankenberger R. Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. J Dent 2012; 40: 1068–1073.
83. Romanini-Junior JC, Kumagai RY, Ortega LF, Rodrigues JA, Cassoni A, Hirata R, Reis AF. Adhesive/silane application effects on bond strength durability to a lithium disilicate ceramic. J Esthet Restor Dent 2018; 30: 346–351.
84. Roulet JF. Reasonable Adhesion. J Adhes Dent 2010; 12: 255.
85. Sasse M, Kern M. CAD/CAM single retainer zirconia-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: clinical outcome after 5 years. Int J Comput Dent 2013; 16: 109–118.
86. Sasse M, Kern M. Survival of anterior cantilevered all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses made from zirconia ceramic. J Dent 2014; 42: 660–663.
87. Sasse M, Kern M. All-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: Treatment planning, clinical procedures, and outcome. Quintessence International 2014; 45: 291–297.
88. Schroeder AA, Ford NL, Coil JM. Micro-computed tomography analysis of post space preparation in root canals filled with carrier-based thermoplasticized gutta-percha. Int Endod J 2017; 50: 293–302.
89. Sidharta JJ. Veneer-System: Ästhetische Korrekturen minimalinvasiv durchführen ZMK 2014; 30: 672–673.
90. Song M, Shin Y, Park JW, Roh BD. A study on the compatibility between one-bottle dentin adhesives and composite resins using micro-shear bond strength. Restor Dent Endod. 2015; 40: 30–36.
91. Sterzenbach G, Karajouli G, Tunjan R, Spintig T, Bitter K, Naumann M. Damage of lithium-disilicate all-ceramic restorations by an experimental self-adhesive resin cement used as core build-ups. Clin Oral Investig 2014; 19: 281–288.
92. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. J Endod 2005; 31: 584–589.
93. Tey KC, Lui JL. The effect of glass fiber-reinforced epoxy resin dowel diameter on the fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthodont 2014; 23: 572–581.
94. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. Dent Mater 2014; 30: e 147–162.
95. Thomsen KB, Peutzfeldt A. Resin composites: strength of the bond to dentin versus mechanical properties. Clin Oral Investig 2007; 11: 45–49.
96. Veneziani M. Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differentiated treatment approach. Eur J Esthet Dent 2010; 5: 50–76.
97. Vohra R, Velez LI, Rivera W, Benitez FL, Delaney KA. Recurrent life-threatening ventricular dysrhythmias associated with acute hydrofluoric acid ingestion: observations in one case and implications for mechanism of toxicity. Clin Toxicol (Phila) 2008; 46: 79–84.
98. Wiedhahn K, Kerschbaum T, Fasbinder DF. Clinical long-term results with 617 Cerec veneers: a nine-year report. Int J Comput Dent 2005; 8:233–246.
99. Yang B, Barlooi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. Dent Mater 2010; 26: 44–50.
100. Yoshida F, Tsujimoto A, Ishii R, Nojiri K, Takamizawa T, Miyazaki M, Latta MA. Influence of surface treatment of contaminated lithium disilicate and leucite glass ceramics on surface free energy and bond strength of universal adhesives. Dent Mater J 2015; 34: 855–862.
101. Yoshihara K, Nagaoka N, Sonoda A, Maruo Y, Makita Y, Okihara T, Irie M, Yoshida Y, Van Meerbeek B. Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in 'universal' adhesives. Dent Mater 2016; 32: 1218–1225.
102. Zaruba M, Göhring TN, Wegehaupt FJ, Attin RT. Influence of a proximal margin elevation technique on marginal adaptation of ceramic inlays. Acta Odontol Scand 2013; 71: 317–324.

**Für weitere Informationen kontaktieren Sie gerne:**

Kettenbach GmbH & Co. KG  
 Im Heerfeld 7  
 35713 Eschenburg

[www.kettenbach-dental.de](http://www.kettenbach-dental.de)  
 Email: [info@kettenbach.de](mailto:info@kettenbach.de)  
 Tel.: 02774 705-0

Mit freundlicher Empfehlung

