

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?

Indizes

Vollkeramik, Veneers, Wax-up, Materialauswahl, Präparationsschablone, Präparationstechnik, Farbnahme, Einprobe, adhäsive Befestigung

Zusammenfassung

Die Einführung der Adhäsivtechnik in Kombination mit zahnfarbenen Restaurationsmaterialien zählt zu den größten Errungenschaften der restaurativen Zahnheilkunde. Dazu haben adhäsiv befestigte Veneers auf der Basis verschiedener silikatkeramischer Materialien ganz wesentlich beigetragen. Keramische Veneers, denen über lange Zeit der Nimbus einer rein ästhetischen Versorgung anhaftete, erfahren noch heute eine stetige Indikationserweiterung und haben sich zu einer ernsthaften Behandlungsalternative zu klassischen, weitaus invasiveren Restaurationsformen entwickelt. Heute werden sie neben zahlreichen anderen Anwendungsbereichen zur Rekonstruktion der Biomechanik von Zähnen, zur Einstellung einer angemessenen Funktion bis hin zur Maskierung stark verfärbter endodontisch behandelter Zähne eingesetzt. Dies stellt hinsichtlich der Farbübertragung, der Auswahl einer geeigneten Keramik, der Präparationsgestaltung und der Entscheidung für ein adäquates Befestigungsmaterial höchste Anforderungen an die Kommunikation im restaurativen Team. Der Beitrag beschreibt anhand klinischer Beispiele die Prinzipien der modernen Veneertechnik unter besonderer Berücksichtigung der Zusammenarbeit mit dem Zahntechniker bei der Analyse, der Definition des Behandlungsziels, der Farbbestimmung, der Entscheidung zugunsten einer passenden Keramik, der Präparationsgestaltung und der Festlegung des Befestigungsmaterials für die adhäsive Eingliederung. Außerdem wird auf der Basis der vorhandenen wissenschaftlichen Literatur das Langzeitverhalten keramischer Veneers bewertet.

Einleitung

Erste Ideen zum Einsatz zahnfarbener Schalen auf Frontzähnen gehen auf *Charles L. Pincus* zurück, der diese Technik erstmals in den 1930er Jahren beschrieb³¹. *Pincus* benutzte die Möglichkeit der Frontzahnmodifikation dazu, die Persönlichkeit und den charakterlichen Ausdruck insbesondere von Schauspielern während der Dreharbeiten zu unterstützen.

Copyright by QuintessenZ

ZAHNERHALTUNG
not for publication



Daniel Edelhoff
Prof. Dr. med. dent.

Klinikdirektor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Klinikum der Universität München –
Campus Innenstadt
Goethestraße 70
80336 München
E-Mail: daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de

Otto Prandtner
ZTM
Plattform Dentallabor, München

Reza Saeidi Pour
Dr. med. dent.

Anja Liebermann
Dr. med. dent.

Michael Stimmelmayer
Priv.-Doz. Dr. med. dent.
Fachzahnarzt für Oralchirurgie

Jan-Frederik Güth
Priv.-Doz. Dr. med. dent.

Leitender Oberarzt
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Klinikum der Universität München –
Campus Innenstadt

Die Haltbarkeit dieser ersten Veneers war allerdings auf wenige Stunden begrenzt, da zu dieser Zeit weder zuverlässige, passgenaue vollkeramische Systeme noch verlässliche adhäsive Befestigungsmöglichkeiten existierten. Erst die Einführung der Säureätztechnik Mitte der 1950er Jahre durch *M. G. Buonocore*⁶, die Entwicklung von Befestigungsmaterialien auf der Basis von Bis-GMA ungefähr zur gleichen Zeit durch *R. L. Bowen*⁵, die Etablierung geeigneter Ätzverfahren für silikatbasierte Dentalkeramiken sowie der Einsatz von Haftvermittlern wie Silan führten dazu, dass die Bedeutung der keramischen Veneers² in der restaurativen Zahnheilkunde in den frühen 1980er Jahren wuchs und bis heute ungebrochen ist^{8,26}. Während in der Anfangsphase die Herstellung in der Sintertechnologie auf der Basis einer Platinfolie oder eines feuerfesten Stumpfes dominierte^{17,34}, kamen bald Presstechniken^{14,15} und CAD/CAM-basierte Herstellungsverfahren³⁸ auf den Markt, die nach wie vor einer zunehmenden Nachfrage unterliegen. Die Festigkeit der verwendeten Materialien konnte durch die Einführung neuer Keramiktypen in den letzten Jahren noch einmal erheblich gesteigert werden²⁵. Ermutigt durch positive klinische Langzeitergebnisse, erfolgt heute noch immer eine stetige Indikationserweiterung, wobei auch bisherige Kontraindikationen neu bewertet und als mögliche zusätzliche Einsatzbereiche diskutiert werden^{32,33,35,36}.

Vor diesem Hintergrund konnten sich keramische Veneers in den letzten Jahrzehnten vom Nimbus einer rein ästhetischen Versorgung befreien und sich zu einer seriösen Behandlungsalternative neben klassischen und weitaus invasiveren Restaurationsformen entwickeln. Heute werden sie neben zahlreichen anderen Bereichen zur Rekonstruktion der Biomechanik von Zähnen, zur Einstellung einer adäquaten Funktion bis hin zur Maskierung stark verfärbter endodontisch behandelter Zähne eingesetzt. Da im Gegensatz zu klassischen Kronen sehr viel geringere Schichtstärken – häufig auch rein additiv – zur Anwendung kommen, sind höchste Anforderungen an die Kommunikation im Team hinsichtlich der Übertragung der Zahnfarbe, der Selektion der geeigneten Keramik und der Herstellungstechnik sowie der Präparationsgestaltung und der Auswahl des adhäsiven Befestigungsmaterials zu erfüllen.

Die Überlebensrate keramischer Veneers wird allerdings von zahlreichen Parametern beeinflusst. Dazu zählen das Ausmaß des verfügbaren Zahnschmelzes, das verwendete Material, die Präparationsgestaltung, die Funktion und die Okklusionsverhältnisse, der Destruktionsgrad und die Vitalität des zu versorgenden Zahnes (vital oder endodontisch behandelt), aber auch die Erfahrung des restaurativen Teams.

Der vorliegende Beitrag soll als Leitfaden für die Umsetzung langlebiger, ästhetisch und funktionell erfolgreicher Veneerrestorationen aus Keramik in enger Zusammenarbeit zwischen Zahnarzt und Zahntechniker dienen.

Analyse und Festlegung des Restaurationsziels

Die Analyse der Funktion, der Ästhetik und der Biomechanik sowie die Festlegung des Restaurationsziels setzen eine sehr enge Kommunikation mit dem Zahntechniker voraus. Folgende Unterlagen sollten für die labortechnische Analyse zur Herstellung des diagnostischen Wax-ups zur Verfügung stehen: Porträtaufnahmen frontal und lateral mit und ohne Gesichtsbogen, Aufnahmen mit leicht geöffnetem Mund und entspannter Oberlippe sowie Videoaufnahmen (Smartphone reicht aus), bei denen der Patient frei erzählt und einmal beispielsweise von „50“ bis „55“ zählt. Diese Aufnahmen unterstützen die Bestimmung der Länge und der Inklination der Scheidekanten der mittleren Oberkieferinzisivi als zentralen Ausgangspunkt jeder Frontzahn- oder komplexeren Rehabilitation. Weiterhin benötigt werden intraorale Fotos beider Kiefer (Fotostatus), Abformungen (vorzugsweise Präzisionsabformungen) beider Kiefer mit der Darstellung des Vestibulums einschließlich der Jugae alveolaria und eine Kieferrelationsbestimmung (ggf. in Interkuspitationsposition und zentrischer Relation).

Folgende Punkte bilden somit die Grundlage für die Analyse im Team Zahntechniker/Zahnarzt:

- Funktionsanalyse im Artikulator und am Patienten (Eckzahnführung, Artikulator, Patient);
- Okklusionskontakte in statischer und dynamischer Okklusion (Patient, Eckzahnführung, Artikulator);



Abb. 1 Zur Übertragung des Wax-ups in den Mund des Patienten kann eine Tiefziehfolie (Duran transparent, Stärke 0,5 mm) mit einem transparenten Silikon (Matrix Flow 70 clear) kombiniert werden



Abb. 2 Zur ästhetischen Evaluierung wurde nach Isolierung der Frontzähne mit niedrigvisköser Vaseline ein vom Wax-up abgeleitetes Mock-up reversibel aufgebracht

- Verschleiß an den Zähnen mit der Differenzierung mechanisch oder biokorrosiv (Anamnese, Röntgenbilder, intraorale Untersuchung, Fotos, Modell);
- Ausdehnung bestehender Füllungen (Röntgenbilder, intraorale Untersuchung, Fotos, Modell);
- Zahnproportionen, insbesondere die Länge der mittleren Oberkieferinzisivi (Fotos, Video, Modell);
- Bestimmung der Anzahl der zu restaurierenden Zähne (Röntgenbilder, intraorale Fotos, Video, Modell);
- Destruktionsgrad der Zähne (klinischer Befund, Röntgenbilder, intraorale Fotos, Modell);
- Position der Mittellinie (Porträtfotos, Video, Modell);
- Angle-Klasse (Referenz: Molarenrelation am Modell und am Patienten);
- Achsneigung der Zähne (laterale/frontale Aufnahmen, Modell);
- Lippenprofil (Patient, laterale Aufnahmen, Modell);
- Ausmaß/Verhältnis Overjet und Overbite (Patient, laterale Aufnahmen, Modell).

Ein anschließend durchgeführtes Wax-up sollte mit einem zum Meistermodell in Kontrast stehenden Wachs durchgeführt werden (z. B. helles Meistermodell, dunkelgraues Wachs), um die Grenzen der aufgewachsenen Anteile klar erkennbar zu gestalten. Dies ist wichtig für die spätere Definition und Einhaltung der Präparationsgrenzen während der Präparationssitzung.

Die Übertragung des Wax-ups in den Mund des Patienten kann entweder mit einer Tiefziehfolie (z. B. Duran transparent, Stärke 0,5 mm, Fa. Scheu-Dental, Iserlohn) von einem dublierten Wax-up-Modell (Hart-

gips) erfolgen oder mit einem transparenten Silikon (z. B. Matrix Flow 70 clear, Fa. Anaxdent, Stuttgart) direkt vom Wax-up-Modell abgegriffen werden. Möglich ist auch eine Kombination aus beidem (Abb. 1). Für die Einprobe eines Wax-ups im Mund des Patienten bieten sich Materialien zur Herstellung von Chairside-Provisorien (z. B. Luxatemp Automix Solar, Fa. DMG, Hamburg) an. Hierbei ist es ratsam, die natürlichen Zähne zuvor mit flüssiger Vaseline zu isolieren, um eine unkomplizierte Wiederentfernung beispielsweise mit einem Scaler (z. B. SHG6/77, Fa. Hu-Friedy, Frankfurt/M.) zu gewährleisten (Abb. 2).

Farbestimmung

Spätestens zu Beginn einer Präparationssitzung sollte die Farbestimmung erfolgen. Dabei ist es wichtig, zusammen mit dem Patienten eine klare Entscheidung über die endgültige Zahnfarbe zu treffen. Etwaige Mundhygiene- und Bleichmaßnahmen sollten abgeschlossen sein. Generell gilt, dass der Helligkeitswert einen weitaus entscheidenderen Faktor darstellt als die eigentliche Zahnfarbe. Zudem existieren bei natürlichen Zähnen erhebliche Helligkeitsunterschiede zwischen Schneide- (heller) und Eckzähnen (dunkler)¹⁹. Wenn zwischen zwei Helligkeitswerten keine klare Entscheidung getroffen werden kann, ist es in der Regel sinnvoll, die hellere Variante zu wählen. Wird beispielsweise im Frontzahnbereich die Farbe Vita classical A2 ausgewählt, dann tendiert die Veneer-Farbempfehlung eher in Richtung A1. Aufgrund der schmelzähnlichen Translu-

ZAHNERHALTUNG

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?



Abb. 3 Bestimmung der Stumpffarbe bei einer Veneerpräparation an einem stark verfärbten, bleichresistenten mittleren Inzisivus (Stumpffarbring IPS Natural Die Material)

zenz weist das Veneer der Farbe A1 einen sogenannten Chamäleoneffekt auf. Bedingt durch durchscheinende natürliche Dentinanteile des präparierten Zahnes wird sich die endgültige Farbe, nachdem die Keramik Feuchtigkeit im Mund aufgenommen hat, wieder zu einer A2 entwickeln und damit geringfügig an Helligkeit verlieren. Eine zu hell ausgewählte Farbe kann der Zahntechniker im Zweifelsfall dunkler malen, wohingegen es nahezu unmöglich ist, einen zu niedrigen Helligkeitswert durch Malfarben anzuheben.

Die am nächsten liegenden Farbmuster (Referenzfarbring) sollten zusammen mit der Restbezeichnung unter gleichen Lichtbedingungen fotografiert werden. Zudem ist es aufgrund der geringen Schichtstärke der Veneers insbesondere bei verfärbten Zahnbereichen wichtig, nach abgeschlossener Präparation eine zweite Farbbestimmung mit einem Stumpffarbring (IPS Natural Die Material, Fa. Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) vorzunehmen (Abb. 3). Diese Information kann der Zahntechniker für die Anfertigung farbidentischer Laborstümpfe einsetzen, um den Eintrübungsgrad des Veneers optimal an den Untergrund anzupassen: transluzente Materialien für einen innigen Austausch mit dem Untergrund bei normal gefärbter Zahnhartsubstanz und opakere Schichten zur Maskierung eines stark verfärbten Untergrundes⁹.

Materialauswahl

Die Materialauswahl sollte möglichst vor der Präparations Sitzung erfolgen. Grundsätzlich könnten auch indirekt gefertigte Veneers aus Kompositmaterialien eingesetzt werden²⁰. In den letzten Jahrzehnten haben sich jedoch Veneers auf der Basis verschiedener silikatkeramischer Materialien wegen der zahnschmelzähnlichen mechanischen und optischen Eigenschaften sowie der optimalen adhäsiven Anbindungsmöglichkeiten mit Hilfe der Fluorwasserstoffsäureätzung und der Applikation von Silan durchgesetzt. Keramische Veneers können in verschiedenen Verfahren hergestellt werden, die auch Einfluss auf die Materialauswahl nehmen:

- Sinterverfahren auf Platinfolie oder feuerfesten Stümpfen (überragende Ästhetik, relativ geringe Festigkeit);
- Press- oder CAD/CAM-Verfahren monolithisch, bemalt (reduzierte Ästhetik bei Verwendung monochromatischer Materialien, höchste Festigkeit);
- Press- oder CAD/CAM-Verfahren zur Gerüstherstellung mit geringfügiger Verblendung aus Zahnschmelz auf einem als Dentinkern gestalteten Gerüst, sogenannte Cutback-Technik (sehr gute Ästhetik, hohe Festigkeit);
- Press- oder CAD/CAM-Verfahren zur Gerüstherstellung mit umfangreicherer Verblendung (sehr gute Ästhetik, hohe Festigkeit).

Für jedes dieser Verfahren sind unterschiedliche silikatkeramische Materialien verfügbar. Das gesamte Spektrum des Materialangebots ist im Rahmen dieses Beitrags nicht darstellbar, so dass hier nur eine exemplarische Auswahl präsentiert werden kann. Für das Sinterverfahren lassen sich sowohl klassische Feldspatkeramiken (z. B. Creation CC, Fa. Creation Willi Geller, Meiningen, Österreich) als auch Modifikationen wie leuzitverstärkte Fluorapatitkeramiken (z. B. IPS d.SIGN, Fa. Ivoclar Vivadent) einsetzen. Diese Keramiken fallen in die Kategorie der Verblendkeramiken und zeigen relativ geringe Biegefestigkeiten von ≤ 100 MPa²⁴.

Für das Press- oder CAD/CAM-Verfahren werden Materialien wie feldspatbasierte CAD/CAM-Keramiken (Vitablocs Mark II, Fa. Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen),





Abb. 4a und b Beispiel einer Veneerrestauration bei einem männlichen Patienten mit Parafunktionen. Aufgrund des erhöhten Frakturrisikos wurden in diesem Fall Veneers aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, HT) eingesetzt, die über eine extrem hohe Festigkeit verfügen. Das ästhetische Erscheinungsbild erreicht nicht das Niveau gesinterter Veneers im Schichtverfahren, aber diese weisen eine weitaus geringere Festigkeit auf

Tab. 1 Mögliche Einteilung keramischer Veneers nach der Schichtstärke und dem Kriterium ästhetisches Erscheinungsbild oder Festigkeit

	„Dünne“ Veneers	Klassische Veneers	„Dicke“ Veneers
Minimale Schichtstärke	± 0,3 mm	± 0,5 mm	≥ 0,6 mm
Ästhetik	Sinterkeramik Feuerfester Stumpf	Sinterkeramik Feuerfester Stumpf	–
Ästhetik/Funktion	–	Cutback Gerüst aus Lithium(di)silikat- keramik mit Verblendung	Gerüst aus Lithium(di)silikat- keramik mit Verblendung
Funktion	monolithisch Lithium(di)silikatkeramik	monolithisch Lithium(di)silikatkeramik	monolithisch Lithium(di)silikatkeramik

leuzitverstärkte Glaskeramiken (z. B. IPS Empress, IPS Empress CAD, Fa. Ivoclar Vivadent), zirkonoxidverstärkte Lithiumsilikatkeramiken (z. B. Celtra Press und Celtra Duo, Fa. Dentsply Sirona DeguDent, Hanau; Vita Suprinity, Fa. Vita Zahnfabrik) sowie Lithiumdisilikatkeramiken (z. B. IPS e.max Press, IPS e.max CAD, Fa. Ivoclar Vivadent) angeboten. Klinische Studien haben gezeigt, dass feldspatbasierte Keramiken, leuzitverstärkte Glaskeramiken wie auch Lithiumdisilikatkeramiken sehr gute Langzeitergebnisse erzielen^{4,15,26,27}. Für Veneers aus zirkonoxidverstärkter Lithiumsilikatkeramik liegen aufgrund der erst seit wenigen Jahren bestehenden Verfügbarkeit zurzeit noch keine klinischen Langzeitdaten vor. Ein mögliches, von den Autoren genutztes praxisnahes Konzept zur Auswahl der Herstellungstechnik ist in Tabelle 1 aufgeführt. Hier wird zwischen „dünnen“ (Mindestschichtstärke 0,3 mm), klassischen (Mindestschichtstärke 0,5 mm) und „dicken“

Veneers (Mindestschichtstärke 0,6 mm) zum Aufbau umfangreicher Zahnhartsubstanzdefekte unterschieden. Wenn das Hauptaugenmerk auf höchste ästhetische Ansprüche gerichtet ist und kaufunktionelle Risiken eher ausgeschlossen werden können, stellen nach Meinung der Autoren Veneers aus Sinterkeramik bei dünnen und klassischen Schichtstärken die erste Wahl dar. Sind kaufunktionelle Restrisiken wie ungünstige Okklusionsverhältnisse (tiefer Überbiss, steile Führungen), mögliche Parafunktionen und hohe Kaukräfte zu erwarten, sollte man aufgrund ihrer hohen Festigkeit monolithischen Veneers auf der Basis von Lithium(di)silikatkeramiken den Vorzug geben, die entsprechend bemalt werden oder durch den Einsatz von multichromatischen CAD/CAM-Blöcken (z. B. IPS Empress CAD Multi, Fa. Ivoclar Vivadent) oder Pressrohlingen (IPS e.max Press Multi, Fa. Ivoclar Vivadent) eine chromatische Differenzierung zwischen Dentin und Zahn-

■ ZAHNERHALTUNG

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?

schmelzanteilen wiedergeben können (Abb. 4a und b). Die Vorteile einer extrem hohen Festigkeit werden hier durch einen gewissen Kompromiss hinsichtlich der Ästhetik erkauft (Abb. 4b). Eine geeignete Kombination beider Vorteile stellt die Wahl eines Gerüsts aus Lithium(di)silikatkeramiken mit einer gesinterten Verblendkeramik dar. Diese kann bei geringem Platzangebot mit reiner Zahnschmelz-Sinterkeramik auf einem dentinkernartigen Gerüst aufgetragen (Cutback-Technik) oder bei großvolumigeren Restaurationen in mehreren Schichten verwirklicht werden. Bei starken Schichtstärken von mehreren Millimetern zum Aufbau ganzer Zahnanteile sollte man aus Festigkeitsgründen wenn möglich einer Gerüststruktur den Vorzug geben.

Präparation

Minimalinvasive Präparationen wie solche für Veneers stellen höhere Anforderungen an den Behandler als die weit invasiveren Vollkronenpräparationen. Einerseits ist der Erhalt von Zahnschmelzanteilen beim Veneer ein wesentlicher erfolgsbestimmender Faktor^{27,30}, andererseits bietet eine ausgedehntere Präparation für das Veneer dem Zahntechniker einen größeren Gestaltungsfreiraum und dem Zahnarzt eine einfachere provisorische Versorgungsmöglichkeit sowie eine klarer definierte Positionierung bei der definitiven adhäsiven Befestigung. Obwohl für Veneerpräparationen klare Prinzipien gelten, können sie in Abhängigkeit von der individuellen klinischen Situation (Ausmaß der funktionellen und ästhetischen Korrektur, Destruktionsgrad des Zahnes, bestehende Füllungen, Okklusionsverhältnisse etc.) äußerst flexibel in der Gestaltung sein. Dies gilt sowohl für die Lage der marginalen Präparationsgrenze und die inzisale Gestaltung als auch für die interproximale Ausdehnung.

Die Lokalisation der marginalen Präparationsgrenze kann supragingival, equigingival oder intrasulkulär erfolgen. Eine supragingivale Präparationsgrenze bietet zahlreiche Vorteile wie Schmelzpräsenz, einfache Präparation und Abformung, gute Kontrollmöglichkeit bei der adhäsiven Befestigung (Überschussentfernung) und keine Interferenzen (Traumatisierung) mit der marginalen Gingiva. Die intrasulkuläre Präparation eignet sich

für umfangreichere Formveränderungen, zum Schließen von interdentalen Bereichen wie „schwarzen Dreiecken“ sowie zur Abdeckung exponierter Dentin-/Wurzelsementareale und bestehender Kompositfüllungen.

Bei der inzisalen Gestaltung bietet das Anlegen einer palatinalen Hohlkehle die höchsten Freiheitsgrade für die Festlegung der Inzisalkantenposition, z. B. weiter nach vestibulär zur Lippenunterstützung, ohne die Inzisalkante zu „dick“ gestalten zu müssen. Festigkeitsunterschiede beim Vergleich verschiedener inzisaler Präparationsmöglichkeiten (mit und ohne inzisale Überdeckung) konnten nicht nachgewiesen werden¹. Der Vorteil einer zuvor im Wax-up festgelegten Außenkontur des späteren Veneers besteht zum einen in der Option, die vom Zahntechniker gewünschte Lage der Präparationsränder am Wax-up-Modell überprüfen zu können, und zum anderen darin, anhand einer vom Wax-up abgeleiteten diagnostischen Schablone oder eines Silikonschlüssels eine geführte, jederzeit überprüfbare Präparation vornehmen zu können (Abb. 5). Bei ausgeprägten Verfärbungen sollte die Präparations-tiefe ausgedehnt werden, um dem Zahntechniker eine adäquate Maskierungsmöglichkeit zu bieten (Abb. 6). Die Abtragstiefe lässt sich bei diesem Vorgehen durch eine Parodontalsonde mit Millimeteerteilung (CP-15UNC Universität North Carolina, Fa. Hu-Friedy), die den Abstand zwischen präparierter Zahnoberfläche und Schabloneninnenfläche misst, problemlos kontrollieren. Eine Überprüfung der Abtragstiefe kann auch durch den Einsatz von Tiefenmarkierungsdiamanten auf dem Mock-up erfolgen. Der nicht diamantierte Schaft des Tiefenmarkierers stoppt dann auf der bereits definierten Außenfläche des geplanten Veneers und trägt durch die vornehmlich additiv konzipierten Veneerverfahren nur in Zahnhartsubstanzbereichen ab, an denen ansonsten Mindestschichtstärken unterschritten würden (Abb. 7).

Auch die interproximale Ausdehnung der Präparation kann je nach Ausgangssituation und Restaurationsziel in verschiedenen Graden vorgenommen werden (Abb. 8). Während das wenig invasive, einfach und schnell umzusetzende Short-Wrap-Design die Präparationsränder im sichtbaren Bereich belässt, werden sie beim häufiger angewendeten Medium-Wrap-Design



Abb. 5 Vorgehen bei der Präparation. Die durch ein Wax-up geplante Außenkontur wird in eine diagnostische Schablone aus Silikonmasse überführt. Diese dient als Orientierungshilfe bei der Präparation und ökonomisiert den Substanzabtrag

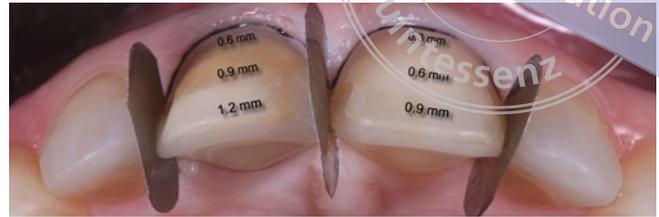


Abb. 6 Vorgehen bei der Präparation. Veneerpräparation der beiden mittleren Inzisivi des Oberkiefers im Medium-Wrap-Design. Vor der Doppelmischabformung wurden Metallmatrizen in die Kontaktpunktbereiche der präparierten Zähne gebracht, um ein Sägen des Meistermodells zu umgehen. Aufgrund der ausgeprägten Verfärbungen an Zahn 11 erfolgte zur besseren Maskierung ein im Vergleich zum normal gefärbten Zahn 21 tieferer Abtrag



Abb. 7 Vorgehen bei der Präparation. Einsatz eines Tiefenmarkierers auf dem Mock-up als definierte Außenfläche für das geplante Veneer. Dadurch wird ein Abtrag nur in Zahnhartsubstanzbereichen erzeugt, an denen ansonsten Mindestschichtstärken für das Veneer unterschritten würden

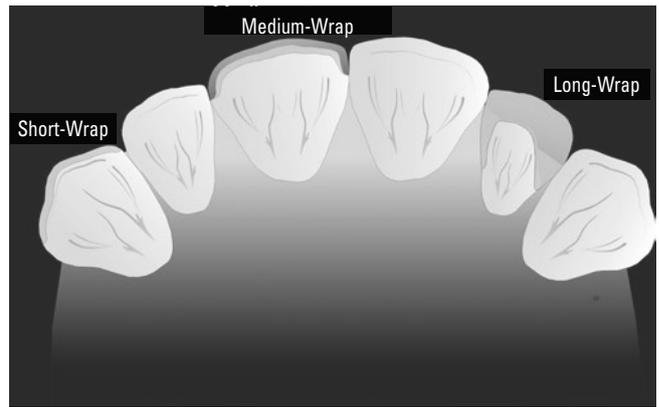


Abb. 8 Möglichkeiten zur Gestaltung der interproximalen Ausdehnung. Von links nach rechts mit zunehmender Invasivität: 1. einfach durchzuführendes Short-Wrap-Design mit sichtbarer Klebefuge; 2. Medium-Wrap-Design mit Erhalt des Kontaktpunktes und nicht sichtbarer Klebefuge; 3. Long-Wrap-Design mit Auflösung des Kontaktpunktes und tiefer (ca. 2/3) interproximaler Präparation

nicht sichtbar unter Schonung des Kontaktpunktes in die interproximalen Nischen verlegt (Abb. 9a bis c). Durch den Erhalt des Kontaktpunktes bleibt auch die Breite des bestehenden Zahnes erhalten, so dass eine Neugestaltung der Zahnlänge aufgrund des definierten Breiten-Längen-Verhältnisses nur in eingeschränktem Maße erfolgen kann²⁹. Das Long-Wrap-Design ist deutlich invasiver, da es die Kontaktpunkte öffnet. Damit bietet es allerdings dem restaurativen Team im Hinblick

auf die Form und Stellung des/der Veneers sehr viel mehr Variationsmöglichkeiten. Dieses Präparationsdesign eignet sich vornehmlich für stark verfärbte Zähne sowie das Schließen von Diastemata und sogenannten schwarzen Dreiecken, bei Mittellinienkorrekturen, umfangreichen Formveränderungen und für die Abdeckung ausgeprägter approximaler Füllungen. Zudem ist bei Veneers in direkter Nachbarschaft zu Kronen die Umsetzung der Long-Wrap-Präparationsvariante vorteil-

ZAHNERHALTUNG

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?



Abb. 9a Beispiel für eine Veneerpräparation der Unterkieferfrontzähne im Medium-Wrap-Design („dünne“ Veneers). In diesem Fall wurden die Veneers für die vier Inzisivi in Feldspatkeramik auf feuerfesten Stümpfen gesintert und jene für die beiden Eckzähne zur Erzielung einer höheren Festigkeit aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik gepresst



Abb. 9b und c Einprobe der Veneers aus Abbildung 9a mit eingefärbten Try-in-Pasten (Farbe: warm) auf Glycerinbasis



Abb. 10 Einsatz eines oszillierenden „halben“ Torpedos beim Anlegen einer approximalen Hohlkehle während einer Veneerpräparation im Full-Wrap-Design. Durch die einseitige Diamantierung des Instrumentes ist eine Traumatisierung des Nachbarzahnes während der Präparation ausgeschlossen



Abb. 11 Einsatz einer einseitig belegten Sof-Lex-Scheibe (2382 M) zur Kantenbrechung, Glättung und Abrundung der zuvor mit Diamanten erzeugten Veneerpräparation

haft, weil dadurch der Kontaktpunkt zwischen beiden Restaurationen in Keramik gestaltet werden kann.

Für das interproximale Anlegen einer Hohlkehle bieten sich oszillierende Instrumente (z. B. SonicLine-Aufsätze „halbes Torpedo“ SF8878KM, Komet Dental, Fa. Brasseler, Lemgo) und zum Kantenbrechen, Abrunden sowie Glätten Sof-Lex-Scheiben (2382 M, Fa. 3M Espe, Seefeld) an¹³ (Abb. 10 und 11). Bei parodontal kompromittierten Situationen kann das Long-Wrap-Design mit einer horizontalen Insertionsachse kombiniert werden. Damit lässt sich ein drastischer Zahnhartsubstanzabtrag im koronalen Bereich des Zahnes vermeiden und die Distanz „C“ (Cervikal) kleiner als die Distanz „D“ (Dentin) gestalten²⁸ (Abb. 12a bis c). Diese Methode erlaubt es, erhebliche Mengen an Zahnhartsubstanz zu erhalten, ist allerdings in der klinischen und technischen Anwendung als sehr schwierig einzustufen. In bestimmten Indikationen kann der Übergang zu einer Vollkrone fließend sein (Abb. 13a und b). Eine solche zirkuläre Präparationsform (360°) wird auch als Full-Wrap-Veneerdesign bezeichnet und bietet sich vor allem bei komplexen Fällen mit einer Anhebung der Vertikaldimension der Okklusion an, um den palatinal an den Oberkieferfrontzähnen entstehenden Freiraum zu den Unterkieferfrontzähnen partiell zu schließen¹¹ (Abb. 13a und b).



Abb. 12a Keramische Veneers für die Zähne 13, 12, 11 und 21 im Long-Wrap-Design und vollkeramische Krone 22



Abb. 12b Die Veneerpräparation an Zahn 21 wurde auf eine horizontale Einschubrichtung ausgerichtet. Dadurch ließ sich die Distanz „C“ schmaler gestalten als die Distanz „D“ (aus vertikaler Sicht also unter sich gehend). Gegenüber einer traditionellen Vollkronenpräparation konnten etwa 40 % Zahnhartsubstanz erhalten werden



Abb. 12c Situation nach adhäsiver Eingliederung der Long-Wrap-Veneers mit lichthärtenden niedrigviskösem Befestigungskomposit (Variolink Esthetic LC, Farbe: warm) und der Krone 22 mit einem dualhärtenden Befestigungskomposit (Variolink Esthetic DC, Farbe: warm)

Provisorische Versorgung

Die Anfertigung der Provisorien kann chairside mit Hilfe der mehrfach verwendbaren diagnostischen Präparationsschablone und eines Bis-GMA-basierten provisorischen Restaurationsmaterials (z. B. Luxatemp Automix Solar) erfolgen. Dazu lassen sich die umliegenden Hart- und Weichgewebe mit flüssiger Vaseline isolieren. Zur Erzielung einer besseren Ästhetik kann bei der Herstellung der Veneerprovisorien im Oberkiefer zunächst ein lichthärtendes transluzentes Komposit (z. B. Tetric Evoflow, Farbe: T, Fa. Ivoclar Vivadent) in den Schneidekantenbereich der Schablone dünn auslaufend geschichtet, nach Aufsetzen kurz durch Lichtpolymerisation angehärtet und dann mit einem Bis-GMA-basierten provisorischen Restaurationsmaterial unterfüllt werden. Beide Materialien sind problemlos wieder aus der Schablone zu entfernen. Wenig retentive Veneerprovisorien werden nach Möglichkeit verblockt belassen und mit einem Bonding (z. B. Heliobond, Fa. Ivoclar Vivadent) eingegliedert, das zuvor mit einem



Abb. 13a Keramische Veneers mit einem Gerüst aus Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, HT) mit manueller Verblendung im Full-Wrap-Design mit zirkulärer (360°)-Präparation



Abb. 13b Keramische Veneers im Full-Wrap-Design bei der Einprobe mit Try-in-Pasten. Die Präparation erfolgte equi- und supragingival und zeigt labial eine durchgehende Zahnschmelzpräsenz

■ ZAHNERHALTUNG

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?

Pinsel auf die finierten, ungeätzten Präparationsflächen und die Innenflächen der Provisorien aufgetragen wurde. Nach Überschussentfernung mit Kunststoffpellets (Pele Tim, Fa. Voco, Cuxhaven) und Superfloss (Fa. Oral B, Kronberg) wird die Bondingschicht 30 Sekunden durch die provisorische Restauration hindurch mit einer Polymerisationslampe ausgehärtet. Bei extrem geringer Retention empfiehlt sich vor der provisorischen Eingliederung ein „spot etching“, d. h. eine punktförmige Phosphorsäureätzung eines kleinen Schmelzbereiches (ca. 2 mm Durchmesser) innerhalb der Präparationsfläche für nur 10 Sekunden. Die partiell entstandenen Mikroretentionen schützen nach dem Aushärten des Bondings relativ zuverlässig vor Retentionsverlusten.

Provisorien bieten sich auch für die Kontrolle einer ausreichenden Abtragstiefe an, da sie in idealer Form die spätere Schichtstärke des keramischen Veneers wiedergeben. Deshalb ist es sinnvoll, sie vor der eigentlichen Abformung anzufertigen und mit einem Taster die Schichtstärke zu überprüfen. Vor den nachfolgenden Präzisionsabformungen sollte dann allerdings eine Reinigung der kontaminierten Zahnoberflächen mit rotierenden Nylon-Reinigungsbürsten (z. B. 9531.204.020, Komet Dental) erfolgen, um Interferenzen mit dem Präzisionsabformmaterial zu vermeiden. Zur Vorbereitung für die Präzisionsabformung der intrasulkulär präparierten Zähnen ist es ratsam, zwei Fäden übereinander (Doppelfadentechnik) in den Sulkus einzubringen (Ultrapak Größe 000 als erster und Größe 0 als zweiter Faden, Fa. Ultradent, München). Bei equi- und supragingivalen Präparationen reicht meistens die Einfadentechnik mit der Größe 000 aus. Als Abformungstechnik eignet sich eine einzeitige Doppelmischabformung (z. B. Polyethermassen, Impregum/Permadyne, Fa. 3M Espe) unter Verwendung eines individuellen Löffels oder eines individualisierten und mit Polyetheradhäsiv beschickten Rimlock-Abformlöffels.

Einprobe und adhäsive Eingliederung

Nach Entfernung der temporären Versorgungen ist eine Reinigung mit Hilfe von Nylon-Reinigungsbürsten und einer fluoridfreien Reinigungspaste (Zircate Prophy Paste, Fa. Dentsply Sirona, Konstanz) notwendig. Meis-

tens löst sich das Bonding bereits mit der Entfernung des Provisoriums von den finierten Präparationsflächen. Hartnäckige Bondingreste können zudem problemlos mit einem Scaler beseitigt werden. Bei punktuell geätzten Schmelzflächen lassen sich zur Entfernung des Bondings selektiv Finierer oder Sof-Lex-Scheiben verwenden. Zur Kontrolle der Form- und Farbgebung werden die Restaurationen mit eingefärbtem Glyceringel (z. B. Try-in-Paste Variolink Esthetic, Fa. Ivoclar Vivadent) einprobiert. Mit den Try-in-Pasten, die in zu den definitiven Befestigungsmaterialien korrespondierenden Einfärbungen (z. B. warm+, warm, neutral, light, light+) zur Verfügung stehen, können noch geringfügige Farbadjustierungen am Erscheinungsbild eines Veneers überprüft werden. Dieser Einfluss ist gering, nimmt jedoch mit dem Transluzenzgrad und mit abnehmender Schichtstärke des Veneers zu³⁹ (Abb. 14a und b). Die Überprüfung der Randschlussqualität kann mit einer selbstanmischenden A-Silikonmasse (Fit & Test, Fa. Voco) vorgenommen werden.

Während der Einprobe sind silikatkeramische Restaurationen und insbesondere Veneers hochgradig frakturgefährdet, so dass eine sehr gute Compliance des Patienten erforderlich ist. Zur Reinigung der durch die Einprobe kontaminierten Innenflächen der keramischen Veneers sollten Nylonbürsten eingesetzt und die Veneers gründlich abgespült werden. Anschließend erfolgt ein Anätzen der Restaurationsinnenseiten mit einem Fluorwasserstoffsäure-Gel (z. B. < 5 % IPS Ceramic Etching Gel, Fa. Ivoclar Vivadent). Die Ätzzeiten können in Abhängigkeit von dem verwendeten Keramiktyp erheblich von 20 Sekunden (Lithiumdisilikatkeramik) bis zu 90 Sekunden (z. B. gesinterte Feldspatkeramik) differieren. Daher sollte der Zahntechniker den Behandler darüber informieren, welche Keramik zum Einsatz gekommen ist. Zur Entfernung der Säurereste werden die geätzten Restaurationen mit einem Wasser-Luft-Gemisch für 30 Sekunden abgesprüht, und die Säure wird neutralisiert (Neutralisationspulver IPS Ceramic, Fa. Ivoclar Vivadent). Ein zusätzliches Einbringen in ein Ultraschallbad oder ein Abdampfen kann bei der Beseitigung hartnäckiger Überschüsse hilfreich sein.

Nach visueller Überprüfung des Ätzmusters erfolgt die Applikation eines Haftvermittlers (z. B. wirksamer

Silananteil in Monobond Plus, Einwirkzeit 60 Sekunden), durch den eine chemische Bindung zwischen dem Bonding und der Silikatkeramik zustande kommt. Der haftvermittelnde Effekt wird signifikant gesteigert, indem man die Haftmoleküle durch Wärmeeinwirkung auf der Keramikfläche kondensieren lässt, was beispielsweise mit Hilfe eines Föns möglich ist³. Bei Verwendung niedrigvisköser Befestigungsmaterialien wie Variolink Esthetic kann restaurationsseitig auf die Applikation eines Bondings verzichtet werden. Damit erübrigt sich eine lichtgeschützte Lagerung der vorkonditionierten Veneers.

Im Anschluss sollte eine nochmalige mechanische Reinigung der Präparationsflächen mit Bürsten und fluoridfreier Bimssteinpaste durchgeführt werden. Wenn z. B. bei einer intrasulkulären Präparation das Anlegen eines Kofferdams schwierig wird, ist zur relativen Trockenlegung die Verwendung ungetränkter Retraktionsfäden (z. B. Ultrapak Größe 000) zu empfehlen, die unterhalb der Präparationsgrenze in den Sulkus positioniert werden. Bei umfangreicheren Aufbaufüllungen bietet sich eine zusätzliche Aufräumung mit einem grobkörnigen Diamantschleifkörper bei einer geringen Drehzahl (2.000 U/min, rotes Winkelstück) ohne Wasserzufuhr an. Eine Alternative zur Aufräumung der Aufbaufüllungen mit diamantierten Schleifkörpern stellt die Anwendung eines intraoralen Strahlgerätes dar, das auch zur Silikatisierung von Oberflächen benutzt werden kann¹². Für die Konditionierung der präparierten Zahnoberflächen eignen sich neben Total-Etch-and-Rinse-Systemen auch Universaladhäsivsysteme mit selektiver Schmelzätzung.

Bei dünnen und klassischen Veneers hoher Transparenz sind problemlos rein lichthärtende, niedrigvisköse Befestigungskomposite (z. B. Variolink Esthetic LC, Fa. Ivoclar Vivadent) einsetzbar, die in abgestimmter Menge sowohl auf den Präparationsbereich wie auch auf die Innenseite der Restauration appliziert werden können²³. Um ein kontaktlinsenartiges „Schwimmen“ der Veneers auf der Zahnoberfläche zu vermeiden, empfiehlt sich nach Platzierung, Positionierungskontrolle und erster Überschussentfernung eine erste Spotbelichtung (z. B. Light Probe Pin-Point 6 > 2 mm, Bluephase Style 20i, Fa. Ivoclar Vivadent) zur punktförmigen Polymerisation.



Abb. 14a Frontalansicht der Ausgangssituation aus Abbildung 6. Zahn 11 wurde nach einem Trauma endodontisch behandelt und ist bleichresistent verfärbt



Abb. 14b Frontalansicht 48 Monate nach adhäsiver Eingliederung von zwei auf feuerfesten Stümpfen gesinterten Veneers aus Feldspatkeramik (Creation CC). Zur Feinanpassung der Zahnfarbe wurde das Veneer an dem stark verfärbten Zahn 11 mit Variolink Esthetic LC der Farbe light+ und das Veneer an dem unverfärbten Zahn 21 mit der Farbe warm befestigt

Auf diese Weise wird eine Positionsänderung der Restauration vermieden, ohne dass die Überschüsse komplett ausgehärtet werden und damit schwer entfernbar sind. Durch eine initiale Lichthärtung von nur wenigen Sekunden lassen sich die Überschüsse des Befestigungskomposits in einen gelartigen Zustand überführen und mit einem Scaler (z. B. SH 6/7, Fa. Hu-Friedy) sowie Superfloss unter Lagestabilisierung der Restaurationen entfernen. Im Anschluss sollte vor der endgültigen Aushärtung ein Glyceringel (z. B. Liquid Strip, Fa. Ivoclar Vivadent) zur Vermeidung der Sauerstoffinhibitionsschicht auf die Befestigungsfugen aufgetragen werden. Zur vollständigen Polymerisation empfiehlt es sich, jeweils 40 Sekunden von okklusal, oral und vestibulär (ggf. unter leichter Luftkühlung) zu belichten. Für die definitive Aushärtung sollte eine

■ ZAHNERHALTUNG

Frontzahnrestaurationen: Was leisten Keramikveneers?

leistungsstarke Polymerisationslampe eingesetzt werden ($> 1.000 \text{ mW/cm}^2$). Nach der Aushärtung ist es möglich, die Retraktionsfäden zu entfernen und den Sulkus mit Hilfe eines Scalers sorgfältig von Überschüssen zu reinigen.

Im Anschluss an die adhäsive Befestigung und Entfernung sollte eine Überprüfung der statischen und dynamischen Okklusion auf Interferenzen und Vorkontakte erfolgen. Für die Feinadjustierung der statischen und dynamischen Okklusion sind Feinkorn-Diamantschleifkörper (Rotring) mit Wasserkühlung geeignet. Die Schlißflächen sollten danach mit einem Keramikpolierer (z. B. 9545F 204 110, Komet Dental) geglättet werden.

Diskussion

Alternativ zum Werkstoff Keramik bieten sich theoretisch auch Komposite in der indirekten Herstellungstechnik als Restaurationsmaterial für Veneers an. Allerdings wiesen kompositbasierte Veneers in einer klinischen Studie nach 3 Jahren eine geringere Überlebensrate als solche aus leuzitverstärkter Glaskeramik auf²⁰.

Zu silikatkeramischen Veneers waren bereits vor mehr als 15 Jahren zahlreiche klinische Studien mit teilweise sehr langen Beobachtungszeiträumen und einer hohen Anzahl an Restaurationen verfügbar^{18,30}. Keramikfrakturen des gesamten Veneers oder in der Verblendkeramik auf einer Gerüststruktur zählen auch heute noch zu den häufigsten Misserfolgsursachen⁴. In einer retrospektiv angelegten klinischen Studie zu feldspatkeramischen Veneers, deren Anfertigung auf feuerfesten Stümpfen erfolgte, wurden aus einem Pool von 499 Veneers randomisiert 155 Restaurationen herausgegriffen und nach 20 Jahren mit einer kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeit von 91 % bewertet. Die Autoren weisen darauf hin, dass eine ausreichende Schmelzpräsenz von mindestens 80 % der Präparationsfläche und eine Präparation mit marginaler Hohlkehle sowie eine inzisalen Reduktion mit palatinaler Überlappung beachtet wurden²⁷.

In einer weiteren retrospektiv angelegten Studie mit 318 Veneers, die Feldspatkeramik, leuzitverstärkte Glaskeramik und Lithiumdisilikatkeramik beobachtete,

wurde eine klinische Überlebenswahrscheinlichkeit von 93,5 % nach 10 und von 82,76 % nach 20 Jahren berechnet⁴. Marginale Verfärbungen, die als relative Misserfolge definiert wurden, traten in 21,9 % der Fälle auf und waren vornehmlich bei Rauchern anzutreffen. Als ein den Erfolg beeinflussender Faktor wird ein eckzahngeschütztes dynamisches Okklusionskonzept gesehen. Die Befestigungstechnik mit rein lichthärtenden Kompositen wurde in einer klinischen Studie mit 119 keramischen Veneerrestaurationen und einem Beobachtungszeitraum von bis zu 7 Jahren mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 97,5 % und einer marginalen Verfärbungsrate von nur 2,5 % als positiv bewertet¹⁰. Generell hat allerdings die Erfahrung des Behandlers im Bereich der adhäsiven Befestigungstechnik einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate vollkeramischer Restaurationen¹⁶.

Die ersten klinischen Zwischenergebnisse einer prospektiv angelegten klinischen Studie zu Veneers im Long-Wrap-Design sind vielversprechend, aber die Datenlage ist ebenso wie die zu Full-Wrap-Veneers zurzeit noch unzureichend²¹. Bei umfangreichen Restaurationen kann alternativ zum Full-Wrap-Design auch die von *Vailati* und *Belser*³⁶ beschriebene Three-Step-Technik eingesetzt werden, mit welcher der durch eine Erhöhung der Vertikaldimension der Okklusion entstehende palatinale Raum an den Oberkieferfrontzähnen zunächst mit Komposit aufgebaut wird, bevor die Versorgung der Labialflächen mit adhäsiv befestigten keramischen Veneers (Sandwich-Technik) erfolgt. Auch wenn nach einer Beobachtungszeit von bis zu 6 Jahren noch keine größeren Misserfolge aufgetreten sind, müssen vor einer abschließenden Beurteilung dieser Technik zunächst klinische Langzeitergebnisse multizentrischer Studien abgewartet werden³⁷. Als wesentliche Risikofaktoren für Veneers gelten Bruxismus, unzureichende Schmelzpräsenz sowie endodontisch behandelte Zähne^{4,7,22,30}.

Schlussfolgerungen

Keramikveneers haben sich neben klassischen und weitaus invasiveren Restaurationsformen zu einer seriösen Therapiealternative entwickelt. Eine geeignete

Behandlungsplanung im Team mit dem Zahntechniker bei der Analyse und der Materialauswahl, eine darauf abgestimmte Präparation, eine sorgfältig durchgeführte adhäsive Befestigung wie auch ein wechselseitiges Okklusionskonzept bilden ein wichtiges Fundament für

eine hohe klinische Zuverlässigkeit silikatkeramischer Veneerrestaurationen. Als wesentliche Risikofaktoren für keramische Veneers gelten Bruxismus, unzureichende Schmelzpräsenz und endodontisch behandelte Zähne.

Literatur

- Albanesi RB, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC, Morimoto S. Incisal coverage or not in ceramic laminate veneers: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016;52:1-7.
- Bailey LF, Bennett RJ. DICOR surface treatments for enhanced bonding. *J Dent Res* 1988;67:925-931.
- Barghi N, Berry T, Chung K. Effects of timing and heat treatment of silanated porcelain on the bond strength. *J Oral Rehabil* 2000;27:407-412.
- Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont* 2012;25:79-85.
- Bowen RL. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res* 1956;35:360-369.
- Buonocore MG. A simple method for increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-853.
- Burke FJ. Survival rates for porcelain laminate veneers with special reference to the effect of preparation in dentin: a literature review. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:257-265.
- Calamia JR. Etched porcelain facial veneers: a new treatment modality based on scientific and clinical evidence. *NY J Dent* 1983;53:225-229.
- Chu SJ, Mielezsko AJ. Color-matching strategies for non-vital discolored teeth: part 1. Laboratory ceramic veneer fabrication solutions. *J Esthet Restor Dent* 2014;26:240-246.
- D'Arcangelo C, de Angelis F, Vadini M, d'Amaro M. Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clin Oral Investig* 2012;16:1071-1079.
- Edelhoff D, Brix O, Stimmelmayer M, Beuer F. Ästhetische und funktionelle Gesamtrehabilitation eines Patienten unter Einsatz von Lithiumdisilikatkeramik – Ein Fallbericht. *Quintessenz* 2013;64:623-638.
- Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. Reparatur an feststehendem Zahnersatz durch intraorale Silikatisierung. *Zahnärztl Mitt* 2005;95:40-46.
- Faus-Matoses I, Solá-Ruiz F. Dental preparation with sonic vs high-speed finishing: analysis of microleakage in bonded veneer restorations. *J Adhes Dent* 2014;16:29-34.
- Fradeani M, Barducci G. Versatility of IPS Empress restorations. Part II: Veneers, inlays, and onlays. *J Esthet Dent* 1996;8:170-176.
- 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.
- Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N. Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays. *Dent Mat* 2009;25:960-968.
- Friedman MJ. Augmenting restorative dentistry with porcelain veneers. *J Am Dent Assoc* 1991;122:29-34.
- Friedman MJ. A 15-year review of porcelain veneer failure – a clinician's observations. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:625-628,630,632.
- Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987;58:535-542.
- Gresnigt MM, Kalk W, Ozcan M. Randomized clinical trial of indirect resin composite & ceramic veneers: up to 3-year follow-up. *J Adhes Dent* 2013;15:181-190.
- Guess PC, Selz CF, Steinhart YN, Stampf S, Strub JR. Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial-coverage restorations: 7-year results. *Int J Prosthodont* 2013;26:21-25.
- Gurel G, Sesma N, Calamita MA, Coachman C, Morimoto S. Influence of enamel preservation on failure rates of porcelain laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33:31-39.
- Ilie N, Hickel R. Correlation between ceramic translucency and polymerization efficiency through ceramics. *Dent Mater* 2008;24:908-914.
- Kappert HF, Krahl M. Keramik – eine Übersicht. *Quintessenz Zahntech* 2001;27:668-704.
- Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater* 2016;32:e275-e283.
- Layton DM, Clarke MA. Systematic review and meta-analysis of the survival of non-feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years. *Int J Prosthodont* 2013;26:111-124.
- Layton DM, Walton TR. The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: accounting for clustering. *Int J Prosthodont* 2012;25:604-612.
- Magne P, Belser U. Chapter 4: Evolution of indications for anterior bonded porcelain restorations. Major morphologic modifications. In: Magne P, Belser U. *Bonded porcelain restorations in the anterior dentition*. Chicago: Quintessenz, 2002:140-142,266-269.
- Magne P, Gallucci GO, Belser UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent* 2003;89:453-461.
- Peumans M, van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 2000;28:163-177.
- Pincus CR. Building mouth personality. *J Calif Dent Assoc* 1938;14:125-129.
- Rouse JS. Full veneer versus traditional veneer preparation: a discussion of interproximal extension. *J Prosthet Dent* 1997;78:545-549.
- Simonsen RJ. From prevention to therapy: minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *J Dent* 2011;39(Suppl 2):S27-S33.
- Sorensen JA, Strutz JM, Avera SP, Materdomini D. Marginal fidelity and microleakage of porcelain veneers made by two techniques. *J Prosthet Dent* 1992;67:16-22.
- Stappert CF, Stathopoulou N, Gerds T, Strub JR. Survival rate and fracture strength of maxillary incisors, restored with different kinds of full veneers. *J Oral Rehabil* 2005;32:266-272.
- Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1-3. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:30-44,128-146,236-257.
- Vailati F, Gruetter L, Belser UC. Adhesively restored anterior maxillary dentitions affected by severe erosion: up to 6-year results of a prospective clinical study. *Eur J Esthet Dent* 2013;8:506-530.
- 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.
- Xu B, Chen X, Li R, Wang Y, Li Q. Agreement of try-in pastes and the corresponding luting composites on the final color of ceramic veneers. *J Prosthodont* 2014;23:308-312.