

Keramikveneers – minimale Präparation, maximale Wirkung

Teil 2: Präparation und Befestigung der Veneers

Die Präparation von Keramikveneers folgt genauen Regeln, deren Beachtung für den langfristigen klinischen Erfolg der Verblendschalen von großer Bedeutung ist. Im hier vorliegenden 2. Teil des Beitrages zu Keramikveneers werden die unterschiedlichen Präparationsformen von Keramikveneers – von rein labialen Verblendschalen bis zu Frontzahnsteilkronen und Veneerkronen – dargestellt und die dazu notwendigen Präparationselemente in ihrer Bedeutung erläutert.

Veneerpräparation allgemein

Vorausschickend soll erwähnt werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Problemen mit Keramikveneers zunimmt, wenn die für diese Restaurationsform adäquaten Präparationsrichtlinien nicht befolgt werden [1, 2]. Das Grundprinzip der Planung für vollkeramische Restaurationen besteht darin, durch die Geometrie der Präparation Biege- und Zugbelastungen im einzugliedernden Werkstück möglichst zu vermeiden und die Keramik hauptsächlich auf Druck zu belasten [3, 4]. Die Festigkeit der Keramikrestauration wird neben der Art der verwendeten Keramik durch deren Form, Größe, Oberfläche und ggf. durch herstellungsbedingte Gefügeinhomogenitäten im Werkstoff beeinflusst [5]. Der Behandler muss sich bewusst sein, dass Form und Ausführung der Zahnpräparation einen sehr großen Einfluss auf die klinische Langlebigkeit der Veneers haben [6].

Generell kann man drei grundsätzliche Präparationsformen für Veneers unterscheiden, die variabel entsprechend den jeweiligen klinischen Anforderungen individuelle Abwandlungen erfahren. Bei der rein vestibulären Schmelzreduktion wird ausgehend von der labialen Zahnkontur bis zur Spitze der Inzisalkante präpariert und diese in vestibulär-oraler Ausdehnung maximal etwa zur Hälfte einbezogen, eine Kürzung des Zahnes erfolgt hierbei nicht und die Grundform des Zahnes wird beibehalten (Abb. 1) [7, 8]. Diese Präparationsform wird oft als „Kontaktlinseneener“ bezeichnet [9]. Allerdings besteht bei diesem Prä-

parationsdesign die Gefahr, dass bei exzessiven Protrusions- und Lateroprotrusionsbewegungen die Veneerkeramik an der inzisalen Restaurationsgrenze durch Scherbelastungen geschädigt wird und ggf. aussplittert bzw. durch dort einwirkende Schubspannungen der adhäsive Verbund vor allem langfristig deutlich höheren Belastungen

unterliegt [7]. Dies wird natürlich erheblich von patientenindividuellen lokalen Faktoren, wie z. B. dem Ausmaß des horizontalen (Overjet) und vertikalen (Overbite) Frontzahnüberbisses, einer Steilstellung der oberen Frontzähne oder eventuell zusätzlich einwirkenden Parafunktionen (z. B. Bruxismus, Habits), beeinflusst.

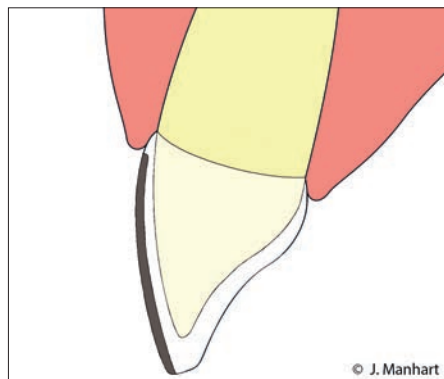


Abb. 1 – Präparationsform für ein Veneer mit rein vestibulärer Schmelzreduktion („Kontaktlinseneener“)

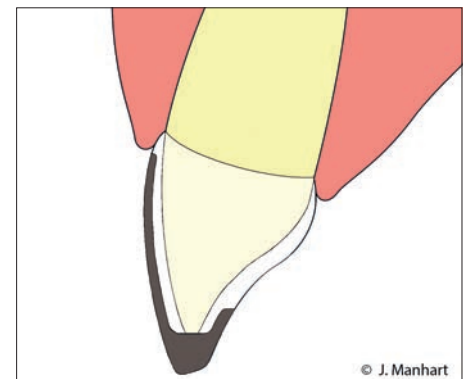


Abb. 3 – Präparationsform für ein Veneer mit labialer Ausdehnung und zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion inklusive oraler Einfassung der Schneidekante (inzisale Überkuppelung)

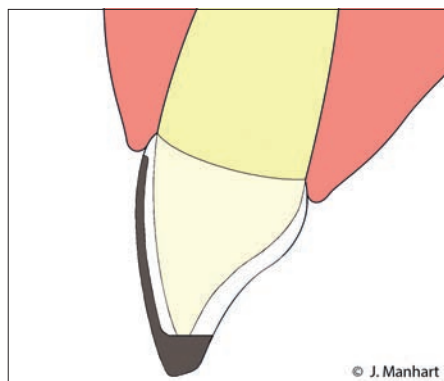


Abb. 2 – Präparationsform für ein Veneer mit labialer Ausdehnung und zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion der Schneidekante (inzisale Stufe)

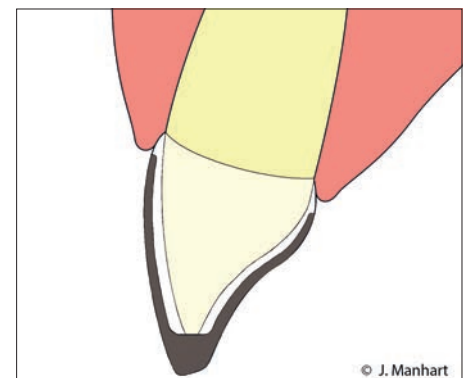


Abb. 4 – Präparationsform für eine Veneerkrone

Neben dem rein labialen Veneer differenziert man noch zwischen den anderen beiden Hauptvarianten mit zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion der Schneidekante (inzisale Stufe) (Abb. 2) bzw. zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion und oraler Einfassung der Schneidekante (inzisale Überkuppelung) (Abb. 3) [6, 7, 10]. Bei den letztgenannten Varianten ist der Übergang zu Frontzahnteilkronen fließend.

Zusätzlich gibt es Veneerkronen (auch 360°-Veneers oder „Full Veneers“ genannt; sie haben im Vergleich zu herkömmlichen Keramikronen wesentlich geringere Wandstärken) (Abb. 4) [11, 12], aus funktionellen Gründen angefertigte palatinale Veneers zum Aufbau oder zur Rekonstruktion von Führungsflächen [7, 11] und Teilveneers (auch „Additional Veneers“, „Sectional Veneers“ oder „Edge-up's“ genannt) zum Ersatz von Zahnteilbereichen [7, 11, 13–16]. Es existiert somit ein Kontinuum im Präparationsdesign zwischen dem klassischen minimalinvasiven labialen Veneer und einer deutlich mehr substanzfordernden Vollkeramikkrone [17, 18]. Die Referenzflächen zur Bestimmung des Zahnhartsubstanzabtrags werden durch die Außendimensionen der späteren Versorgung bestimmt. Sollen mit der geplanten Therapie umfangreichere Veränderungen der Zahnform, -größe und -stellung erreicht werden, ist das Anfertigen einer diagnostischen Schablone unbedingt zu empfehlen (siehe Teil 1, ZBS 04/2019). Sind mit der

Behandlung keine Veränderungen der Zahndimensionen verbunden, z. B. lediglich eine Korrektur der Oberflächenmorphologie oder der Zahnfarbe, kann der notwendige Abtrag gleich mit speziellen Tiefenmarkierungsdiamanten festgelegt werden.

Während der gesamten Präparationsphase und speziell zur Endkontrolle ist es notwendig, den Zahnhartsubstanzabtrag in seinen einzelnen Dimensionen (labial, inzisal, approximal) mit geeigneten Hilfsmitteln („prep guide“, „reduction guide“) zu überwachen. Hierzu zählen verschiedene am Wax-up gefertigte Silikonvorwälle, die das Ausmaß des labialen Zahnhartsubstanzabtrags im inzisalen, mittleren und zervikalen Zahndrittel ebenso visualisieren wie die Reduktion im Bereich der Inzisalkante bzw. in den approximalen Bereichen (Abb. 5a bis c). Weitere Präparationshilfen sind die diagnostische Schablone und das intraorale Mock-up. Der korrekte Einsatz dieser Hilfsmittel zur Präparationskontrolle (schablonengeführte Präparation) gewährleistet einerseits eine ausreichende Reduktion des Zahnes – bestimmt durch Mindestschichtstärken für die angestrebte Versorgung (Art der verwendeten Keramik) und das Behandlungsziel (Wax-up) – an den dafür notwendigen Stellen und vermeidet andererseits unnötigen Substanzverlust durch konservativen Umgang mit der Zahnhartsubstanz. Dies ist vor allem bei einer verschachtelt stehenden Dentition wichtig [10]. Bei Zähnen mit bereits

vorhandenen starken Verschleißerscheinungen (ältere Patienten, Abrasions-, Attritions- und Erosionsphänomene) wird durch Verwendung von Präparationsschablonen die wertvolle, dünne labiale Schmelzschicht während der Präparation maximal geschont und somit das Risiko einer Exposition großflächiger labialer Dentinareale reduziert. Der Zahnschmelz ist für das langfristige klinische Überleben der filigranen Veneers von elementarer Bedeutung. Zum einen ist bei Verwendung von immer noch den Goldstandard darstellenden „Etch-and-Rinse“-Adhäsiven die Schmelzhaf-tung dem Verbund zum Dentin deutlich überlegen [19, 20]. Zum anderen ist der Zahnschmelz sehr verwindungssteif (hohes E-Modul) und setzt somit extern einwirkenden Kräften, im Gegensatz zum relativ flexiblen Dentin, einen hohen Widerstand gegen elastische Verformung entgegen [21, 22]. Dies verleiht den dünnen, fragilen Keramikveneers in Verbindung mit dem – durch die adhäsive Befestigung etablierten – kraftschlüssigen Verbund zur Zahnhartsubstanz die notwendige Stabilität, den im Mund einwirkenden Belastungen zu widerstehen.

Veneerpräparation im Detail

Nach dem Abtragen jener Zahnbereiche, die ggf. so weit hervorstehen, dass sie die Außenkonturen der diagnostischen Schablone überschreiten, wird deren korrekter und spannungsfreier Sitz intraoral kontrolliert [23]. Nach-



Abb. 5a – Kontrolle des labialen und approximalen Zahnhartsubstanzabtrags mit einem am Wax-up angefertigten Silikonschlüssel (horizontal geschnittene Präparationsschablone)



Abb. 5b – Kontrolle des inzisalen Zahnhartsubstanzabtrags mit einem am Wax-up angefertigten Silikonschlüssel



Abb. 5c – Kontrolle des labialen und inzisalen Zahnhartsubstanzabtrags mit einem am Wax-up angefertigten Silikonschlüssel (vertikal geschnittene Präparationsschablone)

folgend wird die Schablone im Bereich der zu therapierenden Zähne mit Provisoriumskunststoff gefüllt und über dem entsprechenden Zahnbogen positioniert. So werden die Dimensionen des im Labor hergestellten Wax-up in das intraorale Mock-up überführt [24]. Der Patient kann jetzt nochmals die Dimensionen der späteren Versorgungen beurteilen (Abb. 6a bis r).

Nach dem Anlegen von 0,3–0,5 mm tiefen horizontalen Orientierungsrillen mit Tiefenmarkierungsdiamanten [25, 26] erkennt man deutlich die Bereiche, an denen die Präparation rein innerhalb der labialen Ausdehnung des Mock-ups zum Liegen kommt. Das heißt, an diesen Arealen ist kein zusätzlicher Zahnhartsubstanzabtrag notwendig, um die geplante Keramikschichtstärke zu erreichen. Man erkennt auch jene Bereiche, in denen der Tiefenmarkierer das Mock-up komplett durchgeschnitten hat und, abhängig von der Schichtstärke des Mock-ups an der jeweiligen Stelle, unterschiedlich tief bis in die Zahnhartsubstanz durchgedrungen ist. Anschließend werden die Kunststoffreste des Mock-ups

von den Zähnen entfernt. Zur besseren Verdeutlichung des noch weiter notwendigen Hartschubstanzabtrags empfiehlt es sich, den Grund der Tiefenmarkierungen im Zahn mit einem wasserfesten, kontrastreichen Stift anzuzeichnen, sodass der Abtrag der Zwischensegmente auch unter Wasserkühlung gezielt vornehmbar ist. Dann werden die zwischen den Tiefenmarkierungen noch hervorstehenden Zahnstrukturen der Labialfläche, unter Beibehaltung der anatomischen Grundform, auf die vorgewählte Abtragstiefe eingeebnet. Dieses Vorgehen nach dem Prinzip des „Backward Planning“ erlaubt den schonenden Umgang mit natürlicher Zahnhartsubstanz und garantiert einen der jeweiligen Materialauswahl entsprechenden notwendigen Zahnabtrag zur Sicherstellung der Restaurationsstabilität.

Ein uniformer Zahnhartsubstanzabtrag mittels Tiefenmarkierungsdiamanten, der von der derzeitig vorhandenen Zahnoberfläche ausgeht, ohne altersbedingte Verschleißphänomene und eine eventuell geplante Veränderung der Zahnaußenkonturen (mithilfe eines

Mock-ups) zu berücksichtigen, riskiert einen vermeidbaren, übermäßigen Verlust an Zahnschmelz und führt bei Zähnen mit altersbedingt bereits erheblich ausgedünntem Schmelzmantel oft zu erheblichen Dentinexpositionen [27]. Solches Vorgehen ist heute als obsolet zu betrachten [28]. Lediglich wenn sich die Zielform der Veneers nicht von der Ausgangsform der zu restaurierenden Zähne unterscheidet, z. B. bei ausschließlicher Farbkorrektur der betroffenen Zähne, kann auf die Anfertigung eines Mock-ups für die Präparationssteuerung verzichtet werden.

Eine Veneerschichtstärke unter 0,3 mm ist nicht zu empfehlen, da ansonsten die Restauration sowohl in der Phase der zahntechnischen Herstellung als auch in der zahnärztlichen Praxis bei der ästhetischen Einprobe und der adhäsiven Eingliederung zu bruchgefährdet ist. Silikonvorwälle, die am Wax-up-Modell hergestellt werden, erleichtern die Kontrolle der labialen Präparation im inzisalen, mittleren und zervikalen Zahndrittel und liefern Informationen über Bereiche, an denen die notwendige Schichtstärke noch nicht erreicht ist. Es wird angestrebt, die Veneerpräparation sowohl in der labialen Anschlifffläche als auch an der zervikalen Begrenzung komplett innerhalb des Zahnschmelzes enden zu lassen [1, 29, 30]. Liegen mehr als 50 % der labialen Schlifffläche im Dentin, ist das Risiko, dass die Verblendschale frühzeitig durch Haftversagen oder Fraktur verloren geht, deutlich erhöht [31, 32]. Eine ggf. aus funktioneller oder ästhetischer Sicht zu präparierende inzisale Reduktion (Auflage) sollte aus Stabilitätsgründen ca. 1–2 mm betragen [33–35]. Eine zusätzliche orale Einfassung (Überkuppelung) ist nicht zwingend notwendig und soll nicht im Bereich der statischen Okklusionskontakte zum Liegen kommen [36]. Frontzähne, die mit Veneers mit inzisal-oraler Überkuppelung versorgt wurden, zeigen niedrigere Festigkeitswerte im Vergleich zur Präparationsform mit lediglich stumpfer inzisaler Auflage [6, 37]. Gleichzeitig zeigt die



Abb. 6a – Ausgangssituation: Patient mit multiplen Diastemata im Ober- und Unterkieferfrontzahnbereich



Abb. 6b – Die Stellung der kariesfreien Zähne ist perfekt geeignet für die Anfertigung von Veneers zum Lückenschluss



Abb. 6c – Präoperatives, analytisches und ästhetisches Wax-up für das „Backward Planning“

Präparationsform mit oraler Einfassung eine höhere Anfälligkeit für Rissbildung in der Keramik [37].

Der gingivale Präparationsrand hat die Form einer grazilen Hohlkehle und sollte im Idealfall komplett schmelzbegrenzt sein [1, 25, 32, 38]. Im Bereich der Oberkieferfrontzähne verläuft die Präparationsgrenze äquigingival oder max. 0,5 mm subgingival [39]. An Unterkieferfrontzähnen erlaubt die maskierende Funktion der Unterlippe zwar prinzipiell einen Präparationsverlauf oberhalb (ca. 1 mm) der marginalen Gingiva [8, 40], allerdings sollte man z. B. bei einer Farbkorrektur von Zähnen aus psychologischen Gründen auch im Unterkiefer besser einen äquigingivalen Randverlauf anstreben. Zur Schonung der marginalen Gingiva empfiehlt sich, vor Beginn der Präparation einen dünnen Retraktionsfaden in den Sulkus einzubringen [34]. Intrasulkuläre Präparationsränder sind nur dann zu empfehlen, wenn mit den Veneers eine Verfärbung der Zähne korrigiert werden soll, wenn sich im äquigingivalen Bereich Schmelzdefekte befinden oder um dem Zahntechniker bei der Versorgung von lückig stehenden Zähnen bzw. zum Schließen von schwarzen interdentalen Dreiecken im zervikalen Approximalraum nach Papillenrückgang die Möglichkeit zu geben, einen besseren Verlauf des Emergenzprofils im Bereich der Approximalräume zu gestalten [17, 41–43]. Zur Weichgewebsschonung empfiehlt sich, diese subgingivalen Randanteile mit einseitig diamantierten oszillierenden bzw. sonoabrasiven Präparationssystemen durchzuführen [44–46]. Bei korrekt präparierten und inserierten Veneers sind im Regelfall gesunde gingival-parodontale Verhältnisse auch über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten [47]. Die proximale Präparationsform wird durch die Zahnstellung, bereits im Zahn vorhandene Kompositrestaurationen und eventuell vorhandene Verfärbungen determiniert [48, 49]. Bei regulärer, lückenloser Zahnstellung wird im Bereich der seitlichen Zahnbegrenzungen von labialwärts lediglich bis unmittelbar

an den natürlichen Approximalkontakt heranpräpariert, ohne diesen aufzulösen (Abb. 7) [17, 25, 32, 34, 50]. Muss der Approximalraum neu gestaltet werden, beispielsweise bei der Reduktion oder dem Schluss von Lücken zwischen den Zähnen, bei der Therapie von Zahnfehlstellungen, der Umformung von Zapfenzähnen, dem Ersatz alter Kompositfüllungen oder liegt eine starke Verfärbung vor, ist die Präparation komplett durch den Approximalbereich unter Auflösung des Kontaktareals nach

oral zu erweitern (Abb. 7), um dem Zahntechniker eine optimale Gestaltung des Approximalraums durch Einfassung mit den Veneers zu ermöglichen bzw. um Defekträume aufzufüllen oder Verfärbungen komplett zu maskieren [8, 17, 35, 49–51]. Die Außengrenzen der Veneers sollen in Bereiche der jeweiligen Zähne verlegt werden, die nach einer Befestigung der Restaurationen nicht mehr einsehbar sind und somit ästhetisch auffällige Präparationsränder durch die Keramikschalen selbst ver-



Abb. 6 d – Überprüfung ästhetischer Parameter mit einem aufsteckbaren laborgefertigten Mock-up

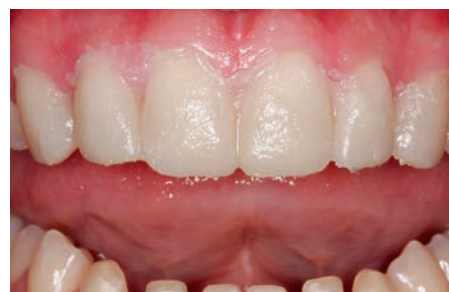


Abb. 6 g – Das Mock-up definiert die Außenkonturen der späteren Veneers



Abb. 6 e – Der Patient kann das Mock-up mit nach Hause nehmen und das Feedback von Verwandten und Freunden einholen



Abb. 6 h – Anlegen von labialen Tiefenmarkierungen mit speziellen Diamantschleifern



Abb. 6 f – Nach Einwilligung in die Behandlung erfolgt die Übertragung der Formen des Wax-ups in ein intraorales Mock-up mit einer Schablone aus transparentem Silikon



Abb. 6 i – Nach Abnahme des Mock-ups sind die Stellen zu erkennen (markiert mit wasserfestem Folienstift), an denen der Rillenschleifer den Kunststoff bis in die Zahnhartsubstanz durchgeschnitten hat

deckt werden. Im Approximalbereich dürfen weder der Rand des Veneers noch störende, durch eine ungeeignete Präparationsform verbliebene Anteile der natürlichen Zahnhartsubstanz (v. a. bei Abänderung der Zahnfarbe durch die Veneers) – sowohl aus frontalem als auch aus seitlichen Blickwinkeln – zu erkennen sein. Dies wird vor allem durch in der Veneertechnik unerfahrene Behandler oft falsch gemacht. Unschöne Übergänge oder Schattenbildungen beeinträchtigen das Gesamtbild deutlich.

Um dies zu vermeiden, ist es unbedingt notwendig, darauf zu achten, dass man sich am Übergang von der labialen zur approximalen Präparation im zervikalen Bereich eng entlang der marginalen Gingiva orientiert und dann im Approximalraum unterhalb des zu erhaltenden natürlichen Kontaktbereichs einen sogenannten „Ellbogen“ (manchmal auch „dog leg“ genannt) etwas weiter in orale Richtung in den Zahnzwischenraum präpariert. An die Geometrie des „Ellbogens“ anschließend wird die approxi-

male Präparation dann labial des Kontaktareals leicht bogenförmig nach inzisal komplettiert (Abb. 8) [8, 10, 49, 52–54]. Das Veneer muss eine klar definierte Endposition haben, da es sonst beim Einsetzen zu Problemen bei der Positionierung kommen kann [1]. Dieses Problem tritt i. d. R. nur beim reinen Kontaktlinsenveneer auf. Eventuell bereits in dem mit einem Veneer zu versorgenden Zahn vorhandene Füllungen werden idealerweise durch die Veneerpräparation möglichst vollständig abge-



Abb. 6j – Fertige Veneerpräparationen: Die Ränder verlaufen labial äquigingival und im approximalen Bereich leicht subgingival, um beim Lückenschluss ein besseres Emergenzprofil zu erreichen



Abb. 6m – Veneers aus Schichtkeramik (Zahn-technik: Hubert Schenk, München)



Abb. 6p – Das Lippenbild der finalen Situation zeigt eine deutliche Verbesserung der Ästhetik



Abb. 6k – Überprüfung der Präparationen mit einem Kontrollschlüssel aus Silikon



Abb. 6n – Nach der erfolgreichen ästhetischen und funktionellen Einprobe werden die Veneers mit lichterhärtendem Befestigungskomposit adhäsiv befestigt

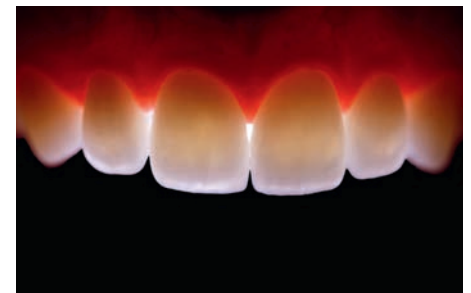


Abb. 6q – Im Durchlicht zeigt sich die hervorragende Lichtdynamik der keramischen Verblendschalen



Abb. 6l – Die direkten Veneerprovisorien wurden mithilfe der diagnostischen Schablone angefertigt



Abb. 6o – Endsituation: Die Veneers ermöglichen einen minimalinvasiven Lückenschluss der multiplen Diastemata mit gleichzeitiger Verbesserung der Funktion



Abb. 6r – Im UV-Licht zeigen sich die zahnähnlichen fluoreszierenden Eigenschaften der Veneerkeramik

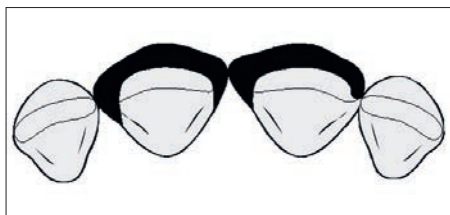


Abb. 7 – Approximales Veneerdesign: Schonung des Kontaktpunktes vs. Erweiterung der Präparation in orale Richtung

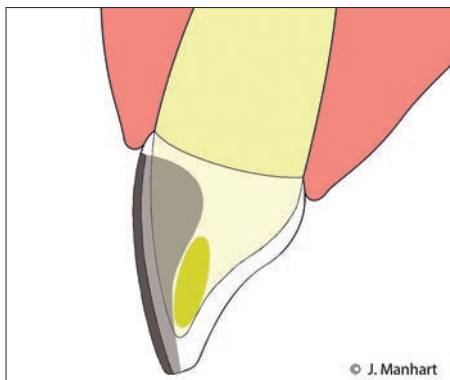


Abb. 8 – Die Außengrenzen der Veneerpräparation befinden sich im Approximalbereich in nicht einsehbaren Zonen. Unterhalb des zu erhaltenden natürlichen Kontaktbereichs wird ein sogenannter „Ellbogen“ in oral-zervikale Richtung präpariert.

deckt und müssen ggf. vorher erneuert werden [17, 48].

Sollen verfärbte Zähne mit Veneers ästhetisch korrigiert werden, sollte man

die Präparation, ausgehend von den vorgenannten Dimensionen, vertiefen [33], um durch eine dickere Keramikschicht einen besseren Maskierungseffekt zu erzielen und die störende Hintergrundfarbe der präparierten Zähne vorhersehbarer abzublocken [23, 55, 56]. Gleichzeitig kann in solchen Fällen eine opakere Keramik für die Herstellung verwendet werden [50, 55], wobei hier allerdings immer die Gefahr besteht, dass der ästhetische Gesamteindruck durch die erhöhte Opazität zu künstlich, flach und „fliesenartig“ wirkt [57].

Eine klinische Studie zeigte, dass bei der Therapie von verfärbten Zähnen mit verschiedenen Veneertypen in den meisten Fällen unbeabsichtigte Überkonturierungen als Resultat eines zu geringen labialen Hartschubstanzabtrags entstanden [58].

*Prof. Dr. Jürgen Manhart
Poliklinik für Zahnerhaltung und
Parodontologie
Klinikum der Universität München
E-Mail: manhart@manhart.com*

Literatur: www.zahnaerzte-in-sachsen.de

Nachdruck aus dem Zahnärzteblatt
Baden-Württemberg (ZBW) 8-9/2017

Keramikveneers – minimale Präparation, maximale Wirkung

Teil 3: „Non-Prep“-Veneers und adhäsive Befestigung

Der dritte Teil der Serie zu Keramikveneers (Teil 1: ZBS 04/2019, Teil 2: ZBS 05/2019) informiert über den Einsatz dieser Restaurationsart im Seitenzahnbereich und behandelt das Für und Wider zu den kontrovers diskutierten „Non-Prep“-Veneers. Er enthält Details zur adhäsiven Befestigung und deren Auswirkungen auf den klinischen Erfolg bzw. das ästhetische Erscheinungsbild der Verblendschalen und beschließt diese Fortbildungsreihe.

Nach der Präparation

Die Endfarbe der befestigten Veneers wird aufgrund geringer Materialstärke, abhängig von der Schichtstärke und der Transluzenz/Opazität der verwendeten Keramik und den optischen Eigenschaften des Kompositzements, auch erheblich von der Farbe des präparierten Zahnstumpfes beeinflusst [1, 2]. Daher ist es notwendig, dem Zahntechniker die Stumpffarbe zu übermitteln, damit er diese bei der Gestaltung der Veneers berücksichtigen kann. Dies erfolgt mit speziellen Farbschlüsseln, deren ausgewählte Farbmuster an den feuchten, präparierten Zahn positioniert und mittels digitaler Fotografie dokumentiert werden (Abb. 1) [1, 3].

Im Anschluss an die Präparation erfolgen zusätzlich zu den Abformungen des betroffenen Kiefers und des Gegenkiefers eine Kieferrelationsbestimmung, die Dokumentation der habituellen statischen Okklusion mittels eines Okklusionsprotokolls und die schädelbezügliche Registrierung. Zur Herstellung von

Provisorien kann als Formhilfe erneut die diagnostische Schablone verwendet werden. Die temporäre Versorgung einzelner Veneerpräparationen kann auch in der direkten Komposittechnik mit Punktätzung an der labialen Zahnfläche erfolgen.

Veneers im Seitenzahnbereich

Veneers werden zwar überwiegend im Frontzahnbereich, vor allem im Oberkiefer, eingesetzt; sie sind aber nicht hierauf beschränkt, ihr Indikationsgebiet reicht – u. a. in Abhängigkeit von den Erfordernissen aus der ästhetischen

Analyse – auch in die Prämolarenregion und sogar bis in den Molarenbereich [4–6]. Ist es notwendig, an Prämolaren oder gar bis zu den ersten Molaren im Oberkiefer bukkal Veneerschalen anzufertigen, so ist die Präparation analog zu Frontzähnen auszuführen (Abb. 2a und b) [7–9]. Der okklusale Rand darf allerdings nicht in einer hoch belasteten Zone an einem statischen Okklusionskontakt oder im Bereich von dynamischen Funktionsbahnen liegen [10]. Existiert keine Front-Eckzahn-Führung, sondern liegt eine Gruppenführung im Seitenzahnbereich vor, ist es empfehlenswert, den okklusalen Rand bis in die Zentralfissur zu extendieren und gleichzeitig den bukkalen Höcker ca. 1,5 bis 2 mm okklusal zu reduzieren [10]. An Unterkieferseitenzähnen sollten an den bukkalen Stützhöckern aus Gründen der Statik und Frakturprophylaxe keine Veneers, sondern eher Keramikteilkronen angefertigt werden.

„Non-Prep“-Veneers

Bei einer geplanten Therapie mit Veneers kann in sehr seltenen Fällen komplett auf eine Präparation der betreffenden Zähne verzichtet werden, wenn günstige klinische Ausgangsbedingungen mit einer geeigneten Zahnstellung und einwandfreien funktionellen Verhältnissen vorliegen. Diese speziellen Fälle eignen sich zur Anfertigung sogenannter „Non-Prep“-Veneers [11, 12]. Allerdings ergibt sich in den meisten Patientenfällen, als Resultat einer sorgfältig durchgeführten Behandlungsplanung, die Notwendigkeit einer – zumindest



Abb. 2a – Veneerpräparation an einem ersten Prämolaren im Oberkiefer



Abb. 1 – Farbgebung: Übermittlung der Stumpffarbe des präparierten Zahnes an das Dentallabor mit einem speziellen Farbschlüssel



Abb. 2b – Adhäsiv befestigtes Veneer am Prämolaren. Der okklusale Rand darf nicht in einer hoch belasteten Zone an einem statischen Okklusionskontakt oder im Bereich von dynamischen Funktionsbahnen liegen.

geringfügigen – Präparation der jeweiligen Zähne [13].

Bei „Non-Prep“-Veneers muss man zwei grundsätzlich unterschiedliche Varianten differenzieren. Die erste Version bedeckt wie ein klassisches Veneer, bei dem der Zahn mit einer Präparation vorbereitet wird, die komplette Labialfläche des betreffenden Zahnes. Es handelt sich hierbei im Regelfall um Einzelzähne, die in Relation zu ihren Nachbarn in retrudierter Position stehen, oder um Zähne mit zu weit nach oral gekippter Längsachse. Mithilfe der „Non-Prep“-Veneers können hier geringe Stellungskorrekturen vorgenommen werden. Auch zu kleine bzw. von ihrer Form qualifizierte dysplastische Zähne lassen sich mit rein additiven Maßnahmen – durch Aufbau bukkalen und ggf. lateral-approximalen Volumens – in ihrer Erscheinung optimieren [12, 14, 15]. Bei der zweiten Variante werden auf dysplastischen Zähnen oder auf Zähnen mit geeigneten Defekten – beispielsweise frakturierten Ecken oder Inzisalkantenbereichen – „Additional Veneers“ oder „Sectional Veneers“ adhäsiv befestigt, die nur einen Teilbereich der Labialfläche bedecken. Durch derartige Teilrestaurationen werden diese Zähne in ihrer Kontur und Dimension so modifiziert, dass sie sich nach Abschluss der Behandlung harmonisch in die Nachbarbezzahnung integrieren. Diese Teilveneers werden je nach Ausgangslage sowohl als „Non-Prep“-Version als auch mit präparierten Flächenanteilen und Randbereichen angefertigt [16–26].

Häufig sind „Non-Prep“-Veneers sehr dünn, mit labialen Schichtstärken von ca. 0,3 mm [27]. Sie werden nach der Herstellung auf den unbeschleunigten Zahnschmelz geklebt. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass an nicht instrumentierten Schmelzoberflächen, bei denen die äußere, oftmals prismenfreie Schicht nicht abgetragen wurde, die Etablierung eines mikroretentiven Ätzmusters erschwert ist [28]. Dies ist bei der adhäsiven Vorbehandlung durch

eine Verlängerung der Kontaktzeit der Phosphorsäure mit dem nicht präparierten Schmelz zu berücksichtigen.

Bei den meisten Patienten sind wirkliche „Non-Prep“-Veneers, – also Veneers, bei denen die zu versorgenden Zähne weder in der Erst- bzw. Abformsitzung noch im Einsetztermin (z. B. mithilfe eines vom Zahntechniker angefertigten Schleifkappchens) auch nur minimal beschliffen werden – allerdings nicht möglich, weil das die klinische Situation z. B. aus Gründen der Zahnstellung, der Einschubrichtung, der ansonsten auftretenden Überkonturierung oder wegen im Zahn vorhandener Karies bzw. alter Füllungen etc. nicht erlaubt.

Die Option für ein präparationsloses Vorgehen ist in der Planungsphase durch ein Wax-up zu prüfen. „Non-Prep“-Veneers können in einem gleichförmig ausgeformten Zahnbogen erfahrungsgemäß nicht einzeln eingesetzt werden, da die Schichtstärke der Keramik, auch wenn sie sehr dünn ist, auffällt [29]. Dies macht es im Regelfall erforderlich, dass derartige Veneers bei dieser Ausgangslage immer in symmetrischer Verteilung angefertigt werden, um wieder ein harmonisches Bild im Zahnbogen zu erzeugen, was zumindest die Gefahr einer medizinischen Übertherapie in sich birgt [12, 30]. Weiter ist zu beachten, dass es beim Einsatz von „Non-Prep“-Veneers durch die fehlende Präparation und den Materialauftrag der Keramik, die sich nur begrenzt ohne Frakturen ausdünnen lässt, zu einer Überkonturierung im Bereich der Ränder kommt. Diese kann speziell im zervikalen Bereich der Ursprung für Plaqueakkumulation, Entzündungsreaktionen des marginalen Parodonts (Gingivitis, Taschenbildung), Rezessionen, Randverfärbungen und Karies sein [12, 13, 31, 32]. Eine präzise Randpassung der Restauration im zervikalen Bereich ist für die langfristige Gesundheit des parodontal-restaurativen Interfaces und generell des regionalen parodontalen Gewebes von entscheidender Bedeutung [33, 34].

Die rein additive Vorgehensweise durch das Aufkleben von „Non-Prep“-Veneers auf nicht präparierte Zähne birgt ferner immer die Gefahr eines wuchtigen, kloßigen Erscheinungsbildes der betreffenden Einzelzähne oder des entsprechend therapierten Frontzahnsegments in sich und ist somit auch aus ästhetischer Sicht risikobehaftet [13, 29, 32, 35, 36]. Es resultieren oft überkonturierte Zähne mit einem unnatürlichen Emergenzprofil [27, 37, 38]. Auch Zahnverfärbungen können beim rein additiven Verfahren wegen der geringen Keramikschichtstärke nur begrenzt maskiert werden, wenn die Veneers nicht sehr opak und somit unnatürlich wirkend gestaltet werden sollen.

Für den Zahntechniker ergibt sich bei der Herstellung von „Non-Prep“-Veneers die Schwierigkeit, die Position der Ränder der Verblendschalen festzulegen, da am Meistermodell keine Präparationsgrenzen vorliegen [32, 38]. Es ist somit der Erfahrung und dem Können des Zahntechnikers überlassen, die komplette Außengeometrie des Veneers zu gestalten, mit der sich der Behandler zufrieden geben muss. Zur Gesunderhaltung des perio-restaurativen Interfaces und des marginalen Parodonts sollten aber die zervikale Ausdehnung und das Austrittsprofil der prothetischen Restauration klar festgelegt werden, um in diesem biologisch sensiblen Bereich eine Überkonturierung zu vermeiden. Dies wird idealerweise durch eine eindeutige Präparationsgrenze erreicht, die bei Veneers zwar minimalinvasiv angelegt sein kann, aber trotzdem klar erkennbar sein muss [38]. Um ein zu tiefes Eindringen zu vermeiden, wird diese am besten gleich von Anfang an mit einem feinkörnig belegten Finierdiamanten in Form einer dünnen Hohlkehle entlang der marginalen Gingiva erstellt. Vielfach reicht es aus, diesen zervikalen Übergang zwischen der Zahnoberfläche und dem Veneer durch eine geringe, ca. 0,1 bis 0,2 mm tiefe, Schmelzpräparation zu definieren [12].

Die Festlegung der zervikalen Ausdehnung der prothetischen Restauration ist eine originär zahnärztliche Aufgabe und sollte nicht an den Zahntechniker delegiert werden.

Bei flachen Frontzähnen hat der Behandler in der Einsetzsitzung die Schwierigkeit, die exakte Endposition des „Non-Prep“-Veneers ohne präparative Hilfselemente sicher aufzufinden, was durch das dünnflüssige Befestigungskomposit zusätzlich erschwert wird; dadurch steigt das Risiko einer Fehlplatzierung [12, 32]. Dieses Problem ist simpel zu lösen, indem man auf der Labialfläche des Zahnes ein oder zwei kleine Vertiefungen im Schmelz als Positionierungshilfe präpariert. Diese stellen sich auf der Klebseite des Veneers als Erhabenheiten dar. Das Veneer gleitet dann auf dem niedrigviskosen Kompositzement einfach in die Endposition.

Ebenso wie bei der Definition der zervikalen Begrenzung durch eine kleine Hohlkehle trifft dann aber die Bezeichnung „Non-Prep“-Veneer nicht mehr zu.

Im Prinzip ist es nicht so wichtig, dass an den betroffenen Zähnen keine Präparation vorgenommen werden muss. Die Möglichkeit, Veneers mit geringen Materialstärken mit den klinischen Gegebenheiten zu kombinieren, auch wenn dies eine bedarfsgerechte, minimal-invasive Vorbereitung mit dem Diamantschleifer nötig macht, eröffnet dem Behandler vielmehr eine breites Spektrum verschiedener Einsatzmöglichkeiten [39].

„Non-Prep“-Veneers können in den Händen des in der Veneertechnik erfahrenen Behandlers im geeigneten Einzelfall durchaus eine Bereicherung der therapeutisch-restaurativen Möglichkeiten darstellen. Der unreflektierte Einsatz und die von der Werbung teilweise suggerierte universelle Anwendbarkeit von „Non-Prep“-Veneers sind allerdings strikt abzulehnen.

Adhäsive Befestigung

Veneers sind vor Abschluss der adhäsiven Befestigung aufgrund ihres filigranen Designs deutlich bruchgefährdeter als vollkeramische Kronen. Sie erlangen ihre endgültige Festigkeit erst durch die adhäsive Verklebung mit der Zahnhartsubstanz und die dadurch erzielte kraftschlüssige Verbindung. Die zuverlässige adhäsive Verbindung zur Zahnhartsubstanz – insbesondere zum Schmelz, der durch seine Verwindungssteifigkeit die Veneerkeramik stabilisiert – ist ein Schlüsselfaktor für den langfristigen klinischen Erfolg [40, 41].

Nach der Abnahme der Provisorien wird zuerst die Farbe des zum Einsetzen der Veneers zu verwendenden Kompositklebers an den feuchten Zähnen bestimmt. Für die Überprüfung der Farb- und Transluzenzgestaltung der Verblendschalen („ästhetische Einprobe“) wird mit wasserlöslichen Try-in-Pasten, die in ihrer Einfärbung dem korrespondierenden gehärteten Befestigungskomposit entsprechen, die Luft im Zementspalt eliminiert („optische Ankoppelung“), die aufgrund ihres unterschiedlichen Lichtbrechungsverhaltens zu einem falschen optischen Eindruck führen würde (Abb. 3) [42–44].



Abb. 3 – Ästhetische Einprobe der Veneers: Die Veneers an den Zähnen 13–11 sind durch die Try-in-Paste (eingefärbtes Glyceringel), die in ihrer Einfärbung dem korrespondierenden gehärteten Befestigungskomposit entspricht, optisch an die Zahnhartsubstanz angekoppelt. Eine verlässliche Beurteilung der sich nach der adhäsiven Befestigung ergebenden Gesamtfarbe ist hierdurch möglich. An den Zähnen 21–23 sind die Veneers ohne optisches Ankoppelungsmedium positioniert. Die nicht verdrängte Luft im Zementspalt führt dazu, dass diese Veneers zu hell und zu opak erscheinen.

Durch verschiedene Befestigungskomposite, die sich in ihrem Farbton und der Farbintensität bzw. der Opazität unterscheiden, können kleinere Farbkorrekturen der Veneers erzielt werden. Man muss sich allerdings darüber im Klaren sein, dass die endgültige Farbe der adhäsiv befestigten Veneers durch drei Faktoren bestimmt wird, die eine unterschiedliche Gewichtung aufweisen:

- **Farbe und Transluzenz/Opazität der Veneerkeramik:** Großer Einfluss bei transluzenter Keramik, sehr großer Einfluss bei opaker Keramik, abhängig von der Schichtdicke des Veneers [45]
- **Farbe des präparierten Zahnstumpfes:** Großer Einfluss bei transluzenter Keramik, geringerer Einfluss bei opaker Keramik (cave: sehr dunkle Zahnstümpfe können durch die dünnen Veneers nur schlecht maskiert werden, ohne dass das Endresultat sehr opak wirkt und somit mit einem Verlust an natürlicher Transluzenz einhergeht) [46]
- **Farbe des Befestigungskomposits:** Geringster Einfluss aufgrund der dünnen Schichtstärke, v. a. bei opaker Keramik (cave: Vermeide sehr opake Kompositkleber bei transluzenten Veneers)

Die geringe Schichtstärke des Kompositklebers im Vergleich zur Dimension der Verblendschale erlaubt bei einer deutlichen Farbabweichung der Veneerkeramik von der Sollfarbe im Regelfall keine perfekte Korrektur, lediglich geringe Abweichungen können in unterschiedlichem Ausmaß korrigiert werden [45]. Andererseits besteht aber durchaus die Gefahr, die Farbe und Transluzenz eines perfekt hergestellten Veneers durch die Wahl des falschen Einsetzkomposits (wie etwa weiß-opake Farben) ästhetisch zu ruinieren. Die ästhetische Einprobe mit Try-in-Pasten zum richtigen Zeitpunkt ist somit eine Voraussetzung für einen gelungenen Abschluss der Behandlung. Um eine Austrocknung der

Zähne und die damit verbundene reversible Aufhellung und opaker wirkende Erscheinung zu vermeiden [47–49], muss diese ästhetische Kontrolle selbstverständlich vor dem Anlegen von Kofferdam an feuchten Zähnen vorgenommen werden.

Nach dem erneuten Reinigen von Zähnen und Veneers von der Try-in-Paste erfolgt anschließend im Rahmen der funktionellen Einprobe die intraorale Kontrolle der Passung und Randgüte



Abb. 4a – Ausgangssituation: Unterkieferfrontzähne mit schwarzen Löchern zwischen den Zähnen und einem komplett offenen Approximalraum zwischen den Zähnen 42 und 43. Die Patientin wünscht ein Schließen dieser Lücken durch Keramikveneers im Rahmen einer auch im Seitenzahnbereich durchzuführenden Komplettsanierung.



Abb. 4b – Präparation: Die Zähne sind für die Aufnahme der Veneers präpariert. Um die schwarzen Löcher schließen zu können, müssen die Approximalräume nach oral eröffnet werden. Da initial bereits Dentin im Bereich der Inzisalkanten exponiert war, wurden ebenfalls inzisale Auflagen präpariert.

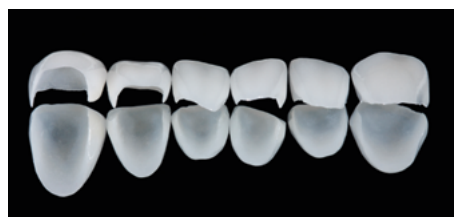


Abb. 4c – Veneers aus Schichtkeramik (Zahn-technik: Hubert Schenk, München)

jedes einzelnen Veneers. Bei mehreren Verblendschalen wird noch eine gemeinsame Einprobe sämtlicher Veneers vorgenommen, um die approximale Kontaktsituation zu prüfen und eine Einsetzreihenfolge festzulegen [44]. Nach Trockenlegung werden sowohl die Veneers als auch die Zahnoberflächen gemäß den Regeln der Adhäsivtechnik vorbereitet und dann die Verblendschalen mit einem niedrig-viskosen Kompositkleber befestigt. Die dünnen



Abb. 4d – Freilegung zervikaler Ränder: Nach der ästhetischen Einprobe erfolgt die Freilegung der zervikalen Ränder mit dünnen Retraktionsfäden als Vorbereitung zur adhäsiven Befestigung



Abb. 4e – Trockenlegung des Behandlungsgebietes mit Kofferdam in der Langlochtechnik und zusätzlichen Watterollen. In der lingualen Abdichtung befindet sich eine Aussparung für den kleinen Sauger. Es werden jeweils zwei Veneers gleichzeitig eingesetzt, die Nachbarzähne werden dabei mit Teflonband geschützt.



Abb. 4f – Geschlossene Approximalräume: Endsituation mit individuell geschichteten Veneers. Die approximalen Räume konnten durch die Keramikveneers geschlossen und der Frontzahnbereich in der Ästhetik optimiert werden.

Veneers erlauben bei Benutzung einer lichtstarken Polymerisationslampe die Verwendung eines rein lichthärtenden Befestigungskomposits. Erst durch die kraftschlüssige adhäsive Verklebung mit den Zähnen erlangen die fragilen Veneers ihre maximale Festigkeit (Abb. 4a bis 4f).

Fazit

Vollkeramische Veneers haben einen sehr hohen Qualitätsstandard erreicht und sind für die moderne Zahnheilkunde ein unverzichtbares Instrument geworden. Die ausgezeichnete Ästhetik [50] und ein im Vergleich zu Vollkronen zumeist deutlich geringerer Zahnhartsubstanzenabtrag zeichnen diese Therapieform aus, die bei Patienten auf eine hervorragende Akzeptanz stößt [51, 52].

Die minimalinvasive Präparation und die parodontalhygienisch günstige Lage des zervikalen Veneerrandes vermeiden im Regelfall schwerwiegende biologische Probleme (postoperative Hypersensibilitäten, Pulpanekrosen, gingivale Rezessionen) [53]. Klinische Studien zeigen hervorragende Überlebensdaten, wenn zu Beginn der Behandlung eine Auswahl geeigneter Patienten getroffen wird, eine korrekte Indikation gestellt wird und neben der sorgfältigen zahntechnischen Herstellung mit korrekter Materialelektion eine präzise Präparations- und eine geeignete Befestigungstechnik zum Einsatz kommen [54, 55].

Prof. Dr. Jürgen Manhart
Poliklinik für Zahnerhaltung und
Parodontologie
Klinikum der Universität München
E-Mail: manhart@manhart.com

Literatur:

www.zahnaerzte-in-sachsen.de

Nachdruck aus dem Zahnärzteblatt
Baden-Württemberg (ZBW) 10/2017

Fachbeitrag**„Keramikveneers – minimale Präparation, maximale Wirkung****Teil 2: Präparation und Befestigung der Veneers“ und „Teil 3: ‚Non-Prep‘-Veneers und adhäsive Befestigung“****von Prof. Dr. Jürgen Manhart**

1. Mangani, F., et al., Clinical approach to anterior adhesive restorations using resin composite veneers. Eur J Esthet Dent, 2007. 2(2): p. 188-209.
2. Swift, E.J., Jr. and M.J. Friedman, Critical appraisal. Porcelain veneer outcomes, part I. J Esthet Restor Dent, 2006. 18(1): p. 54-57.
3. Arnetzl, G.V. and G. Arnetzl, Design of preparations for all-ceramic inlay materials. Int J Comput Dent, 2006. 9(4): p. 289-98.
4. Arnetzl, G.V. and G. Arnetzl, Biomechanical examination of inlay geometries--is there a basic biomechanical principle? Int J Comput Dent, 2009. 12(2): p. 119-30.
5. Brevier Technische Keramik (Herausgegeben vom Verband der Keramischen Industrie e.V.). Vol. 4. Auflage. 2003, Nürnberg: Verlag Hans Carl.
6. Castelnovo, J., et al., Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. J Prosthet Dent, 2000. 83(2): p. 171-80.
7. Walls, A.W., J.G. Steele, and R.W. Wassell, Crowns and other extra-coronal restorations (12): porcelain laminate veneers. Br Dent J, 2002. 193(2): p. 73-6, 79-82.
8. Robbins, J.W., Porcelain veneers, in Fundamentals of Operative Dentistry. A Contemporary Approach. (2nd Ed.), J.B. Summit, J.W. Robbins, and R.S. Schwartz, Editors. 2001, Quintessence Publishing Co, Inc: Chicago. p. 427-450.
9. Nash, R.W., The contact lens porcelain veneer. Dent Today, 2003. 22(5): p. 56-59.
10. Sharma, S., G. Kugel, and L. Hamburg, Successful veneers. Preparation is the critical factor in a successful treatment outcome. Inside Dentistry, 2010. 6(7): p. 76-79.
11. Ernst, K.K., Lichtspiele, in Kompendium Dental. Klinische und technische Fallstudien., S.M. Beschnidt, et al., Editors. 2004, Verlag Neuer Merkur GmbH: München. p. 95-124.
12. Kani, A., Ästhetische Versorgung einer Patientin nach dem Veneer-Kronen-Konzept. Quintessenz Zahntech, 2010. 36(3): p. 374-380.
13. Mütterthies, K., G. Körner, and T. Minami, Noninvasiv - Minimalinvasiv - Invasiv 2011, Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH.
14. Hajmasy, A. and H. Schorn, Maximaler Substanzerhalt bei maximaler Ästhetik. Quintessenz Zahntech, 2010. 36(3): p. 352-356.
15. Gütges, A., Additional Veneers. Drei Wege, ein Ergebnis!? Quintessenz Zahntech, 2010. 36(3): p. 302-316.
16. Mütterthies, K., Additio ad naturam. Möglichkeiten einer noninvasiven Veneer-Behandlung. Quintessenz Zahntech, 2010. 36(3): p. 366-373.

17. Rouse, J.S., Full veneer versus traditional veneer preparation: a discussion of interproximal extension. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1997. 78(6): p. 545-549.
18. Edelhoff, D. and J.A. Sorensen, Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent*, 2002. 87(5): p. 503-9.
19. Van Meerbeek, B., et al., The clinical performance of adhesives. *J Dent*, 1998. 26: p. 1-20.
20. Ozer, F. and M.B. Blatz, Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent*, 2013. 34(1): p. 12-18.
21. Xu, H.H., et al., Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *J Dent Res*, 1998. 77(3): p. 472-80.
22. Meredith, N., et al., Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Arch Oral Biol*, 1996. 41(6): p. 539-45.
23. Hajto, J. and U. Gehringer, Individuell variierende Präparationstiefe und Schichttechnik bei Frontzahnveneers. *Quintessenz Zahntechnik*, 2011. 37(8): p. 990-1000.
24. Magne, P. and M. Magne, Use of additive waxup and direct intraoral mock-up for enamel preservation with porcelain laminate veneers. *Eur J Esthet.Dent*, 2006. 1(1): p. 10-19.
25. Nordbo, H., N. Rygh-Thoresen, and T. Henaug, Clinical performance of porcelain laminate veneers without incisal overlapping: 3-year results. *J Dent*, 1994. 22(6): p. 342-345.
26. Strassler, H.E. and D. Nathanson, Clinical evaluation of etched porcelain veneers over a period of 18 to 42 months. *J Esthet Dent*, 1989. 1(1): p. 21-28.
27. Magne, P. and U. Belser, *Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition. A Biomimetic Approach*. 2002, Berlin: Quintessence Publishing Inc.
28. Magne, P. and U.C. Belser, Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent*, 2004. 16(1): p. 7-16.
29. Sheets, C.G. and T. Taniguchi, Advantages and limitations in the use of porcelain veneer restorations. *J Prosthet Dent*, 1990. 64(4): p. 406-11.
30. Peumans, M., et al., Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*, 2000. 28(3): p. 163-177.
31. Friedman, M.J., The enamel ceramic alternative: porcelain veneers vs metal ceramic crowns. *J Calif Dent Assoc*, 1992. 20: p. 27-33.
32. Peumans, M., et al., Five-year clinical performance of porcelain veneers. *Quintessence Int*, 1998. 29(4): p. 211-221.
33. Kihn, P.W. and D.M. Barnes, The clinical longevity of porcelain veneers: a 48-month clinical evaluation. *The Journal of the American Dental Association*, 1998. 129(6): p. 747-752.
34. Layton, D. and T. Walton, An up to 16-year prospective study of 304 porcelain veneers. *Int J Prosthodont.*, 2007. 20(4): p. 389-396.

35. Jordan, A., Clinical aspects of porcelain laminate veneers: considerations in treatment planning and preparation design. *J Calif Dent Assoc*, 2015. 43(4): p. 199-202.
36. Magne, P., et al., Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2000. 20(5): p. 440-457.
37. Stappert, C.F., et al., Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet.Dent*, 2005. 94(2): p. 132-139.
38. Troedson, M. and T. Derand, Effect of margin design, cement polymerization, and angle of loading on stress in porcelain veneers. *J Prosthet.Dent*, 1999. 82(5): p. 518-524.
39. Shaini, F.J., A.C. Shortall, and P.M. Marquis, Clinical performance of porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation over a period of 6.5 years. *J Oral Rehabil.*, 1997. 24(8): p. 553-559.
40. Smales, R.J. and F.C.S. Chu, Porcelain laminate veneers for dentists and technicians. 1999, New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd.
41. Magne, P., M. Magne, and U. Belser, The esthetic width in fixed prosthodontics. *J Prosthodont*, 1999. 8(2): p. 106-18.
42. Dumfahrt, H., Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part I--Clinical procedure. *Int J Prosthodont*, 1999. 12(6): p. 505-13.
43. Magne, P. and W.H. Douglas, Additive contour of porcelain veneers: a key element in enamel preservation, adhesion, and esthetics for aging dentition. *J Adhes Dent*, 1999. 1(1): p. 81-92.
44. Hugo, B., [Oscillating procedures in the preparation technic (I)] Oszillierende Verfahren in der Präparationstechnik (Teil I). *Schweiz. Monatsschr. Zahnmed.*, 1999. 109(2): p. 140-160.
45. Faus-Matoses, I. and F. Sola-Ruiz, Dental preparation with sonic vs high-speed finishing: analysis of microleakage in bonded veneer restorations. *J Adhes Dent*, 2013.
46. Carvalho, C.A., et al., The use of CVD diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent*, 2007. 19(1): p. 19-28; discussion 29.
47. D'Arcangelo, C., et al., Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clin Oral Investig*, 2012. 16(4): p. 1071-9.
48. Magne, P. and W.H. Douglas, Interdental design of porcelain veneers in the presence of composite fillings: finite element analysis of composite shrinkage and thermal stresses. *Int J Prosthodont*, 2000. 13(2): p. 117-24.
49. Priest, G., Proximal margin modifications for all-ceramic veneers. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.*, 2004. 16(4): p. 265-272.
50. Chen, J.H., et al., Clinical evaluation of 546 tetracycline-stained teeth treated with porcelain laminate veneers. *J Dent*, 2005. 33(1): p. 3-8.

51. Garcia-Baeza, D., R. Garcia-Adamez, and C. Saavedra, Soft and hard tissue management in the treatment of a discolored single tooth in the esthetic zone. *Int J Esthet Dent*, 2017. 12(1): p. 28-40.
52. Gürel, G., Predictable and Precise Tooth Preparation Techniques For Porcelain Laminate Veneers (PLVs) in Complex Cases. *Oral Health Journal*, 2007. 8(4): p. 14-27.
53. Boksman, L. and B. Carson, Aesthetic veneer restoration of an anterior dentition postorthodontics complicated by ankylosis. *Dent Today*, 2005. 24(11): p. 106-110.
54. Helvey, G.A., Porcelain Laminate Veneer Preparations: The Additive Contour Technique. *Inside Dentistry*, 2009. 5(1): p. 74-78.
55. Barghi, N. and E. McAlister, Porcelain for veneers. *J Esthet Dent*, 1998. 10(4): p. 191-7.
56. Hajto, J. and C. Marinescu, An esthetic challenge: isolated areas of high translucency in laminate veneers. *Eur J Esthet Dent*, 2012. 7(3): p. 282-94.
57. Nixon, R.L., Masking severely tetracycline-stained teeth with ceramic laminate veneers. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 1996. 8(3): p. 227-35; quiz 237.
58. Meijering, A.C., et al., Dimensional changes during veneering procedures on discoloured teeth. *J Dent*, 1998. 26: p. 569-576.