

Frontzahnästhetik in Perfektion mit adhäsiv befestigten Keramikveneers

Schlüsselwörter: Veneers, Adhäsivtechnik, Präparation, Ästhetik, Frontzahnbereich

JÜRGEN MANHART

Korrespondenzadresse
Prof. Dr. Jürgen Manhart
Poliklinik für Zahnerhaltung und
Parodontologie
Goethestrasse 70
80336 München
E-Mail: manhart@manhart.com
Internet: www.manhart.com



Bild oben: Vollkeramische Veneers

Zusammenfassung Bei grossen Teilen der Bevölkerung besteht mittlerweile ein ausgeprägter Wunsch nach ästhetisch möglichst perfekten Zähnen. Dies konnte durch die Ergebnisse vieler Umfragen deutlich gezeigt werden. Parallel hierzu bevorzugen informierte Patienten aber auch minimal-invasive Therapieformen und wünschen in vielen Fällen keine komplette Überkronung entsprechender Zähne. Sie fordern zahnhartsubstanzschonende Verfahren, welche andererseits zugleich keine Kompromisse hinsichtlich des ästhetischen Potenzials aufweisen. Adhäsiv befestigte Keramikveneers erlauben bei vielen Patienten eine substanzschonende medizinische und ästhetische Therapie von verfärbten, kariösen, frak-

turierten, dysplastischen oder fehlgestellten Zähnen im Frontzahnbereich und können oftmals die Präparation von Vollkronen ersetzen. Die herausragende Ästhetik, das naturidentische Aussehen und die perfekte Lichtführung der Keramikveneers werden zusätzlich durch gute Resultate aus klinischen Langzeituntersuchungen von funktioneller Seite unterstützt. Keramikveneers können als wissenschaftlich anerkannte definitive Restorationsart eingestuft und für die Anwendung in der Praxis empfohlen werden, wenn materialspezifische Eigenschaften bei der Indikationsstellung, Präparation und Verarbeitung sorgfältig berücksichtigt werden.

1. Einleitung

Das Therapiespektrum der modernen Zahnheilkunde bietet heute vielfältige Methoden, um die Ästhetik der Zähne im Frontzahnbereich mit minimalinvasiven Verfahren wieder herzustellen bzw. zu optimieren. Vollkeramische Veneers in Verbindung mit der adhäsiven Klebtechnik erlauben in geeigneten Fällen eine substanzschonende medizinische und gleichzeitig ästhetische Therapie und können in vielen Situationen die Präparation von Vollkronen im Frontzahnbereich ersetzen (Abb. 1 und 2) (FRIEDMAN 1993). Die Abgrenzung des Einsatzbereiches zu direkten Kompositrestaurationen ist andererseits gegeben durch sehr grosse Frontzahndefekte, anspruchsvolle Farb- und Textursituationen und durch hohe ästhetische Ansprüche der Patienten. In vielen klinischen Fällen werden Veneers oft in Zusammenhang mit weiteren zahnärztlichen Behandlungsmassnahmen eingesetzt.

Veneers ermöglichen eine herausragende Ästhetik mit einer Lichtführung in der Keramik, welche von der natürlichen Zahnhartsubstanz nicht zu unterscheiden ist (Abb. 3) (MEIJERING ET AL. 1997b), bei gleichzeitig besonders schonendem Umgang mit gesunder Zahnhartsubstanz. Für die Aufnahme einer herkömmlichen metallkeramischen Krone oder einer ästhetischen Krone aus Vollkeramik muss zirkulär im Bereich der marginalen Stufe bzw. Hohlkehle 1 mm und im Bereich des Zahnäqua-

tors bis zu 1,5 mm an Zahnhartsubstanz abgeschliffen werden. Untersuchungen zeigen, dass bis zu 72% der Hartschicht einer natürlichen Zahnkrone durch Präparation abgetragen werden, um die notwendigen Materialstärken für die künstliche Krone zu erhalten (EDELHOFF & SORESENSEN 2002). Der Substanzabtrag für ein Veneer beträgt dagegen je nach Präparationstyp lediglich zwischen 3% und 30% (EDELHOFF & SORESENSEN 2002), im günstig gelegenen Einzelfall kann bei entsprechender Stellung der betroffenen Zähne im Zahnbogen sogar auf die Präparation komplett verzichtet werden (sogenannte «No Prep»-Veneers [JAVAHERI 2007]). Die dünnen Veneers haben Schichtstärken von 0,3 mm bis ca. 0,5–0,7 mm (Abb. 4), im Einzelfall auch bis zu ca. 1 mm. Die Präparation findet normalerweise überwiegend auf der labialen Seite statt. Der reduzierte Abtrag an Zahnhartsubstanz hat für den Patienten erhebliche Vorteile: Neben der Schonung gesunder Zahnhartsubstanz ist das Risiko von postoperativen Problemen ebenso deutlich reduziert wie die Gefahr eines Vitalitätsverlustes des betroffenen Zahnes infolge eines Präparationstraumas. Auch die Gesundheit der marginalen Gingiva wird bei korrekter Lage und Gestaltung der zervikalen Präparationsgrenze nicht negativ beeinträchtigt (CHEN ET AL. 2005). Des Weiteren konnte in einer wissenschaftlichen Studie zu den psychologischen Auswirkungen von ästhetisch motivierten Behandlungen mit Keramikveneers ein positiver Effekt hiervon auf das Selbstwertgefühl der



Abb. 1 Dunkel und unästhetisch wirkende Frontzähne im Oberkiefer aufgrund von Tetrazyklineinlagerungen in die Zahnhartsubstanz. Die Zähne weisen weder kariöse Defekte noch Füllungen auf.



Abb. 2 Die adhäsiv befestigten Keramikveneers bewirken eine deutliche Verbesserung der Ästhetik (Zahntechnik: Hubert Schenk, München).

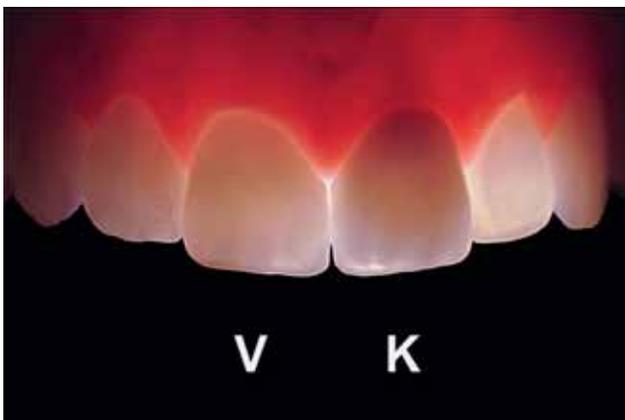


Abb. 3 Vergleich verschiedener Zahnrestaurationen im Durchlicht: Keramikveneer an Zahn 11 («V»), Zirkonoxidkrone an Zahn 21 («K»), restliche Zähne ohne Behandlung.



Abb. 4 Vollkeramische Veneers für die Restauration von Oberkieferfrontzähnen. Die Schichtstärke beträgt ca. 0,7 mm.

betroffenen Patienten gezeigt werden (DAVIS ET AL. 1998). Keramikveneers lieferten in einer anderen Studie nach zwei Jahren intraoraler Verweildauer eine signifikant bessere Patientenzufriedenheit als direkte Kompositfüllungen (MEIJERING ET AL. 1997a).

Gemäss der neuesten Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde aus dem Jahr 2007 zu zahnfarbenen Restaurationen aus Keramik sind Keramikveneers wissenschaftlich anerkannte definitive Versorgungsmöglichkeiten mit entsprechender Verankerung in der wissenschaftlichen Literatur. Sie können für die Anwendung in der Praxis empfohlen werden.

2. Indikation und Planung

Die Indikation für Veneers kann aus ästhetischen bzw. medizinischen, das heisst funktionellen und zahnprotektiven Gründen gestellt werden. In vielen Fällen kann man bei einer primär medizinischen Behandlungsnotwendigkeit aber gleichzeitig eine Verbesserung der Ästhetik erzielen (Abb. 5 und 6) (CHU 2009, DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000, PEUMANS ET AL. 2000):

Indikationen für Keramikveneers

- Verbesserung der Ästhetik
 - Interne Verfärbungen oder Abänderung einer störenden Zahnfarbe
 - Fluorotische Veränderungen
 - Grosse ästhetisch mangelhafte Kompositfüllungen
 - Oberflächliche Schmelzdefekte
 - Verbesserung der Oberflächentextur
- Korrektur der Zahnform
 - Dysplastische Frontzähne
 - Hypoplastische Frontzähne
 - Zustand nach Zahnfraktur
 - Zahnverlängerungen
- Korrektur der Zahnstellung bzw. Zahnausrichtung
 - Schliessen von Lücken (kongenital fehlende Zähne) bzw. einzelner oder multipler Diastemata
 - Zahndrehungen, -kippen und Achsenkorrekturen (sofern kieferorthopädisch nicht sinnvoll möglich oder vom Patienten eine kieferorthopädische Therapie abgelehnt wird)
- Funktionelle Korrekturen
 - Palatinale Veneers zur Rekonstruktion von funktionellen Führungsflächen (z. B. OK-Eckzahn) zum Aufbau bzw. zur Wiederherstellung einer Front-Eckzahn-Führung



Abb. 5 Lippenbild einer Patientin vor der Restauration der beiden mittleren Schneidezähne im Oberkiefer.

- Schutz der Zahnhartsubstanz oder Ersatz fehlender Zahnhartsubstanz
 - Erosionen, Abrasionen
 - Versorgung entsprechender kariöser Defekte
- Reparatur des Verblendungsanteils prothetischer Restaurationen

Neben den Indikationen gibt es auch Situationen, bei denen eine Versorgung mit Veneers problematisch oder nicht angezeigt ist:

Kontraindikationen für Keramikveneers

- Ungenügende Schmelzquantität (<50% der Labialfläche) und -qualität
- Zervikale Ränder der Veneers nicht schmelzbegrenzt bzw. zu geringe Schmelzretention
- Zirkuläre kariöse Läsionen am Übergang zur Gingiva
- Tief subgingivale Präparationen
- Sehr stark verfärbte Zähne können nur ungenügend maskiert werden
- Sehr breite Lücken zwischen den Zähnen
- Sehr grosse Verlängerung der Zähne notwendig
- Patienten mit sehr starken Parafunktionen (Bruxismus, Knirschen)
- Kleine Defekte («Overtreatment»)
- Patienten mit ungenügender Mundhygiene bzw. hoher Kariesaktivität

Planung und ästhetische Analyse

Bei jeder Veneersversorgung steht eine sorgfältige funktionelle und ästhetische Planung am Beginn der Therapie. Hierzu gehört die Ursachenanalyse von Verfärbungen und gegebenenfalls die vorherige Aufhellung starker Diskolorationen mittels Bleichtherapie ebenso wie die Möglichkeit einer kieferorthopädischen Vorbehandlung zur Verbesserung der Zahnstellung oder eine primäre Bisshebung im Seitenzahnbereich bei manifestem vertikalen Höhenverlust (CHU 2009, FUHRER & VARDIMON 1997). Auch eine begleitend eventuell notwendige Korrektur eines unregelmässigen, disharmonischen Verlaufs der marginalen Gingiva durch einen parodontalchirurgischen Eingriff sollte sorgfältig erwogen werden.

Die Realisierung des für jeden Patienten individuellen funktionellen und ästhetischen Optimums erfordert bereits von Anfang an in der Phase der Behandlungsplanung eine enge Zusammenarbeit mit dem spezialisierten Zahntechniker (ROUSE



Abb. 6 Lippenbild nach Abschluss der Behandlung mit einem Veneer (Zahn 11) und einer Vollkeramikkrone (Zahn 21) (Zahntechnik: Hubert Schenk, München).

& MCGOWAN 1999). Im Rahmen der vor Behandlungsbeginn stattfindenden ausführlichen ästhetischen Analyse wird die Verteilung der verschiedenen Farbschattierungen und der transluzenten/opaken Zahnbereiche im zu restaurierenden Gebiet ebenso ermittelt wie der altersentsprechende Aufbau der Restaurationen mit entsprechenden individuellen Charakteristika (z.B. Schmelzrisse, white Spots) und die korrekte Ausgestaltung der Oberflächentextur. Eine für den jeweiligen Patienten spezifische, optimale Zahnstellung und Form der Veneers wird angestrebt.

Die Dokumentation der Ausgangssituation mit digitaler Fotografie und schädelbezüglich einartikulierten Planungsmodellen ist unbedingt zu empfehlen (GRIFFIN 2008). Bei geplanten grösseren Veränderungen ist zudem eine sorgfältige Modellanalyse unverzichtbar. Die Kombination aus Wax-up, Mock-up und Tiefenmarkierungen ist nachfolgend in der Umsetzung der Präparation von unschätzbarem Wert und sichert einen ökonomischen, minimalinvasiven Umgang mit der Zahnhartsubstanz (MAGNE & DOUGLAS 1999, MAGNE & MAGNE 2006). Ein im Dentallabor hergestelltes präoperatives Wax-up (Abb. 7 und 8) und die Anfertigung einer daraus abgeleiteten diagnostischen Schablone (Abb. 9), i. d. R. durch eine transparente Tiefziehschiene, liefern wichtige Grundlagen, um die Vorhersagbarkeit des Behandlungserfolges zu steigern und somit eine grössere Sicherheit für alle beteiligten Parteien (Zahnarzt, Zahntechniker, Patient) zu garantieren. Um das Wax-up ideal

durch den Techniker erstellen zu lassen, ist es hilfreich, diesem anhand der einartikulierten Planungsmodelle die spätere Präparation bereits am Gipsmodell vorzugeben. Letztendlich trägt der Zahnarzt die Verantwortung für das Präparationsdesign und das Ausmass an Zahnhartsubstanzabtrag.

Mit diesen vorbereitenden Massnahmen werden im Sinne eines «Backward Planning» die Stellung, die Ausrichtung, die Konturen und der Platzbedarf der späteren definitiven Restaurationen unter funktionellen und ästhetischen Aspekten bestimmt. Dies hat zum einen Einfluss auf die Materialauswahl, z. B. individuell geschichtete Veneers bei geringeren Dimensionen der Restaurationen oder in der Presstechnik – gegebenenfalls reduziert und mit Verblendkeramik modifiziert – angefertigte Veneers bei grösseren Dimensionen, z. B. Frontzahnsteilkronen. Zum anderen kann die diagnostische Schablone mit provisorischem Komposit gefüllt und somit die Situation des Wax-up in ein intraorales Mock-up am Patienten übertragen werden (Abb. 10) (MAGNE & MAGNE 2006). Dies hilft, dem Patienten das Behandlungsergebnis und das Veränderungspotenzial durch die Verblendschalen vor Beginn der Präparation zu visualisieren und erleichtert so oftmals bei unsicheren Patienten die Entscheidungsfindung für die geplanten Behandlungsmassnahmen; es kann somit auch als «Verkaufshilfe» eingesetzt werden (GUREL & BICHACHO 2006). Weiterhin erlaubt das Mock-up dem Behandler ein minimalinvasives Vorgehen bei der Präparation, da der für das jeweilig gewählte Restaura-



Abb. 7 Planungsmodell für die Anfertigung von Veneers bei einem Patienten mit multiplen Diastemata.



Abb. 8 Präoperativ angefertigtes Wax-up zur Behandlungsplanung und Visualisierung.



Abb. 9 Diagnostische Schablone aus einer tief gezogenen, transparenten Folie.



Abb. 10 Mit der diagnostischen Schablone werden die Konturen des Wax-up in das intraorale Mock-up (mit Provisoriumkunststoff) übergeführt.

tionsmaterial notwendige Zahnhartsubstanzabtrag von den Aussendimensionen der späteren Versorgung und nicht von der augenblicklichen Zahnstellung determiniert wird. Der Abtrag erfolgt kontrolliert durch den Einsatz von Tiefenmarkierungen, welche die Aussenkontur des Mock-up's im zervikalen, mittleren und inzisalen Zahndrittel berücksichtigen. Die Präparation findet somit ausschliesslich an den dafür notwendigen Stellen statt und sichert somit einen ökonomischen Umgang mit gesunder Zahnhartsubstanz (GUREL 2003). Hierdurch ergibt sich in Fällen mit Veränderung der Zahndimensionen (Form, Stellung) ein grosser Vorteil gegenüber der Methodik, bei welcher der Substanzabtrag alleinig durch die Verwendung von Tiefenmarkierungsdiamanten ohne zusätzlichen Schabloneinsatz bestimmt wird.

Das oben genannte Vorgehen bietet sich an bei geplanten additiven Massnahmen und grösseren Veränderungen der Zahnstellung und -formen. Liegen die Dimensionen der derzeitigen Zahnformen und -stellung an einigen Positionen ausserhalb der Aussenkonturen des Wax-up, so müssen die entsprechenden Bereiche in der Schablone zur reinen Visualisierung für den Patienten entfernt werden. Zusätzlich findet die Schablone zur Herstellung des direkten Provisoriums Anwendung. Für ein Einzelzahnveneer ist normalerweise nicht der komplette, oben beschriebene Planungsprozess nötig, da hier die Aussenkonturen der Restauration durch die Form, Grösse und Stellung der Nachbarzähne determiniert werden. Der Planungsaufwand wird



Abb. 11 Patientin mit unfallbedingten Frakturen an beiden mittleren Schneidezähnen im Oberkiefer.



Abb. 12 Auf Wunsch der Patientin erfolgte die Restauration mit Keramikveneers (Zahntechnik: Hubert Schenk, München).

hier auf die notwendigen Aspekte reduziert (Abb. 11 bis 13).

Zu unterscheiden ist der Einsatz von einzelnen Veneers vom kompletten «Smile Design» oder «Smile Makeover». Bei letzterem, vor allem in Nordamerika sehr beliebten Verfahren, wird in der Regel der komplette Frontzahnbereich – teilweise sogar bis in den Seitenzahnbereich extendiert – mit Veneers überzogen und somit zumeist eine deutliche Veränderung im Aussehen der Patienten erreicht. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, ein weitgehend natürlich wirkendes Erscheinungsbild zu erhalten und nicht ein in Mitteleuropa eher befremdlich wirkendes «Hollywood-Smile» zu schaffen.

Für ein Optimum an Ästhetik und Funktion ist somit eine gute Kommunikation und Zusammenarbeit mit dem Zahntechniker eine unabdingbare Grundvoraussetzung (GRIFFIN 2009). Kleinere Veränderungen können dem Patienten durch temporäre intraorale additive Modellation mit Kompositmaterialien auf den unbehandelten und nicht präparierten Zähnen auch direkt vom Zahnarzt gezeigt werden (Mock-up) (Abb. 14 und 15). Ein reales Wax-up oder Mock-up hat aufgrund seiner Dreidimensionalität einen deutlich höheren Informationswert als ein lediglich durch digitale Bildbearbeitung («Computer Imaging») am Computermonitor virtuell erzeugtes Mock-up.

3. Präparation

Vorausschickend soll erwähnt werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Problemen mit Keramikveneers zunimmt, wenn die adäquaten Präparationsrichtlinien nicht befolgt werden (MANGANI ET AL. 2007, SWIFT & FRIEDMAN 2006). Generell unterscheidet man drei grundsätzliche Präparationsformen für Veneers, die aber variabel entsprechend den jeweiligen klinischen Anforderungen individuelle Abwandlungen erfahren. Neben der klassischen, rein vestibulären Schmelzreduktion, welche die Inzisalkante in oro-vestibulärer Ausdehnung bis ca. zur Hälfte einbezieht («Kontaktlinseneveer» [NASH 2003]) differenziert man noch zwischen Varianten mit zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion der Schneidekante (inzisale Stufe) bzw. zusätzlicher inzisal-horizontaler Reduktion und oraler Einfassung der Schneidekante (inzisale Überkuppelung). Bei den beiden letztgenannten Varianten ist der Übergang zu Frontzahnsteilkronen fließend. In einer Laborstudie zeigten sich für Frontzähne, die mit adhäsiv befestigten Keramikveneers nach den drei vorgenannten Präparationsformen versorgt wurden, keine signifikanten Festigkeitseinbussen im Vergleich zu unpräparierten Kontrollzähnen (STAPPERT ET AL. 2005). Zusätzlich finden



Abb. 13 Lippenbild nach Behandlungsabschluss.

sogenannte 360°-Veneers (auch Veneerkronen genannt; haben im Vergleich zu herkömmlichen Keramikkrone wesentlich geringere Wandstärken), palatinale Veneers zur Rekonstruktion von Führungsflächen und Teilveneers bzw. Additional zum Ersatz von Zahnteilbereichen Einsatz in der restaurativen Therapie (ERNST 2004).

Die Referenzfläche zur Bestimmung des Zahnhartsubstanzabtrags wird durch die Aussendimensionen der späteren Versorgung bestimmt. Sollen mit der Therapie grössere Veränderungen der Zahnform und -stellung erreicht werden, ist die Anfertigung einer diagnostischen Schablone unbedingt zu empfehlen (siehe oben). Sind mit der Behandlung keine Veränderungen der Dimensionen verbunden, z. B. lediglich eine Korrektur der Oberflächenmorphologie oder der Zahnfarbe, so kann der notwendige Abtrag gleich mit speziellen Tiefenmarkierungsdiamantschleifern festgelegt werden (Abb. 16).

In sehr seltenen Fällen kann komplett auf eine Präparation des Zahnes verzichtet werden, diese speziellen Fälle eignen sich zur Anfertigung sogenannter «No-Prep»-Veneers (JAVAHERI 2007). Es handelt sich hierbei meist um kariesfreie Zähne, welche entweder in Relation zu ihren Nachbarn in retrudierter Position stehen oder aber um entsprechend geeignete dysplastische Zähne. Die Möglichkeit für ein präparationsloses Vorgehen ist am besten in der Planungsphase durch ein Wax-up zu prüfen. Gleichzeitig ist darauf zu achten, dass durch eine derartige Veneerversorgung nicht eine Überkonturierung mit dem Resultat der Ausbildung einer positiven Stufe am gingivalen Rand



Abb. 14 Ausgangssituation: Zahnücke im Oberkiefer zwischen seitlichem Schneidezahn und Eckzahn.



Abb. 15 Fertiggestelltes Mock-up: Mit einem plastischen Komposit wird vom Zahnarzt direkt am Patienten die Behandlung mit Veneers simuliert.

erzeugt wird, welche Ursprung für Plaqueakkumulation und Entzündungsreaktionen des marginalen Parodonts (Gingivitis, Taschenbildung) sein kann (CHEN ET AL. 2005).

Im Folgenden wird das Vorgehen bei der Veneerpräparation näher beschrieben: Nach dem Wegpräparieren der Zahnbereiche, die gegebenenfalls die Aussenkonturen der diagnostischen Schablone überschreiten, wird intraoral der spannungsfreie Sitz der Schablone kontrolliert. Sollte dieser noch nicht gegeben sein, so befindet sich weiter Zahnhartsubstanz ausserhalb der Aussenkontur der späteren Versorgung und es muss an den Störstellen solange nachkorrigiert werden, bis eine völlig spannungsfreie Positionierung der Tiefziehschiene möglich ist. Nachfolgend wird die diagnostische Schablone im Bereich der zu therapierenden Zähne mit Provisoriumskunststoff gefüllt und korrekt über dem entsprechenden Zahnbogen positioniert, dadurch werden die Dimensionen des Wax-up in das intraorale Mock-up übergeführt (Abb. 10) (MAGNE & MAGNE 2006). Es ist vorteilhaft, zuvor an den jeweiligen Zähnen in der Mitte der Labialfläche eine Punktätzung vorzunehmen und ein Adhäsiv aufzutragen, damit sich das Mock-up bei der anschliessenden Präparation nicht ungewollt von den Zahnoberflächen löst. Der Patient hat jetzt nochmals die Möglichkeit, die Dimensionen der späteren Versorgung zu beurteilen.

Nach dem Anlegen von 0,3–0,5 mm tiefen horizontalen Rillen (in das Mock-up bzw. in den labialen Schmelz) mit entsprechenden Tiefenmarkierungsdiamanten (NORDBO ET AL. 1994, STRASSLER & NATHANSON 1989) erkennt man deutlich die Bereiche, an denen die Präparation rein innerhalb der labialen Ausdehnung des Mock-ups zu liegen kommt, d. h., es ist an diesen Arealen kein Hartsubstanzabtrag notwendig bzw. jene Bereiche, in denen der Tiefenmarkierer das Mock-up komplett durchgeschnitten hat und bis in den Zahnschmelz durchgedrungen ist (Abb. 17). Anschliessend werden die Kunststoffreste entfernt und zur besseren Visualisierung des weiter durchzuführenden Hartsubstanzabtrags der Grund der Tiefenmarkierungen im Schmelz mit einem wasserfesten Stift markiert (Abb. 18). Dieses Vorgehen nach dem Prinzip des «Backward Planning» erlaubt einerseits den schonenden Umgang mit natürlicher Zahnhartsubstanz und garantiert andererseits einen der jeweiligen Materialauswahl entsprechenden Abtrag zur Sicherstellung der Restaurationsstabilität. Die vestibuläre Zahnfläche wird unter Beibehaltung der anatomischen Form auf dieses hiermit bestimmte Niveau reduziert. Ein uniformer Zahnhartsubstanzabtrag mittels Tiefenmarkierungsdiamanten ohne vorheriges Mock-up muss heute als obsolet betrachtet werden (MAGNE &



Abb. 16 Spezieller Schleifkörper zum Anlegen von exakt definierten Tiefenmarkierungen.

BELSER 2004). Eine Veneerschichtstärke unter 0,3 mm ist nicht zu empfehlen, da ansonsten die Restauration sowohl in der zahntechnischen Herstellung als auch in der zahnärztlichen Praxis zu bruchgefährdet ist. Bei dunklen und verfärbten Zähnen (CHEN ET AL. 2005) ist ein zusätzlicher labialer Abtrag von 0,2 mm anzuraten (KIHN & BARNES 1998), um die Diskolorationen ausreichend zu maskieren (Abb. 19 und 20). Ein Silikonvorwall, der am Wax-up-Modell hergestellt wurde, erleichtert die Kontrolle der labialen Präparationsgeometrie (Abb. 21) und liefert wichtige Informationen über Bereiche, an denen die notwendige Schichtstärke noch nicht erreicht ist. Ein fächerartiges horizontales Segmentieren des Silikon Schlüssels erlaubt die separate Kontrolle der Präparation an verschiedenen Höhen (inzisales, mittleres, zervikales Zahndrittel) der gingival-inzisalen Schlifffläche und ermöglicht eine gleichmässige Präparationstiefe. Liegen mehr als 50% der labialen Anschliff-Fläche im Dentin, so ist das Risiko für die Verblendschale, vorzeitig durch Haftversagen oder Fraktur verloren zu gehen, deutlich erhöht (FRIEDMAN 1992, PEUMANS ET AL. 1998). Im Idealfall ist die Präparation komplett im Zahnschmelz beschränkt (MANGANI ET AL. 2007, PEUMANS ET AL. 2000). Die gegebenenfalls aus funktioneller oder ästhetischer Sicht zu präparierende inzisale Reduktion sollte aus Stabilitätsgründen ca. 1–2 mm betragen (KIHN & BARNES 1998). Eine zusätzliche orale Einfassung (Überkuppelung) beispielsweise von Oberkieferfrontzähnen ist nicht

zwingend notwendig und soll nicht im Bereich der statischen Okklusionskontakte zu liegen kommen (MAGNE ET AL. 2000). Eine In-vitro-Studie berichtet für Zähne, die mit Veneers mit inzisaler Überkuppelung versorgt wurden, niedrigere Festigkeitswerte im Vergleich zur Präparation mit lediglich inzisaler Auflage (STAPPERT ET AL. 2005). Gleichzeitig wurde für die Präparationsform mit oraler Einfassung eine höhere Anfälligkeit für Rissbildung in der Keramik gefunden, ausgehend von der palatinalen Konkavität, mit Ausbreitung bis in die Labialfläche (STAPPERT ET AL. 2005).

Der gingivale Präparationsrand hat die Form einer Hohlkehle und sollte komplett schmelzbegrenzt sein (MANGANI ET AL. 2007, NORDBO ET AL. 1994, PEUMANS ET AL. 1998, TROEDSON & DERAND 1999). Im Bereich der Oberkieferfrontzähne verläuft die Präparationsgrenze äquigingival oder max. 0,5 mm subgingival (SHAINI ET AL. 1997). Die maskierende Funktion der Unterlippe erlaubt prinzipiell einen Präparationsverlauf oberhalb der marginalen Gingiva, allerdings sollte man bei einer Farbkorrektur von dunklen Zähnen auch im Unterkiefer lieber einen äquigingivalen Randverlauf anstreben. Zur Schonung der marginalen Gingiva empfiehlt es sich, vor Beginn der Präparation einen dünnen Retraktionsfaden in den Sulkus einzubringen. Geringfügige Rezessionen der marginalen Gingiva wurden berichtet, wenn sich die initiale zervikale Präparationsgrenze apikal der Weichgewebslinie befand (DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000).



Abb. 17 Mit dem Tiefenmarkierer wird die notwendige Präparationstiefe auf das intraorale Mock-up übertragen.



Abb. 18 Mit einem wasserfesten Stift werden die das Mock-up perforierenden Tiefenmarkierungen verdeutlicht. Diese Tiefe muss durch die weitere Präparation erreicht werden.



Abb. 19 Veneerpräparationen für verfärbte Zähne im Oberkiefer. Die Präparationen erstrecken sich im Approximalebene etwas weiter nach oral, und der Abtrag ist generell um ca. 0,2 mm tiefer im Vergleich zu unverfärbten Zähnen.

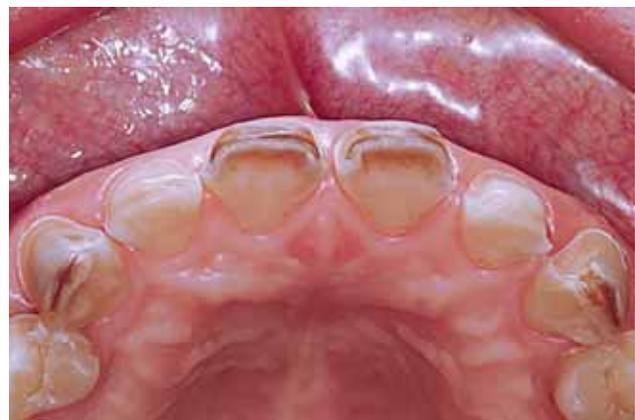


Abb. 20 Ansicht von inzisal.

Intrasulkuläre Präparationsränder sind nur dann zu empfehlen, wenn mit dem Veneer eine Verfärbung therapiert werden soll und nachfolgend kein Farbunterschied an den labial-approximalen Flächen mehr zu erkennen sein darf oder um dem Zahntechniker bei der Versorgung von lückig stehenden Zähnen bzw. zum Schliessen von schwarzen interdentalen Dreiecken nach Papillenverlust die Möglichkeit zu geben, ein harmonisches, natürlich wirkendes Emergenzprofil im Bereich der Approximalräume zu gestalten (MAGNE ET AL. 1999).

Die proximale Präparationsgeometrie wird durch die Zahnstellung und eventuell vorhandene Verfärbungen determiniert. Bei regulärer Zahnstellung wird lediglich bis kurz vor den Approximalkontakt heranpräpariert, dieser bleibt weiterhin im natürlichen Schmelz erhalten (CHEN ET AL. 2005, NORDBO ET AL. 1994, PEUMANS ET AL. 1998). Hier eignet sich zum Schutz der Nachbarzähne der Einsatz von oszillierenden Präparationsystemen. Muss der Approximalraum neu gestaltet werden, beispielsweise beim Diastemaschluss (Abb. 22), oder liegt ein Zahnverfärbung vor, so erweitert man die Präparation durch den Approximalkontakt nach oral, um eine optimale proximale Gestaltung durch den Zahntechniker zu ermöglichen bzw. die Verfärbungen maximal zu maskieren (CHEN ET AL. 2005, ROUSE 1997).

Das Veneer muss eine klar definierte Endposition haben, da es sonst beim Einsetzen zu Problemen bei der Positionierung

kommen kann (MANGANI ET AL. 2007). Dieses Problem tritt i. d. R. nur beim reinen Kontaktlinsenveneer auf. Eventuell vorhandene Füllungen sollten durch die Veneerpräparation möglichst vollständig abgedeckt werden und müssen gegebenenfalls vorher erneuert werden (ROUSE 1997). Die gesamte Veneerpräparation erfolgt nach dem Anlegen der Tiefenmarkierungen am besten komplett mit Feinkorndiamanten.

Um verfärbte Zähne mit Veneers ästhetisch zu korrigieren, sollte man die Präparation, ausgehend von den vorgenannten Dimensionen, um ca. 0,2 mm vertiefen (KIHN & BARNES 1998), um dem Techniker die Möglichkeit zu geben, durch eine dickere Keramikschicht eine bessere Maskierungswirkung zu erzielen (Abb. 19 und 20). Gleichzeitig kann für solche Fälle eine opakere Keramik für die Schichtung verwendet werden (CHEN ET AL. 2005), wobei hierbei die Gefahr besteht, dass der Gesamteindruck künstlich und «fliesenartig» wirkt. In einer klinischen Studie konnte gezeigt werden, dass bei der Therapie von verfärbten Zähnen mit verschiedenen Veneertypen, unabhängig von der Art des Veneers, in den meisten Fällen unbeabsichtigte Überkonturierungen als Resultat eines zu geringen labialen Hartsubstanzabtrags entstanden (MEIJERING ET AL. 1998). Generell sollten sehr stark verfärbte Zähne besser mit einer Krone beispielsweise aus Zirkonoxidkeramik (opakere Kronenkäppchen zur Maskierung und darüber liegende natürliche Schichtung mit transluzenter Verblendkeramik) versorgt werden (Abb. 23 bis 25).



Abb. 21 Mit dem am Wax-up angefertigten Silikonschlüssel wird der Präparationsabtrag kontrolliert.



Abb. 22 Die Veneerpräparationen zum Schliessen von Diastemata erfordern die Einbeziehung der Approximalfächen, um dem Techniker die Möglichkeit zu geben, die Approximalräume neu zu gestalten.



Abb. 23 Patient mit unästhetischen Versorgungen der mittleren Schneidezähne im Oberkiefer.



Abb. 24 Sehr stark verfärbte Zähne (hier: Zahn 11) werden besser durch eine Vollkrone therapiert, um ein «Durchscheinen» zu verhindern. Zahn 21 wurde für ein Veneer präpariert.

Ist der stark verfärbte Zahn endodontisch behandelt, so kann hier die Präparation für die Krone im Randbereich, zumindest im ästhetisch wichtigen labialen Areal, etwas ausgeprägter als die sonst empfohlenen 1,0 mm durchgeführt werden. In diesem Fall kann eine Präparationstiefe von etwa 1,2–1,3 mm ohne Gefahr für die Pulpa angestrebt werden. Dies gibt dem Zahntechniker die Möglichkeit, eine ausreichend opake Zirkonoxidkappe von 0,5–0,6 mm Schichtstärke anzufertigen und gleichzeitig immer noch genügend Platz für eine lebendig wirkende Verblendung zu haben.

In Fällen, in denen die Präparation nur auf den Zahnschmelz limitiert ist, handelt es sich normalerweise um eine schmerzfreie Behandlung, und das Beschleifen kann ohne Anästhesie erfolgen. Die Endfarbe der Restaurationen wird aufgrund der geringen Materialstärke der Veneers, abhängig von der Schichtstärke und der Transluzenz/Opazität der verwendeten Keramik und den optischen Eigenschaften des Befestigungskomposits, auch erheblich von der Farbe des präparierten Zahnstumpfes beeinflusst. Daher ist es unbedingt notwendig, dem Zahntechniker die Stumpffarbe zu übermitteln, damit er diese bei der Gestaltung der Veneers berücksichtigen kann. Dies kann mit speziellen Farbschlüsseln erfolgen, deren ausgewählte Farbmuster an den präparierten Zahn gehalten und mittels digitaler Fotografie dokumentiert werden (GRIFFIN 2009).

Im Anschluss an die Präparation erfolgen Abformungen des betroffenen Kiefers und des Gegenkiefers, welche an das Zahn-

techniklabor zur Modellherstellung und Anfertigung der Veneers weitergereicht werden. Bei mehreren Veneers empfehlen sich immer eine Kieferrelationsbestimmung und eine schädelbezügliche Registrierung. Zur Herstellung von Provisorien, v. a. bei mehreren Veneers, kann erneut die diagnostische Schablone verwendet werden. Dies hat den grossen Vorteil, dass der Patient mit temporären Restaurationen versorgt wird, welche in Form und Stellung bereits das Endergebnis repräsentieren. Die temporäre Versorgung einzelner Veneerpräparationen kann auch in der direkten Technik mit Punktätzung erfolgen. Wird durch die Präparation kein Dentin exponiert und ist es aus ästhetischen Gründen nicht erforderlich, so kann in manchen Fällen auf die Anfertigung von Provisorien auch verzichtet werden (STRASSLER & NATHANSON 1989).

Veneers im Seitenzahnbereich

Ist es notwendig, an Prämolaren oder gar bis zu den ersten Molaren im Oberkiefer (abhängig von der ästhetischen Analyse: Sichtbarkeit der Zähne beim Sprechen und Lachen) bukkal Veneerschalen anzufertigen, so ist die Präparation analog zu Frontzähnen auszuführen (Abb. 26 und 27) (ARCHANGELO ET AL. 2009, PEUMANS ET AL. 1998, STRASSLER & NATHANSON 1989). Der okklusale Rand darf nicht an einem zentralen Stopp oder im Bereich von Funktionsbahnen liegen. Existiert keine Fronteckzahn-Führung, sondern liegt eine Gruppenführung im Seitenzahnbereich vor, so ist es vorteilhaft, den okklusalen Rand bis in die Zentralfissur zu extendieren; hierbei wird der bukkale Höcker mind. 2 mm okklusal reduziert. An Unterkieferseitenzähnen sollten aus Gründen der Statik und Frakturprophylaxe keine Veneers, sondern eher Keramikteilkronen an den bukkalen Stützhöckern angefertigt werden.

4. Herstellung

Technische Herstellung der Veneers

Für die technische Herstellung der keramischen Verblendschalen im Labor gibt es mehrere Möglichkeiten. Komplett aus sinterkeramischen Massen auf feuerfesten Stümpfen hergestellte Veneers verfügen über das höchste ästhetische Potenzial, da sie sowohl über die beste Farbtiefe als auch über die am natürlichsten wirkenden lichtoptischen Eigenschaften und Transluzenzeffekte verfügen. Das direkte Aufschichten von Verblendkeramik auf eine Platinfolie stellt hierzu eine Variante dar. Allerdings kann die Stabilität der auf diese Weise hergestellten Veneers durch den Einschluss beispielsweise von



Abb. 25 Durch die Zirkonoxidkrone an Zahn 11 und das Keramikveneer an Zahn 21 wurde die Funktion und Ästhetik der Zähne wiederhergestellt (Zahn-technik: Hubert Schenk, München).



Abb. 26 Präparation für ein Veneer an einem ersten Prämolaren.



Abb. 27 Adhäsiv befestigtes Keramikveneer am ersten Prämolaren. Situation nach drei Monaten (Zahn-technik: Hubert Schenk, München).

Mikrobläschen in der eher über geringere Festigkeitswerte verfügbaren Verblendkeramik reduziert sein. Presskeramische Veneers aus leuzitverstärkter Glaskeramik werden vollanatomisch aufgewachst und dann im Lost-wax-Verfahren in Keramik umgesetzt. Die Verwendung unterschiedlich eingefärbter und in der Transluzenz variierender Rohlinge erlaubt zusammen mit einer Bemalung und Oberflächenglasur ebenfalls eine exzellente Ästhetik bei relativ hoher Festigkeit (Press-Mal-Technik). Eine weitere Möglichkeit der Veneerherstellung besteht im Pressen einer im labialen Ausmass reduzierten Schale, welche sekundär mit verblendkeramischen Massen anatomisch komplettiert und ästhetisch individualisiert wird (Press-Schicht-Technik). Die Schale kann sowohl mit der vorgenannten Leuzit-Keramik oder alternativ mit einer weniger lichtdurchlässigen, aber deutlich festeren Lithium-Disilikat-Glaskeramik angefertigt werden. Die Auswahl der entsprechenden Herstellungsmethode wird hier unter anderem beeinflusst durch die Präparation, das vom Veneer aufzubauende Volumen bzw. die Längen- und Breitendimensionen und durch die auf die Restauration einwirkenden Kräfte.

CAD/CAM-Veneers (z. B. Cerec) erfüllen im Allgemeinen nicht die hohen ästhetischen Ansprüche, welche man von Keramikveneers erwarten darf. Allenfalls in der CAD/CAM-Technik hergestellte Schalen, welche mittels «Cut-back»-Technik modifiziert und mit Verblendkeramik optimiert werden, liefern ästhetisch akzeptable Ergebnisse. Eine gewisse Sonderstellung wird eingenommen durch zweischichtige Veneers (NobelProcera™ Laminate Alumina, Nobel Biocare) mit einem dünnen, mittels CAD/CAM-Technik produzierten, Aluminiumoxidgerüst (ca. 0,25–0,40 mm Dicke), welches über eine sehr hohe Festigkeit (ca. 700 MPa) verfügt (CHU ET AL. 2003). Diese Aluminiumoxid-schalen werden sekundär mit einer geeigneten Verblendkeramik anatomisch finalisiert und individualisiert. Wird hierbei die innenliegende Schale aus hochfester Keramik etwas dicker gestaltet (ca. 0,4 mm), so ergibt sich eine sehr gute Maskierungsfähigkeit für die Veneerversorgung auch von stärker verfärbten Zähnen (HAGER ET AL. 2001).

5. 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 kraftschlüssige Verbindung mit der Zahnhartsubstanz durch den adhäsiven Klebevorgang. Die zuverlässige adhäsive Verbindung zur Zahnhartsubstanz ist für den langfristigen klinischen Erfolg ein Schlüsselfaktor (GUESS & STAPPERT 2008).

Nach Abnahme der Provisorien und Reinigung der Zähne wird als Erstes die Farbe des Einsetzkomposits an den noch feuchten, nicht ausgetrockneten Zähnen bestimmt. Für die Überprüfung der Farb- und Transparenzgestaltung («ästhetische Einprobe») wird mit wasserlöslichen Try-in-Pasten (Abb. 28), welche in ihrer Einfärbung dem gehärteten Kompositzement entsprechen, die Luft im Zementspalt eliminiert, die aufgrund der Änderung des Lichtbrechungsverhaltens zu einem falschen optischen Eindruck führen würde (CHADWICK ET AL. 2008, XING ET AL. 2010). Kleinere Farbkorrekturen des Veneers können durch unterschiedlich intensiv eingefärbte Kompositzemente erzielt werden. Man muss sich allerdings darüber im Klaren sein, dass die Farbe des adhäsiv befestigten Veneers durch drei Faktoren bestimmt wird, welche eine unterschiedliche Gewichtung aufweisen:

- *Farbe des beschliffenen Zahnstumpfes* → grosser Einfluss bei transluzenter Keramik, geringerer Einfluss bei opaker Ke-



Abb. 28 Ästhetische Einprobe von Keramikveneers an den Zähnen 11 und 21 mit Try-in-Paste.

- ramik (cave: sehr dunkle Zahnstümpfe können durch die dünnen Veneers schlecht maskiert werden ohne dass das Endresultat sehr opak wirkt und somit mit einem Verlust an natürlicher Transluzenz einhergeht)

- *Farbe der Veneerkeramik* → grosser Einfluss bei transluzenter Keramik, sehr grosser Einfluss bei opaker Keramik (abhängig von der Dicke des Veneers [OMAR ET AL. 2010])
- *Farbe des Kompositklebers* → geringster Einfluss, v. a. bei opaker Keramik (cave: vermeide sehr opake Kompositkleber bei transluzenten Veneers)

Die geringe Schichtstärke des Kompositklebers im Vergleich zur Veneerkeramik erlaubt bei einer deutlichen Farbabweichung der Veneerkeramik von der Sollfarbe im Regelfall keine perfekte Korrektur, lediglich geringe Abweichungen können optimiert werden (OMAR ET AL. 2010). Andererseits besteht aber die Gefahr, ein im Labor in Farbe und Transluzenz perfekt hergestelltes Veneer durch die Wahl des falschen Einsetzkomposits (z. B. weiss-opake Farben) ästhetisch zu ruinieren. Die «ästhetische Einprobe» mit Try-in-Pasten zum richtigen Zeitpunkt ist somit eine unabdingbare Voraussetzung für einen gelungenen Abschluss der Behandlung. Um eine Austrocknung der Zähne und die damit verbundene reversible Aufhellung zu vermeiden, muss diese Kontrolle selbstverständlich vor dem Anlegen von Kofferdam vorgenommen werden.

Nach dem erneuten Reinigen von Zähnen und Veneers von der Try-in-Paste erfolgt anschliessend die Kontrolle der Passung jedes einzelnen Veneers. Bei mehreren Verblendschalen wird noch eine gemeinsame Einprobe sämtlicher Veneers vorgenommen, um die approximale Kontaktsituation zu prüfen und eine Einsetzreihenfolge festzulegen. 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 Veneers erlauben bei Benutzung einer lichtstarken Polymerisationslampe die Verwendung eines rein lichthärtenden Kompositbefestigungszements. Diese sind bei den dünnen Veneerrestorationen gegenüber dualhärtenden Kompositzementen zu bevorzugen, da Letztere aufgrund der Degradation des für die chemische Härtung notwendigen Aminbestandteils eine mangelnde, unberechenbare Farbstabilität aufweisen. Erst durch die Verklebung mit den Zähnen erlangen die dünnen Veneers ihre maximale Festigkeit (kraftschlüssige Verbindung) (Abb. 29 und 30).

Bei indirekten Versorgungen wird die Versiegelung des Dentins mit einem Adhäsivsystem traditionellerweise direkt vor dem



Abb. 29 Junger Patient mit multiplen Diastemata an karies- und füllungs-freien Zähnen.



Abb. 30 Mit den adhäsiv befestigten Keramikveneers konnte auf minimalinvasive Weise eine deutliche Verbesserung der Ästhetik erzielt werden (Zahn-technik: Hubert Schenk, München).

Einsetzen durchgeführt. Beim «Immediate Dentin Sealing» (IDS) wird andererseits das durch die Präparation exponierte Dentin unmittelbar nach dem Beschleifen und vor der Abformung mit einem Adhäsivsystem versiegelt. Als Vorteile dieser Technik werden reduzierte Sensitivitäten, verminderte Mikroundichtigkeiten und verbesserte Haftfestigkeiten diskutiert (MAGNE 2005, MAGNE ET AL. 2005, SWIFT JR 2009).

6. Klinische Langlebigkeit und Versagensmuster

Die publizierten Daten zu Überlebensraten und der intraoralen Verweildauer von Keramikveneers demonstrieren klar die klinische Ausgereiftheit dieser Behandlungsmethode zum heutigen Zeitpunkt (SWIFT JR & FRIEDMAN 2006). Eine Übersichtsarbeit zur klinischen Leistungsfähigkeit vollkeramischer Restaurationen berichtet Ausfallquoten für Keramikveneers von weniger als 5% bzw. 10% nach einer Beobachtungsdauer von fünf Jahren bzw. zehn Jahren (DELLA & KELLY 2008, LAND & HOPP 2010). Die klinische Verweildauer ist mittlerweile mit jener von Kronen vergleichbar (CHRISTENSEN 2006, KUNZELMANN & KERN 2010).

Analysiert man das Ausfallmuster von Keramikveneers, so wird generell zwischen teilweisem (reparierbar, Veneer klinisch weiter verwendbar) und komplettem (Veneer muss neu angefertigt werden) Versagen unterschieden (SHAINI ET AL. 1997), welches wiederum in mechanische und biologische Probleme unterteilt werden kann (DELLA & KELLY 2008). Zu den reparierbaren Problemen zählen beispielsweise ein kompletter Haftverlust ohne Veneerfraktur mit der Möglichkeit zur Wiederbefestigung, eine statische Fraktur, bei der die Frakturfragmente intakt auf der Zahnoberfläche verweilen und durch einen Haarriss voneinander getrennt sind (FRIEDMAN 1998) und kleinere Keramikabplatzungen (Chipping) (MURPHY ET AL. 2005). Totalausfälle beruhen in der Regel auf Keramikfrakturen, nicht reparierbaren Haftverlusten (DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000), schwerwiegenden Randundichtigkeiten und Sekundärkariesbildung (FRIEDMAN 1998, PEUMANS ET AL. 2004). Frakturbedingte

Phänomene an der Keramik stellen hierbei die häufigsten Ausfallgründe (DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000, FRIEDMAN 1998). Eine deutliche Verschlechterung funktioneller oder ästhetischer Parameter der Veneers wird ebenfalls für deren Verlust angeführt (DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000).

Zu den Risikofaktoren für einen höheren frühzeitigen Veneerverlust, die in der Fachliteratur aufgeführt werden, zählen in dieser Versorgungstechnik unerfahrene Behandler (SHAINI ET AL. 1997), im betreffenden Zahn bereits vorhandene Füllungen (DUNNE & MILLAR 1993, SHAINI ET AL. 1997), deutlicher Zahnhartsubstanzverlust bereits vor der Veneertherapie (DUNNE & MILLAR 1993), und die Verwendung von ungeeignetem Befestigungsmaterial (DUNNE & MILLAR 1993).

7. Schlussfolgerung

Vollkeramische Veneers haben mittlerweile einen sehr hohen Qualitätsstandard erreicht und sind für die moderne konservierende und prothetische Zahnheilkunde zu einem unverzichtbaren therapeutischen Instrument geworden. Eine ausgezeichnete Ästhetik (FRIEDMAN 1993) und ein im Vergleich zu Vollkronen zumeist deutlich geringerer Zahnhartsubstanzabtrag zeichnen diese Therapieform aus, die bei den Patienten auf eine hervorragende Akzeptanz stösst (ARISTIDIS & DIMITRA 2002, DUMFAHRT & SCHÄFFER 2000). Der geringe Substanzabtrag und die parodontalhygienisch günstige Lage des zervikalen Präparationsrandes vermeiden im Regelfall schwerwiegende biologische Probleme (postoperative Hypersensibilitäten, Pulpanekrosen, gingivale Rezessionen) (WYLIE ET AL. 2000). Daten aus klinischen Studien zeigen hervorragende klinische 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 geeignete Befestigungstechnik zum Einsatz kommen (FRIEDMAN 1998, SWIFT & FRIEDMAN 2006).

Literatur

- ARCHANGELO C M, ROCHA E P, JUNIOR M M, FREITAS JUNIOR A, ALMEIDA E O, ANCHIETA R B: Laminate veneers in premolars: nonlinear study using 3-D FEA. *J Dent Res* 88: Special Issue A, Abstract No. 3321 (2009)
- ARISTIDIS G A, DIMITRA B: Five-year clinical performance of porcelain laminate veneers. *Quintessence Int* 33: 185–189 (2002)
- CHADWICK R G, MCCABE J F, CARRICK T E: Rheological properties of veneer trial pastes relevant to clinical success. *Br Dent J* 204: Br Dent J. 2008 Mar 22; 204(6): E11. Epub 2008 Feb 15
- CHEN J H, SHI C X, WANG M, ZHAO S J, WANG H: Clinical evaluation of 546 tetracycline-stained teeth treated with porcelain laminate veneers. *J Dent* 33: 3–8 (2005)
- CHRISTENSEN G J: Facing the challenges of ceramic veneers. *J Am Dent Assoc* 137: 661–664 (2006)
- CHU F C: Clinical considerations in managing severe tooth discoloration with porcelain veneers. *J Am Dent Assoc* 140: 442–443 (2009)
- CHU F C, ANDERSSON B, DENG F L, CHOW T W: Making porcelain veneers with the Procera AllCeram system: case studies. *Dent Update* 30: 454–458 (2003)
- DAVIS L G, ASHWORTH P D, SPRIGGS L S: Psychological effects of aesthetic dental treatment. *J Dent* 26: 547–554 (1998)
- DELLA B A, KELLY J R: The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 139 Suppl: 8S–13S (2008)
- DUMFAHRT H, SCHÄFFER H: Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II – Clinical results. *Int J Prosthodont* 13: 9–18 (2000)
- DUNNE S M, MILLAR B J: A longitudinal study of the clinical performance of porcelain veneers. *Br Dent J* 175: 317–321 (1993)
- EDELHOFF D, SORENSEN J A: Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 87: 503–509 (2002)
- ERNST K K: LICHTSPIELE. In: BESCHNIDT S M, BOCK H J, ERNST K K, PRULL R, SCHERZINGER P, SPIELBERG M, WÖSTMANN B (Eds.): *Kompodium Dental. Klinische und technische Fallstudien*. Neuer Merkur Verlag, München, pp 95–124 (2004)
- FRIEDMAN M J: The enamel ceramic alternative: porcelain veneers vs metal ceramic crowns. *J Calif Dent Assoc* 20: 27–33 (1992)
- FRIEDMAN M J: Current state-of-the-art porcelain veneers. *Curr Opin Cosmet Dent* 28–33 (1993)
- FRIEDMAN M J: A 15-year review of porcelain veneer failure – a clinician's observations. *Compend Contin Educ Dent* 19: 625–636 (1998)
- FUHRER N, VARDIMON A D: Clinical analysis and treatment of spaced dentition. *Pract Periodont Aesthet Dent* 9: 493–501 (1997)
- GRIFFIN J D: Using digital photography to visualize, plan, and prepare a complex porcelain veneer case. *Pract Proced Aesthet Dent* 20: 39–45 (2008)
- GRIFFIN J D: Excellence in photography: heightening dentist-ceramist communication. *Dent Today* 28: 124–127 (2009)
- GUESS P C, STAPPERT C F: Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dent Mater* 24: 804–813 (2008)
- GUREL G: Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers. *Pract Proced Aesthet Dent* 15: 17–24 (2003)
- GUREL G, BICHACHO N: Permanent diagnostic provisional restorations for predictable results when redesigning the smile. *Pract Proced Aesthet Dent* 18: 281–286 (2006)
- HAGER B, ODÉN A, ANDERSSON B, ANDERSSON L: Procera AllCeram laminates: a clinical report. *J Prosthet Dent* 85: 231–232 (2001)
- JAVAHERI D: Considerations for planning esthetic treatment with veneers involving no or minimal preparation. *J Am Dent Assoc* 138: 331–337 (2007)
- KIHN P W, BARNES D M: The clinical longevity of porcelain veneers: a 48-month clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 129: 747–752 (1998)
- KUNZELMANN K H, KERN M: Non-Prep oder Prep Veneer? *Quintessenz Zahntechnik* 36: 293–300 (2010)
- LAND M F, HOPP C D: Survival rates of all-ceramic systems differ by clinical indication and fabrication method. *J Evid Based Dent Pract* 10: 37–38 (2010)
- MAGNE P: Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent* 17: 144–154 (2005)
- MAGNE P, BELSER U C: Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent* 16: 7–16 (2004)
- MAGNE P, DOUGLAS W H: Additive contour of porcelain veneers: a key element in enamel preservation, adhesion, and esthetics for aging dentition. *J Adhes Dent* 1: 81–92 (1999)
- MAGNE P, KIM T H, CASCIONE D, DONOVAN T E: Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent* 94: 511–519 (2005)
- MAGNE P, MAGNE M: Use of additive waxup and direct intraoral mock-up for enamel preservation with porcelain laminate veneers. *Eur J Esthet Dent* 1: 10–19 (2006)
- MAGNE P, MAGNE M, BELSER U C: The esthetic width in fixed prosthodontics. *J Prosthodont* 8: 106–118 (1999)
- MAGNE P, PERROUD R, HODGES J S, BELSER U C: Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. *Int J Periodontics Restorative Dent* 20: 440–457 (2000)
- MANGANI F, CERUTTI A, PUTIGNANO A, BOLLERO R, MADINI L: Clinical approach to anterior adhesive restorations using resin composite veneers. *Eur J Esthet Dent* 2: 188–209 (2007)
- MEJERING A C, PETERS M C R B, DELONG R, PINTADO M R, CREUGERS N H: Dimensional changes during veneering procedures on discoloured teeth. *J Dent* 26: 569–576 (1998)
- MEJERING A C, ROETERS F J, MULDER J, CREUGERS N H: Patients' satisfaction with different types of veneer restorations. *J Dent* 25: 493–497 (1997a)
- MEJERING A C, ROETERS F J, MULDER J, CREUGERS N H: Recognition of veneer restorations by dentists and beautician students. *J Oral Rehabil* 24: 506–511 (1997b)
- MURPHY E, ZIADA H M, ALLEN P F: Retrospective study on the performance of porcelain laminate veneers delivered by undergraduate dental students. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 13: 38–43 (2005)
- NASH R W: The contact lens porcelain veneer. *Dent Today* 22: 56–59 (2003)
- NORDBO H, RYGH-THORESEN N, HENAUG T: Clinical performance of porcelain laminate veneers without incisal overlapping: 3-year results. *J Dent* 22: 342–345 (1994)
- OMAR H, ATTA O, EL-MOWAFI O, KHAN S A: Effect of CAD-CAM Porcelain Veneers Thickness on Their Cemented Color. *J Dent* (Epub ahead of print): (2010)
- PEUMANS M, DE M J, FIEUWS S, LAMBRECHTS P, VANHERLE G, VAN M B: A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. *J Adhes Dent* 6: 65–76 (2004)
- PEUMANS M, VAN MEERBEEK B, LAMBRECHTS P, VUYLSTEKE-WAUTERS M, VANHERLE G: Five-year clinical performance of porcelain veneers. *Quintessence Int* 29: 211–221 (1998)
- PEUMANS M, VAN M B, LAMBRECHTS P, VANHERLE G: Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 28: 163–177 (2000)
- ROUSE J, MCGOWAN S: Restoration of the anterior maxilla with ultraconservative veneers: clinical and laboratory considerations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 11: 333–339 (1999)
- ROUSE J S: Full veneer versus traditional veneer preparation: a discussion of interproximal extension. *J Prosthet Dent* 78: 545–549 (1997)
- SHAINI F J, SHORTALL A C, MARQUIS P M: Clinical performance of porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation over a period of 6.5 years. *J Oral Rehabil* 24: 553–559 (1997)
- STAPPERT C F, OZDEN U, GERDS T, STRUB J R: Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent* 94: 132–139 (2005)
- STRASSLER H E, NATHANSON D: Clinical evaluation of etched porcelain veneers over a period of 18 to 42 months. *J Esthet Dent* 1: 21–28 (1989)
- SWIFT E J JR: Critical appraisal: immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent* 21: 62–67 (2009)
- SWIFT E J JR, FRIEDMAN M J: Critical appraisal. Porcelain veneer outcomes, part I. *J Esthet Restor Dent* 18: 54–57 (2006)
- SWIFT E J, FRIEDMAN M J: Critical appraisal. Porcelain veneer outcomes, part II. *J Esthet Dent* 18: 110–111 (2006)
- TROEDSON M, DERAND T: Effect of margin design, cement polymerization, and angle of loading on stress in porcelain veneers. *J Prosthet Dent* 82: 518–524 (1999)
- WYLIE S G, TAN H K, BROOKE K: Restoring the vertical dimension of mandibular incisors with bonded ceramic restorations. *Aust Dent J* 45: 91–96 (2000)
- XING W, JIANG T, MA X, LIANG S, WANG Z, SA Y, WANG Y: Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *J Dent* (Epub ahead of print): (2010)