



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

M. Oliver Ahlers
Priv.-Doz. Dr. med. dent.

Spezialist für Funktionsdiagnostik und
-therapie (DGFD)
CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf
Falkenried 88 (CiM, Haus C)
20251 Hamburg

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanz- geschädigter Kauflächen



Indizes

Diagnostisches Wax-up, Mock-up, kauflächenorientierte Defektmorphologie, Hochleistungspolymere, minimalinvasive Präparation, Okklusionsonlays, Vollkeramik, Adhäsivtechnik

Zusammenfassung

Gemäß der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie sind die Karieserfahrungen in der deutschen Bevölkerung stark rückläufig. Auch die Anzahl der Restzähne im fortgeschrittenen Alter ist in den letzten Dekaden signifikant gestiegen. Damit lässt sich ein klarer Trend zum längerfristigen Zahnerhalt – ggf. mit feststehendem Zahnersatz – ablesen, welcher durch die Möglichkeit der Pfeilervermehrung mit Implantaten noch unterstützt wird. Diese Ergebnisse zeugen zwar einerseits international gesehen von einer Spitzenposition, aber andererseits wird zunehmend auf die Gefahren erheblicher Zahnhartsubstanzschädigungen infolge von Biokorrosion, Attrition und Abrasion hingewiesen. Die Schädigungen besitzen verglichen mit kariösen Läsionen eine veränderte, im Seitenzahnbereich häufiger kauflächenorientierte Defektmorphologie. Vor diesem Hintergrund haben sich in den letzten Jahrzehnten die restaurativen Behandlungskonzepte erheblich differenziert. Überwiegend subtraktiv ausgerichtete Konzepte für eine mechanische Verankerung der Restauration mit klassischen Zementen werden heute nach Möglichkeit durch weniger invasive, vornehmlich defektorientierte Vorgehensweisen ersetzt. Bei ausgeprägten Substanzverlusten erlauben zudem additiv ausgerichtete Ansätze eine wiederherstellende Restauration. Hinzu kommen Modifikationen traditioneller Vorgehensweisen wie die vorherige Definition des Behandlungsziels mit Hilfe eines diagnostischen Wax-ups. Letzteres wird als Orientierung für die nachfolgende Zahnpräparation eingesetzt und ermöglicht ein besonders ökonomisches Vorgehen beim Abtrag gesunder Zahnhartsubstanz. Weiterhin hat die Einführung neuer Präparationsformen wesentlich zum Zahnhartsubstanz-erhalt an den zu restaurierenden Zähnen beigetragen. In dem Artikel werden die Prinzipien der minimalinvasiven Behandlung mittels Okklusionsonlays zur Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen dargestellt.

Einleitung

Zahnverhalt und Zahnverschleiß

In der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) werden im Vergleich zu 1997 ein Rückgang an Karieserkrankungen bei jüngeren Erwachsenen (35- bis 44-Jährige) um über 30 % und eine Halbierung der Wurzelkaries im gleichen Zeitraum dokumentiert. Zudem hat sich die Anzahl der Restzähne im fortgeschrittenen Alter signifikant erhöht: Jüngere Senioren in der Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen besaßen 2014 im Durchschnitt mindestens fünf eigene Zähne mehr als noch im Jahr 1997 (DMS III: 10,4 Zähne versus DMS V: 16,9 Zähne)³⁰. Mit diesen überaus positiven Entwicklungen nimmt Deutschland im internationalen Vergleich derzeit eine Spitzenposition ein. Erkennbar ist ein klarer Trend zum längeren Zahnerhalt, teils mit feststehendem Zahnersatz. Dieser erfährt durch die Möglichkeit der Pfeilervermehrung mit Implantaten noch eine Unterstützung. Die stark rückläufige Karieserfahrung wird zwar einerseits immer wieder als positiv herausgestellt, aber andererseits häufen sich Hinweise auf die Gefahren erheblicher Zahnhartsubstanzschädigungen infolge von Biokorrosion, Attrition und Abrasion^{29,54}. Diese Effekte werden durch den längeren Funktionszeitraum der Zähne noch verstärkt³².

Behandlungsindikationen bei Zahnverschleiß

Vor dem oben beschriebenen Hintergrund haben sich in den letzten Jahrzehnten die restaurativen Behandlungskonzepte erheblich differenziert²⁸. Zum einen werden traditionelle Versorgungskonzepte mit metallbasierten Kronen und Brücken aufgrund der guten klinischen Langzeiterfolge noch immer als Goldstandard definiert⁴². Zum anderen wird jedoch der mit der Kronen- oder Brückenpfeilerpräparation verbundene hohe Zahnhartsubstanzabtrag zunehmend kritisch betrachtet und versucht, diese invasiven Maßnahmen möglichst zu vermeiden oder zumindest in ein höheres Lebensalter zu verschieben⁴³.

Eine Entscheidung zugunsten einer restaurativen Therapie zum Ersatz verloren gegangener Zahnhartsub-

stanz im indirekten Verfahren kommt entweder bei pathologischem Zahnverschleiß oder bei zusätzlicher funktioneller und/oder ästhetischer Beeinträchtigung in Frage⁵⁷. Beruht die Indikationsstellung allein auf pathologischem Zahnverschleiß, so erfordert dies eine entsprechende Diagnostik zur Prüfung, ob tatsächlich das indirekte Verfahren zum Einsatz kommen muss oder ob nicht eine weniger invasive direkte Therapie durchgeführt werden kann³⁴. Es ist dabei allerdings nicht zielführend, für die restaurative Intervention bis zum erkennbar maximalen Zerstörungsgrad der Zahnhartsubstanz zu warten, da verbliebene Zahnschmelzanteile eine dauerhafte und sichere adhäsive Anbindung der neuen Restauration erlauben. Benötigt wird deshalb ein valides Instrumentarium zur Erfassung von Zahnverschleiß.

Diese Anforderung erfüllt aktuell am besten das mehrstufige „Tooth Wear Evaluation System“ (TWES). Es ermöglicht in zwei Schritten zunächst ein Zahnverschleiß-Screening und bei „positivem“ Ergebnis (TWES-Grad 2 und mehr) einen Zahnverschleiß-Status zur detaillierten Erfassung und Einteilung des Ausmaßes des Zahnverschleißes in unterschiedliche Destruktionsgrade^{56,57}. Auf dieser Grundlage kann ein Monitoring hinsichtlich der Zahnverschleiß-Progression erfolgen und eine differenzierte Entscheidung über erforderliche restaurative Behandlungen getroffen werden. Letztere sind dabei ab einem TWES-Grad 3 sinnvoll (entsprechend einem Verlust von mehr als einem Drittel der klinischen Krone).

Die Betroffenen profitieren davon nicht nur in Bezug auf den Erhalt der zu versorgenden Einzelzähne. Es konnte auch nachgewiesen werden, dass Patienten mit starken funktionellen und ästhetischen Problemen nach restaurativer Intervention eine signifikante Verbesserung ihrer Lebensqualität empfanden⁵⁰. Diese Verbesserung bezog sich auf die orofaziale Erscheinung, das orale Wohlbefinden, die generelle Leistungsfähigkeit und die Kaufunktion wie auch auf eine Schmerzreduktion⁹.

Direkte versus indirekte Restaurationen

Bei der Wahl der restaurativen Intervention empfiehlt es sich, additive Vorgehensweisen einem subtraktiv

■ PROTHETIK

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

ausgerichteten restaurativen Konzept vorzuziehen. So sollten bei kleineren Defekten und jüngeren Patienten nach Möglichkeit Restaurationen mit Kompositen im direkten Verfahren erfolgen, da diese geringere Kosten verursachen und minimalinvasiv zu verarbeiten sind. Einer Studie von *Schmidlin et al.*⁴⁶ zufolge sind die Ergebnisse mit direkten Restaurationen initial gut. In klinischen Nachuntersuchungen der gleichen Arbeitsgruppe konnte allerdings gezeigt werden, dass direkte Seitenzahnkompositrestaurationen bei komplexen Rehabilitationen nach mehr als 5,5 Jahren eine deutlich sichtbare Verschlechterung der Oberflächenbeschaffenheit, der anatomischen Form und der Randqualität aufwiesen¹⁰. Die Überlebensrate von Komposit als Restaurationsmaterial bei komplexen direkten Rehabilitationen hängt dabei von der Zahnlokalisierung ab und ist bei Molaren am ungünstigsten³⁵.

Im Gegensatz dazu ermöglichen indirekte Restaurationen – z. B. mit Glaskeramik – eine sicherere und stabilere Umsetzung der Okklusion. Wenn sie umfangreicher sind, können zudem die spätere Form und Ästhetik besser kontrolliert werden, was allerdings mit höheren Kosten verbunden ist⁴¹. In den letzten Jahrzehnten hat sich dabei die Invasivität indirekter Restaurationen deutlich verringert. Dies belegen Messungen des Substanzabtrages in Abhängigkeit von verschiedenen Präparationsgeometrien: Für Vollkronen sowohl im Front- als auch im Seitenzahnbereich müssen bis zu 70 % der Zahnhartsubstanz der klinischen Krone abgetragen werden⁸, wohingegen der Substanzabtrag bei Teilkronen und Okklusionsonlays nur halb so groß ist¹⁸. Diese Erkenntnisse beeinflussen zunehmend die Therapieauswahl für indirekte Restaurationen⁴⁰.

Bei endodontisch behandelten Zähnen hatte das Ausmaß der verbleibenden Zahnhartsubstanz in verschiedenen In-vitro-Untersuchungen einen signifikant positiven Einfluss auf deren Bruchfestigkeit, und zwar unabhängig vom Zahntyp^{13,49}. Deshalb ist es umso wichtiger, dass bei endodontisch behandelten Molaren durch die Therapieentscheidung für eine Teilkrone anstelle einer Vollkrone bis zu 45 % der Zahnhartsubstanz zusätzlich erhalten werden können⁴⁰.

Im Hinblick auf endodontische Folgebehandlungen stellt die Devitalisierungsrate ein wichtiges Kriterium dar. Diesbezüglich zeigte sich, dass im Rahmen klinischer Studien zu vollkeramischen Teilkronen und Veneers in Beobachtungszeiträumen von bis zu 12,6 Jahren entweder gar keine Devitalisierungen auftraten²⁶ oder die Devitalisierungsrate im Vergleich zu Studien mit metallkeramischen Vollkronen sehr viel niedriger lag⁵². Demnach scheint sich eine geringe Invasivität der Präparation und Restauration vorteilhaft auf den Erhalt der Vitalität restaurierter biologischer Pfeiler auszuwirken. Vor diesem Hintergrund hat sich in der festsitzenden Prothetik in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel hin zu weniger invasiven Behandlungskonzepten vollzogen^{14,21,51,55}.

Nachfolgend wird das Therapiekonzept der glaskeramischen Okklusionsonlays, welches eine erhebliche Reduzierung des Zahnhartsubstanzabtrages erlaubt, näher beschrieben und versucht, diese Versorgungsform zu bewerten.

Vorbehandlung

Notwendigkeit einer Prüfung der Akzeptanz der VDO

Okklusionsonlays sind eine Behandlungsform, die seit der Verfügbarkeit entsprechender Restaurationsmaterialien zunehmend im Rahmen komplexer Rehabilitationen eingesetzt wird, was insbesondere dann zutrifft, wenn diese mit einer Anhebung der Vertikaldimension der Okklusion (VDO) assoziiert sind. Da die neuromuskuläre und die phonetische Akzeptanz einer wiederhergestellten VDO sich im Vorfeld nicht verlässlich abschätzen lassen, ist es ratsam, sie zuvor zu erproben. Hierfür sind verschiedene Optionen verfügbar, darunter die Einprobe und ggf. Feinadjustierung eines diagnostischen Wax-ups. Um jedoch die neuromuskuläre Reaktion zu ermitteln, ist eine längere Überprüfung im Sinne einer funktionellen und wenn möglich auch phonetischen sowie ästhetischen „Probefahrt“ erforderlich. Hierfür sind verschiedene Behandlungstechniken etabliert, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Klassische Vorbehandlung mit Positionierungsschienen

Die klassische Vorbehandlung beruht auf dem Tragen einer Okklusionsschiene, die zum einen die geplante Kondylenposition und zum anderen die vorgesehene vertikale Dimension einstellt. Dieses Verfahren ist etabliert und bewährt, hat aber folgende Grenzen:

- Die Phonetik speziell bei Oberkieferschienen vom Typ der Michiganschiene ist deutlich eingeschränkt und verhindert, dass sie auch tagsüber getragen werden. Diese Schienenform weist dann infolge der stetig unterbrochenen Anwendung funktionelle sowie aufgrund der Erscheinung und Gestaltung erhebliche ästhetische und phonetische Nachteile auf³³. Als Alternative hierfür haben verschiedene Autoren Unterkieferschienen beschrieben, die in der Front geöffnet sind²⁵. Diese bedürfen eines Monitorings, um mögliche Veränderungen der Zahnstellung zu erfassen.
- Unter Umständen ist die Erhöhung der Vertikaldimension zur Wiedererlangung physiologischer Verhältnisse geringer als die erforderliche Stärke herkömmlicher Positionierungsschienen aus Polymethylmethacrylat (PMMA). In dem Fall kann diese Form der Okklusionsschiene die geplante Vertikaldimension nicht korrekt einstellen.
- Zudem setzt dieses Vorgehen eine Okklusion im Gegenkiefer voraus, welche eine stabile Verschlüsselung der Okklusionsschiene erlaubt.

Neben den o. g. absoluten Einschränkungen haben klassische Positionierungsschienen den Nachteil, dass sie lediglich in einem Kiefer eingegliedert werden. Damit bilden sie im Fall einer restaurativen Behandlung beider Kiefer in nur einer Schiene die gesamte Veränderung der VDO ab und geben deshalb die Okklusionsebene nicht so wieder, wie sie später in der Restauration ausgeführt wird⁴⁷.

Die Vorteile der klassischen, in einem Kiefer getragenen Okklusionsschienen bestehen in ihren geringeren Kosten und der Möglichkeit, während der Initialtherapie zahntechnische Anpassungen der Okklusion bis hin zu Änderungen der kondylären Position in Abhängigkeit

von der funktionellen Situation durchführen zu können. Derartige klassische Relaxierungs- und Positionierungsschienen sind daher weiterhin die Methode der Wahl für die Initialtherapie zur Erzielung von Schmerzfreiheit und zur funktionellen Rehabilitation¹.

Innovative Alternative: Simulationsschienen aus CAD/CAM-gefrästen Polymeren

Wenn aber eine der o. g. Voraussetzungen nicht gegeben ist, bieten herausnehmbare CAD/CAM-gefertigte Simulationsschienen eine neue Alternative. Sie werden auf der Grundlage eines diagnostischen Wax-ups konstruiert, vollanatomisch aus zahnfARBENEM Polycarbonat gefräst und ausgearbeitet und entsprechen hinsichtlich ihrer Funktion und Ästhetik annähernd der späteren Restauration. Diese Form von mono- oder bimaxillären vollanatomischen Simulationsschienen stößt bei den Patienten auf eine deutlich höhere Akzeptanz¹⁷. Aufgrund der Materialeigenschaften ist eine Fertigung in sehr dünnen Schichtstärken von 0,3 mm möglich. Die Schienen sind herausnehmbar, so dass die Therapie reversibel ist, und sie können 23 Stunden am Tag (23-Stunden-Schiene) getragen werden. Dennoch besteht die Grenze auch dieses Verfahrens im Ausmaß der Erhöhung der VDO: Als „Zwei-Schienen-Konzept“ (bimaxillär) lassen sie sich erfahrungsgemäß nur bei Veränderungen der VDO mit einer Erhöhung des Inzisalstiftes ab etwa 4 mm und mehr einsetzen.

Repositions-Onlays

Eine weitere Alternative in der Vorbehandlung sind festsitzende zahnfARBENE, einzeln adhäsiv befestigte Repositions-Onlays aus PMMA. Sie werden nach einem diagnostischen Wax-up klassisch^{5,6} oder mit Hilfe von CAD/CAM-Systemen gefertigt und entsprechen in ihrer Funktion und Ästhetik nahezu perfekt den späteren Restaurationen^{2,48}. Da Repositions-Onlays aus PMMA volladhäsiv als Einzelzahnrestorationen befestigt werden, ist der Aufwand vergleichsweise hoch. Dafür haben die Patienten aufgrund der Ähnlichkeit zum späteren Restaurationsziel und der fixen Befestigung auch die Möglichkeit, mit den Repositions-Onlays zu essen und

■ PROTHETIK

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

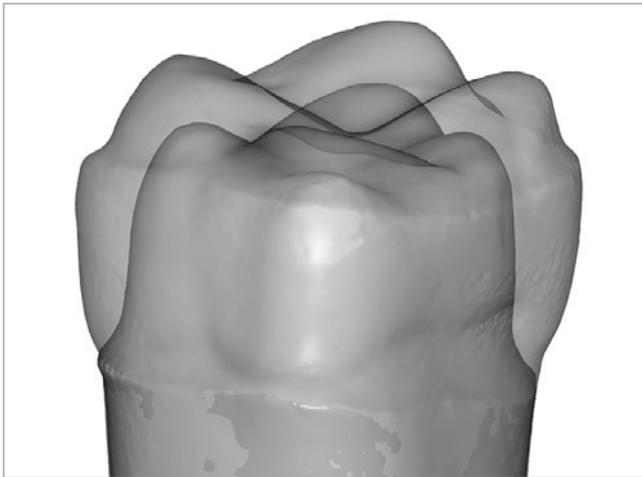


Abb. 1 Während für die Vollkronenpräparation (innere Kontur) ca. 70 % des Volumens der klinischen Krone eines Seitenzahnes abgetragen werden, gehen bei einem Okklusionsonlay nur ca. 30 % verloren – wenn die Zahnhartsubstanz nicht teilweise ohnehin schon verloren gegangen ist (vgl. Abb. 3b)

dergestalt eine sehr sichere Evaluierungsphase sowohl bezüglich der Ästhetik als auch im Hinblick auf die Funktion zu durchlaufen (Dauertherapie). Insbesondere bei funktionell sensiblen Patienten vermittelt nur diese Behandlungsalternative das naturgetreue propriozeptive Kontaktgefühl. Allerdings lassen sich die PMMA-Restaurationen intraoral schwerer modifizieren und – falls erforderlich – schlechter wieder in die Ausgangssituation zurückführen, so dass sie nur begrenzt reversibel sind¹⁵. Zudem liegen die Kosten deutlich höher als bei den herausnehmbaren Schienen. Für die adhäsive Befestigung ist ein vergleichsweise großer Zeitaufwand zu berücksichtigen, und hinzu kommt der hohe Aufwand für mehrere Nachsorgetermine, bei denen die Okklusion entsprechend der individuellen neuromuskulären Adaptation nachjustiert wird⁴.

Der Transfer der über mehrere Monate zusammen mit dem Patienten explorierten Kieferrelation in die definitiven Restaurationen kann mit den Simulationschienen und den Repositions-Onlays auch segmentiert erfolgen. Durch ein solches schrittweises Vorgehen können komplexe Rehabilitationen erheblich vereinfacht, Risiken umgangen und die hohen Kosten in verschiedene Behandlungsabschnitte aufgeteilt werden¹⁷.

Vollkeramische Okklusionsonlays

Eigenschaften und Vorteile

Adhäsiv befestigte vollkeramische Teilrestaurationen stellen im Seitenzahnbereich eine gesicherte Therapieform dar^{12,24,52}. Mit dem Rückgang von Karieserkrankungen bei gleichzeitig zunehmender Inzidenz biokorrosiver Defekte, auch in generalisierter Ausprägung, treten veränderte Defektmorphologien der Zahnhartsubstanz in den Vordergrund^{28,30,32}. Damit hat sich das Anforderungsprofil an minimalinvasive, defektorientierte Einzelzahnrestaurationen mit adhäsiver Befestigung geändert. Der Fokus restaurativer Maßnahmen richtet sich heute im Seitenzahnbereich häufiger auf kaufflächenorientierte Defekte, um eine angemessene Funktion, Ästhetik und Biomechanik zu rekonstruieren und weiterem pathologischem Verschleiß entgegenwirken. Im Hinblick auf die zum Teil extremen Veränderungen des okklusalen Reliefs durch Zahnverschleiß sind adhäsiv befestigte Okklusionsonlays aus hochfester Glaskeramik eine schonendere und mithin besser geeignete Restaurationsform als die doppelt so invasiven klassischen Vollkronen (Abb. 1). Die supragingivale Präparationsgrenze bietet zahlreiche Vorteile:

- Übersichtlichkeit bei der Präparation,
- einfachere konventionelle und digitale Abformung,
- Reduktion des Substanzabtrages,
- vermehrte Zahnschmelzpräsenz,
- weniger oder keine traumatischen Interferenzen mit der marginalen Gingiva und
- gute Kontrollmöglichkeit bei der adhäsiven Befestigung, auch unter Kofferdam.

Präparationsinstrumente

Moderne zahnfarbene Restaurationsmaterialien, digitale Fertigungsmethoden wie auch die häufiger kaufflächenorientierte Defektmorphologie stellen neue Anforderungsprofile an die Präparationsform (Abb. 2 und 3).

Erforderlich sind daher Präparationsinstrumente, die folgende Kriterien erfüllen:

- Umsetzung einer defektorientierten, minimalinvasiven Präparation anstelle einer stereotypen Kronenform;
- Vermeidung scharfer Ecken und spitzer Winkel sowie zu geringer Schichtstärken keramischer Werkstoffe;
- Vermeidung zu kleiner Fräsradien bei der Fertigung der Restaurationen im CAD/CAM-Verfahren.

Bisher werden allerdings keine Präparationsinstrumente angeboten, die im Hinblick auf die Präparation keramischer Okklusionsonlays diesen Vorgaben entsprechen. Unter Beteiligung der Autoren wurden daher entsprechende Schleifkörpergeometrien für Okklusionsonlays an Prämolaren und Molaren entwickelt, die den Behandler bei der Umsetzung einer idealen Präparationsform unterstützen (Okklusionsonlay-Set 4665 oder 4665 ST, Komet Dental, Fa. Gebr. Brasseler, Lemgo)³.

Vorgehen bei der Präparation

Zur Sicherstellung eines möglichst ökonomischen Abtrages der Zahnhartsubstanz ist es hilfreich, zunächst mit den vom diagnostischen Wax-up abgeleiteten Tiefziehfolien (z. B. Duran transparent, Stärke 0,5 mm, Fa. Scheu-Dental, Iserlohn) und plastischen, kontrolliert polymerisierbaren Kunststoffmaterialien (z. B. Luxatemp Automix Solar, Fa. DMG, Hamburg) die Außenkontur der späteren Restaurationen additiv auf den Zahn aufzubringen. Dazu empfiehlt sich eine vorherige Isolierung der natürlichen Zähne mit flüssiger Vaseline, um eine unkomplizierte Wiederentfernung, etwa mit einem Scaler (z. B. Scaler Goldman #6/7 Gr #6, Art.Nr. SHG6/77, Fa. Hu-Friedy, Tuttlingen), zu gewährleisten.

Nach dem Aufbringen des additiven Mock-ups auf die vorgeschädigte Zahnhartsubstanz können Kombi-Präparationsdiamanten mit einer Lasermarkierung 1 mm unterhalb der Instrumentenspitze (855D.314.016, Komet Dental) zur Einbringung von Tiefenmarkierungsrillen genutzt werden, welche eine wichtige Orientierung für den nachfolgenden Substanzabtrag darstellen (Abb. 4). Sofern die Zahnoberflächen noch in Kontakt zum Antagonisten stehen oder die Präparation von einem Mock-up ausgeht, wird dadurch ausreichend Platz für



Abb. 2 Einprobe von monolithischen Okklusionsonlays aus Lithiumdisilikatkeramik mit einer okklusalen Schichtstärke von 1 mm im Oberkieferseitenzahnbereich. In weiten Bereichen der Präparationsfläche konnte Zahnschmelz zur sicheren und dauerhaften adhäsiven Anbindung erhalten bleiben (Zahntechnik: ZTM Otto Prandtner, München)



Abb. 3a Kariös geprägte Defektmorphologie, die sich erheblich von Defekten unterscheidet, welche durch Biokorrosion oder/und Attrition entstanden sind



Abb. 3b Durch Biokorrosion und Attrition geprägter Verlust an Zahnhartsubstanz mit einer starken Veränderung der okklusalen Morphologie der Seitenzähne und einer Verringerung der Vertikaldimension der Okklusion. Der Patient beklagte starke ästhetische Beeinträchtigungen an den Oberkieferfrontzähnen sowie eine Zunahme thermischer und chemischer Irritationen

PROTHETIK

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

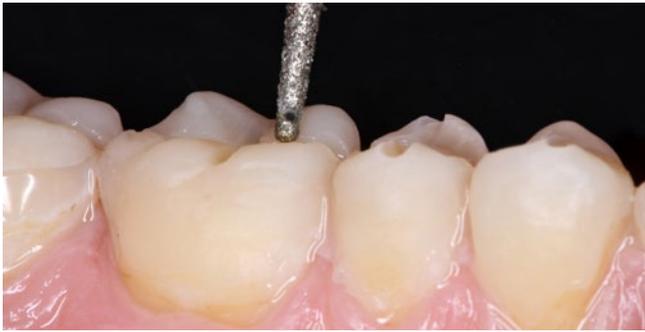


Abb. 4 Nach Aufbringen und Aushärten eines niedrigviskosen Komposits mit Hilfe der vom Wax-up abgeleiteten Tiefziehfolie auf die vorschädigten Seitenzähne (Mock-up) wurde ein Präparationsdiamant mit 1-mm-Lasermarkierung (hier: Kombiinstrument 855D.314.016) für die Tiefenmarkierung und Vorpräparation eingesetzt. Dieses Vorgehen gewährleistet einen sehr ökonomischen Abtrag der Zahnhartsubstanz und schafft ausreichend Raum für das Restaurationsmaterial



Abb. 5a und b Anlegen eines okklusalen Plateaus für ein Okklusionsonlay aus Lithiumdisilikatkeramik. Die spezifische Geometrie des Schleifkörpers (hier: OccluShaper als Finierer 8370.314.035) schafft eine anatoforme Höckerunterstützung für das spätere Onlay und genügend Platz in der Zentralfissur zur Umsetzung eines Freiraums für Immediate Side Shift (ISS) während der dynamischen Okklusion

die späteren Okklusionsonlays aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik generiert. Zugleich ist auf diese Weise sichergestellt, dass nur so viel Zahnhartsubstanz abgetragen wird, wie zur Erreichung einer ausreichenden Schichtstärke von 1 mm entfernt werden muss. Eine Anzeichnung der Tiefenmarkierungen in der Zahnhartsubstanz bzw. Aufbaufüllung mit einem Grafit- oder Filzstift erlaubt eine bessere visuelle Kontrolle des Abtrages bei der weiteren Präparation³¹. Nach Entfernung des Mock-ups ist ein effizientes Konturieren und Einebnen der Okklusalfäche durch Abwinkeln des Kombiinstruments aus Abbildung 4 möglich. Dabei wird die Kaufläche von Graten und scharfen Kanten befreit. Dies ist insbesondere bei durch Attritionen und Biokorrosion geschädigten Zähnen wichtig, da sie teilweise Formen aufweisen, die sich weit von der natürlichen Morphologie des Zahnes entfernt haben.

Für die endgültige Ausformung der Okklusalfäche stehen mit dem OccluShaper (Komet Dental) neu eingeführte Schleifkörpergeometrien zur Verfügung, die eine anatoforme, konvexe Höckerunterstützung für das spätere Okklusionsonlay gewährleisten und gleichzeitig in der Zentralfissur genügend Freiraum für die Umsetzung einer „immediate side shift“ (ISS) durch den Zahntechniker schaffen. Die Schleifkörpergeometrie dieses Instruments ermöglicht eine Ausformung der Kaufläche in einem Zug. Allerdings bedingt die unterschiedliche Größe von Prämolaren und Molaren unterschiedliche Instrumentengrößen für beide Zahngruppen (OccluShaper für Prämolaren: 370.314.030, OccluShaper für Molaren: 370.314.035). Beide Formen sind auch als Finierer (rot kodiert) erhältlich (Abb. 5a und b)³.

Nach der Einebnung und Ausformung der Kaufläche folgen die Präparation, die Konturierung und das Finieren der Oral- und Vestibulärflächen mit einer ca. 0,5 mm tiefen Hohlkehle. Dazu empfiehlt sich der Einsatz eines Spezialschleifers mit Führungspin (Form 8849P.314.016, Komet Dental). Der stirnseitige, nicht diamantierte Pin beschränkt die Eindringtiefe für die Hohlkehlegeometrie während der Präparation auf maximal 0,5 mm (Abb. 6). Wenn möglich sollte die Präparationsgrenze oberhalb des Zahnäquators installiert werden, da sich bei einer Ausdehnung der Präparation in die Infrawölbung des Zahnes der Substanzabtrag erheblich erhöhte. Die Prä-

parationsgrenzen sind bereits durch das diagnostische Wax-up festgelegt, welches in einem klar erkennbaren Kontrast angefertigt werden sollte (z. B. graues Wachs auf weißem Gipsmodell), um die Grenzen zu der Ausgangssituation klar erkennen zu können.

Eine entscheidende Voraussetzung für den Langzeiterfolg ist eine vornehmlich zahnschmelzbegrenzte Präparation. In Einzelfällen und bei strenger Indikationsstellung kann eine Anhebung der Präparationsgrenze durch einen Kompositaufbau in den Bereichen tiefer kariöser Läsionen („deep margin elevation“ oder „proximal box elevation“, PBE) erwogen werden^{22,38,60}. Es empfiehlt sich, alle Übergänge weich und abgerundet zu gestalten, um Belastungsspitzen innerhalb der Restauration zu vermeiden⁷.

Nach Anpassung der Höhe sowie der Oral- und Vestibulärflächen ist der Querschnitt der Zähne im Bereich der Approximalräume bereits reduziert. Dies erleichtert dort den minimalinvasiven Abtrag, der nach Möglichkeit auf den Zahnschmelz begrenzt bleiben sollte. Hier gibt es als Alternative neue diamantierte Schallspitzen, die in je einer Variante für den mesialen (SFM6, Komet Dental) und den distalen (SFD6) Approximalraum zur Verfügung stehen (Abb. 7a). Diese neuen Schallfeilen sind einerseits so dünn, dass sie genau zur Approximalpräparation allein im Schmelz passen, und andererseits in der Fläche so groß, dass sie eine Bearbeitung der approximalen Präparationsfläche in sicherer Führung in einem Schritt ermöglichen. Der zervikale Rand der Schallspitzen ist so ausgeformt, dass eine keramikgerechte marginale Geometrie entsteht. Durch eine einseitige Diamantbelegung wird eine Traumatisierung der Nachbarzähne verhindert (Abb. 7b). Abschließend können mit einem Feinkorndiamanten (8856.314.014, Komet Dental) die Übergänge verbunden und noch bestehende Kanten gebrochen werden.

Provisorische Versorgung und Abformung

Die Anfertigung der Provisorien kann chairside mit Hilfe der mehrfach verwendbaren diagnostischen Tiefziehfolie (Duran) und einem Bis-GMA-basierten provisorischen Restaurationsmaterial (z. B. Luxatemp



Abb. 6 Anlegen einer zirkulären marginalen Hohlkehle für ein Okklusionsonlay aus Lithiumdisilikatkeramik. Der nicht diamantierte Pin an der Spitze des Schleifkörpers (8849P.314.016, Komet Dental) limitiert die marginale Eindringtiefe auf 0,5 mm unter Erhalt des Zahnschmelzes und verhindert damit ein Überpräparieren



Abb. 7a Spezielle Schallspitze für das Anlegen eines approximalen (hier: distalen) Präparationsrandes durch einseitige Diamantierung ohne die Gefahr einer Traumatisierung des Nachbarzahnes. Der zervikale Rand dieser Schallspitzen ist so ausgeformt, dass marginal exakt die für hochfeste Dentalkeramiken erforderliche Form entsteht (Foto: Komet Dental)



Abb. 7b Anlegen eines approximalen Präparationsrandes mit einem oszillierenden Instrument, das in einer mesialen und einer distalen Ausrichtung verfügbar ist. Die einseitige Diamantierung des Instruments (im Bild) verhindert eine Traumatisierung des Nachbarzahnes während der Präparation

■ PROTHETIK

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

Automix Solar) erfolgen. Dabei ist es ratsam, die umliegenden Hart- und Weichgewebe mit flüssiger Vaseline zu isolieren. Wenig retentive Okklusionsonlay-Provisorien werden nach Möglichkeit verblockt belassen und mit einem niedrig gefüllten Bonding (z. B. Heliobond, Fa. Ivoclar Vivadent, Ellwangen, oder Optibond FL Adhesive, Fa. Kerr, Biberach) eingegliedert, welches zuvor mit einem Pinsel auf die finierten, ungeätzten Präparationsflächen und die Innenflächen der Provisorien aufgetragen wurde. Nach Überschussentfernung mit Schaumstoffpellets (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 dadurch partiell entstandenen Mikroretentionen sichern nach dem Aushärten des Bondings relativ zuverlässig gegen Retentionsverluste.

Provisorien bieten sich zudem für die Kontrolle einer ausreichenden Abtragstiefe an, da sie in idealer Form die spätere Schichtstärke des keramischen Okklusionsonlays wiedergeben. Deshalb ist es sinnvoll, sie vor der eigentlichen Abformung anzufertigen und mit einem Taster die Schichtstärke (≥ 1 mm) zu überprüfen. Vor den nachfolgenden Präzisionsabformungen sollte dann allerdings eine Reinigung der kontaminierten Zahnoberflächen mit rotierenden Nylon-Reinigungsbürsten (z. B. 9531.204.020, Kommet Dental) durchgeführt werden, um Interferenzen mit dem Präzisionsabformmaterial (z. B. Polyethermassen, Impregum/Permadyne, Fa. 3M Oral Care, Seefeld) zu vermeiden.

Als Vorbereitung für die Präzisionsabformung der intrasulkulär präparierten Zähne ist es ratsam, zwei Fäden übereinander (Doppelfadentechnik) in den Sulkus einzubringen (Ultrapak Größe #000 als erster und #0 als zweiter Faden, Fa. Ultradent Products, Köln). Bei equi- und supragingivalen Präparationen reicht meistens die Einfadentechnik mit der Größe #000 aus. Alternativ können hier Retraktionspasten zum Einsatz kommen (z. B. ReCord, Fa. Kaniedenta, Herford). Als

Abformungstechnik empfiehlt sich eine einzeitige Doppelmischabformung (z. B. Polyethermassen, Impregum/Permadyne) unter Verwendung eines individuellen Löffels oder eines individualisierten, mit einem Polyetheradhäsiv beschickten Abformlöffels mit Retentionen (einst Rimlock, Fa. Krupp Dental, jetzt z. B. M+W Select Rim-Lock Glatt, Fa. M+W Dental, Büdingen).

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) empfehlenswert. Meistens 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 ist es möglich, für die Entfernung des Bondings und zur lokalen Einlebung selektiv Finierer zu verwenden.

Um die Form- und Farbgebung zu kontrollieren, werden die Restaurationen mit Glyceringel (z. B. Variolink Esthetic Try-In Paste, Fa. Ivoclar Vivadent) einprobiert, welches in zu den definitiven Befestigungsmaterialien korrespondierenden Einfärbungen (z. B. warm+, warm, neutral, light, light+) zur Verfügung steht. Mit den Try-in-Pasten können noch geringfügige Farbadjustierungen am Erscheinungsbild eines Okklusionsonlays überprüft werden. Dieser Einfluss ist gering, nimmt jedoch mit dem Transluzenzgrad (meist IPS e.max Press HT, Fa. Ivoclar Vivadent) und mit abnehmender Schichtstärke des Okklusionsonlays zu⁵⁹ (Abb. 8 und 9). Die Überprüfung der Randschlussqualität und der Okklusion kann mit einer selbstanmischenden A-Silikonmasse (Fit Checker, Fa. GC Germany, Bad Homburg, oder Fit & Test, Fa. Voco) vorgenommen werden. Während der Einprobe sind silikatkeramische Restaurationen und insbesondere Okklusionsonlays hochgradig frakturgefährdet, so dass eine sehr gute Compliance des Patienten erforderlich ist. Es empfiehlt sich, die durch die Einprobe kontaminierten Innenflächen der keramischen Okklusionsonlays mit Nylonbürsten zu reinigen und sie gründlich abzuspülen.



Abb. 8 Monolithische Okklusionsonlays aus IPS e.max Press (Eintrübungsgrad HT) mit einer okklusalen Schichtstärke von 1 mm und einem 0,5 mm starken zirkulären Rand (Zahntechnik: ZTM Otto Prandtner, München)



Abb. 9 Einprobe der Okklusionsonlays aus Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, Eintrübungsgrad HT) mit nach Farbschlüssel eingefärbten Try-in-Pasten (Variolink Esthetic Try-In, hier: Farbe warm)

Anschließend werden die Restaurationsinnenseiten der Lithiumdisilikatkeramik mit einem Fluorwasserstoffsäure-Gel (z. B. < 5 % IPS Ceramic Etching Gel, Fa. Ivoclar Vivadent) angeätzt. Die Ätzzeiten hängen von verwendeten Keramiktyp ab und betragen bei Lithiumdisilikatkeramik 20 Sekunden. Zur Entfernung der Säurereste werden die geätzten Restaurationen mit einem Wasser-Luft-Gemisch für 30 Sekunden abgesprüht, und die Säure wird neutralisiert (Neutralisierungspulver IPS Ceramic, Fa. Ivoclar Vivadent). Das Einbringen in ein mit 90%igem Ethanol gefüllten Behälter im Ultraschallbad für mehrere Minuten kann bei der Entfernung hartnäckiger Überschüsse des Fluorwasserstoffsäure-Gels hilfreich sein. Nach visueller Überprüfung des Ätzmusters wird ein Haftvermittler (z. B. wirksamer Silananteil in Monobond Plus, Fa. Ivoclar Vivadent, Einwirkzeit 60 Sekunden) appliziert, 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. Dazu kann ein Fön eingesetzt werden¹¹. Auch selbstätzende Haftvermittler wie Monobond Etch & Prime (Fa. Ivoclar Vivadent) zeigten in ersten In-vitro-Untersuchungen positive Ergebnisse⁵⁸. Bei Verwendung niedrigvisköser Befestigungsmaterialien wie Variolink Esthetic kann restaurationsseitig auf die Applikation eines Bondings verzichtet werden. Damit erübrigt sich eine lichtgeschützte Lagerung der vorkonditionierten Okklusionsonlays.

Nach diesen Vorbereitungen sollte nochmals eine mechanische Reinigung der Präparationsflächen mit Bürsten und fluoridfreier Bimssteinpaste durchgeführt werden. Wenn z. B. bei einer intrasulkulären Präparation das Anlegen von Kofferdam schwierig wird, ist bei der relativen Trockenlegung die Verwendung ungetränkter Retraktionsfäden (z. B. Ultrapak Größe #000) zu empfehlen, die unterhalb der Präparationsgrenze in den Sulkus platziert werden. Im Fall umfangreicherer Aufbaufüllungen bietet sich eine zusätzliche Aufrauung mit einem grobkörnigen Diamantschleifkörper bei geringer Drehzahl (2.000 U/min, rotes Winkelstück) ohne Wasserzufuhr an. Eine Alternative hierzu stellt ein intraorales Strahlgerät dar, das auch zur Silikatisierung von Oberflächen benutzt werden kann¹⁹.

Für die Konditionierung der präparierten Zahnoberflächen ermöglichen heute neben Total-Etch-and-Rinse-Systemen auch Universaladhäsivsysteme mit selektiver Schmelzätzung zuverlässige Verbundfestigkeiten. Gewöhnlich werden Okklusionsonlays in einem hohen Transluzenzgrad (z. B. IPS e.max Press HT) hergestellt, da sie vornehmlich transluzenten Zahnschmelz ersetzen und farblich vom hohen Chroma des darunterliegenden Dentins profitieren. Bis zu einer Schichtstärke von 1 mm sind sie problemlos mit rein lighthärtenden, niedrigviskösen Befestigungskompositen (z. B. Variolink Esthetic LC, Fa. Ivoclar Vivadent, oder Vitique, Fa. DMG) einsetzbar, die in abgestimmter Menge sowohl auf den Präparationsbereich als auch auf die Innenseite der Restauration appliziert werden können²⁷. Um ein kontaktlinsenartiges „Schwimmen“ der Okklusions-

■ PROTHETIK

Okklusionsonlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

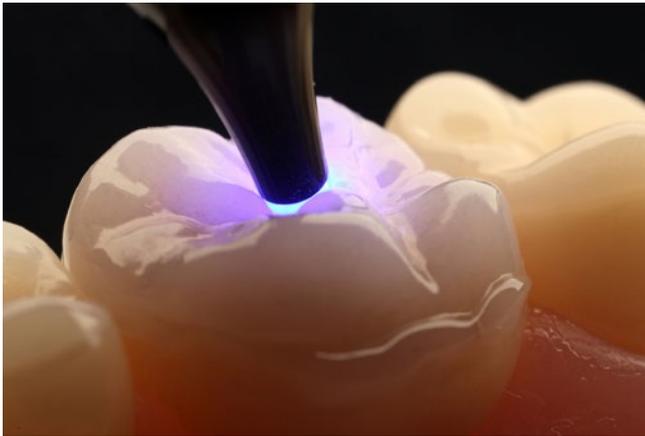


Abb. 10 Die Befestigung erfolgte adhäsiv mit dem korrespondierenden rein lichthärtenden Befestigungskomposit (Variolink Esthetic LC, Farbe warm). Bei der Eingliederung hat sich die Verwendung eines sogenannten Pin-Point-Aufsatzes für die Polymerisationslampe (hier: Bluephase Style 20i) bewährt, welcher eine punktförmige initiale Polymerisation in der Zentralfissur zur Lagestabilisierung erlaubt, ohne die Überschüsse der Befestigungskomposits im Randbereich und im Approximalraum auszuhärten

onlays auf der Zahnoberfläche zu vermeiden, empfiehlt sich nach Platzierung, Positionierungskontrolle und initialer Überschussentfernung eine erste Spotbelichtung (z. B. Light Probe Pin-Point 6 > 2 mm, Bluephase Style 20i, Fa. Ivoclar Vivadent) zur punktförmigen Polymerisation. Auf diese Weise wird eine Positionsänderung der wenig retentiven Okklusionsonlays vermieden, ohne dass die Überschüsse komplett ausgehärtet werden und sich deshalb schwer entfernen lassen (Abb. 10). Durch eine initiale Lichthärtung von nur wenigen Sekunden können die Überschüsse des Befestigungskomposits in einen gelartigen Zustand überführt und mittels Scaler sowie Super Floss unter Lagestabilisierung der Restaurationen mit einem Kugelstopfer entfernt werden. Nach dem Entfernen der Überschüsse sollte vor der endgültigen Aushärtung ein Glyceringel (z. B. Liquid Strip, Fa. Ivoclar Vivadent) auf die Befestigungsfugen aufgetragen werden, um die Bildung einer Sauerstoffinhibitionsschicht zu verhindern. 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 leistungsstarke Polymerisationslampe (> 1.000 mW/cm²) zum Einsatz kommen. Nach der Aushärtung ist es angezeigt, die Retraktionsfäden zu entfernen und den Sulkus mit Hilfe eines Scalers sorgfältig von Überschüssen zu reinigen.

Im Anschluss an die adhäsive Befestigung und die Entfernung sollte eine nochmalige Überprüfung der statischen und dynamischen Okklusion auf Interferenzen und Vorkontakte erfolgen. Für die Feinadjustierung der statischen und dynamischen Okklusion sind Feinkorn-Diamantschleifkörper (35 µm Rautiefe) mit Wasserkühlung geeignet. Die Schlißflächen sollten danach mit einem Keramikpolierer (z. B. 9545F 204 110, Komet Dental) geglättet werden.

Diskussion

Die gesicherte adhäsive Anbindung an den Zahnschmelz und an silikatkeramische Restaurationsmaterialien hat bereits vor Jahrzehnten die Präparationsgestaltung im Seitenzahnbereich erheblich zugunsten der Schonung gesunder Zahnhartsubstanz beeinflusst¹⁷. Diese Restaurationen werden vor allem wegen der geringen Devitalisierungsgefahr für die Pulpa, des schonenden Umgangs mit der Zahnhartsubstanz, der einfacheren Abformung, der besseren Übersichtlichkeit bei der Präparation und adhäsiven Befestigung sowie der geringeren Interferenzen mit der marginalen Gingiva als vorteilhaft angesehen. Die Mehrzahl der bislang publizierten klinischen Langzeituntersuchungen zu vollkeramischen Teilrestaurationen im Seitenzahnbereich bezieht sich auf leuzitverstärkte Glaskeramiken, während heute wesentlich festere Varianten auf der Basis von Lithium(di)silikatkeramik verfügbar sind^{12,24,26,52}.

Seit der Einführung von Lithiumdisilikatkeramiken wie IPS e.max Press oder IPS e.max CAD, die gegenüber klassischen Silikatkeramiken eine höhere Biegefestigkeit und Risszähigkeit aufweisen, wurden die Richtlinienwerte für die Abtragsraten glaskeramischer Onlays erheblich reduziert. Heute gelten okklusale Mindestschichtstärken von 1 mm für monolithische Restaurationen (Maltechnik). Eine weitere Verringerung dieser



Abb. 11 Monolithische Okklusionsonlays aus Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, Eintrübungsgrad HT) mit einer okklusalen Schichtstärke von 1 mm nach der adhäsiven Eingliederung (damals: Syntac, Total Etch, Variolink II, Monobond S, Fa. Ivoclar Vivadent) im Jahr 2008 (Zahntechnik: ZT Oliver Brix, Bad Homburg)



Abb. 12 Nachkontrolle der in Abbildung 11 dargestellten Restaurationen nach 9 Jahren klinischer Tragedauer im Jahr 2017. Auf den tragenden (bukkalen) Höckern der Restaurationen sind deutliche Impressionen und Schlifffacetten der Gegenbeziehung (ebenfalls Lithiumdisilikatkeramik) zu erkennen

Schichtstärke wird derzeit bei entsprechender Unterstützung durch Zahnschmelz diskutiert^{36,39,44,45}. Glaskeramische Okklusionsonlays erscheinen aufgrund ihrer zahnschmelzähnlichen Eigenschaften und des optimalen Grenzflächenverhaltens sehr gut geeignet, um stark abraderte und erodierte Seitenzähne zu rekonstruieren³⁷. Grundsätzlich ist es sinnvoll, zwischen Okklusionsonlays (rein okklusale Ausdehnung) und „Onlay-Veneers“ (Einbeziehung der vestibulären Fläche) zu unterscheiden. Letztere wären indiziert, wenn entweder Zahnhalsdefekte mitgefasst werden sollen oder eine umfangreiche Farb- und Formänderung (Bukkalkorridor) in der ästhetischen Zone (Prämolarenbereich) erwünscht ist¹⁶. Onlays aus leuzitverstärkter Glaskeramik zeigten in einer kontrollierten prospektiven klinischen Studie nach 12 Jahren zufriedenstellende Langzeitergebnisse und können auch bei ausgedehnten Zahnhartsubstanzdefekten eingesetzt werden²⁴. In einer weiteren klinischen Studie mit einer Beobachtungsdauer von 12,6 Jahren wurde an vitalen Zähnen eine Misserfolgsquote von 20,9 % ermittelt, während der entsprechende Wert an endodontisch behandelten Zähnen 39 % betrug⁵².

Trotz aller Euphorie über die dargestellten Möglichkeiten ist zu beachten, dass bei den beschriebenen Methoden eine hohe Behandlerabhängigkeit im Hinblick auf die Präparation (vornehmlich im Zahnschmelz),

die adhäsive Eingliederung wie auch die abschließenden Maßnahmen zur Feinadjustierung der statischen und dynamischen Okklusion besteht^{12,23,52}. Die Einhaltung definierter Richtlinien in den verschiedenen klinischen und technischen Behandlungsphasen gilt als Schlüsselfaktor für den klinischen Langzeiterfolg (Abb. 11 und 12). Während zu minimalinvasiven Versorgungsformen mit keramischen Werkstoffen eine große Anzahl klinischer Langzeitstudien verfügbar ist¹², fehlen derzeit ausreichend valide klinische Daten zum Langzeitverhalten für minimalinvasive definitive Versorgungsformen aus CAD/CAM-Polymeren^{20,53}.

Schlussfolgerungen

Dem restaurativ tätigen Zahnarzt werden heute zahlreiche Alternativen zu klassischen, meist sehr viel invasiveren Therapiemitteln in die Hand gegeben. In den letzten Jahrzehnten ist eine Veränderung der Defektmorphologie durch einen Rückgang der Kariesinzidenz und eine Zunahme der Defekte infolge von Biokorrosion und Attrition zu beobachten. Okklusionsonlays aus hochfester Glaskeramik stellen bei ausgeprägten Zahnhartsubstanzdefekten eine interessante und zeitgemäße Restaurationsform zur Rekonstruktion der Okklusion dar und bieten kombiniert mit einer supragingival lokalisierten Präparationsgrenze u. a. folgende Vorteile:

PROTHETIK

Okklusiononlays als modernes Behandlungskonzept für die Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen

- Reduktion des Substanzabtrages,
- vermehrte Zahnschmelzpräsenz,
- bessere Übersichtlichkeit bei der Präparation,
- präzisere konventionelle und digitale Abformung,
- weniger traumatische Interferenzen mit der marginalen Gingiva und
- gute Kontrollmöglichkeit bei der adhäsiven Befestigung.

Voraussetzung für den Erfolg ist allerdings eine sehr genaue Einhaltung des beschriebenen Vorgehens.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei ZT *Oliver Brix*, Bad Homburg, und ZTM *Otto Prandtner*, München, für die hervorragende labortechnische Ausführung der dargestellten Okklusiononlays.

Literatur

1. Ahlers MO. Determination of vertical dimension when using repositioning onlays for second stage restorative treatment after functional therapy. *J Craniomandibular Function* 2014;6:131-148.
2. Ahlers MO, Edelhoff D. Einsatz glas-keramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie. *Quintessenz* 2015;66:1509-1525.
3. Ahlers MO, Edelhoff D. Präparation von Okklusiononlays. *ZWR* 2017;126:450-457.
4. Ahlers MO, Jakstat HA. Richtiges Kauen durch Repositions-Onlays und Repositions-Veneers. *Zahnärztl Mitt* 2013;103(22A):59-66.
5. Ahlers MO, Möller K. Labortechnische Herstellung von Repositions-Onlays und -Veneers – Langzeitprovisorische Restauration der Okklusion im Rahmen der Wiederherstellung einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:498-511.
6. Ahlers MO, Möller K. Repositions-Onlays und -Veneers zur atraumatischen Restauration einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. *Quintessenz* 2011;62:211-222.
7. Ahlers MO, Mörig G, Blunck U, Hajtő J, Pröbster L, Frankenberger R. Richtlinien für die Präparation CAD/CAM-gefertigter Keramikinlays und Teilkronen. *Int J Comput Dent* 2009;12:309-325.
8. Al-Fouzan AF, Tashkandi EA. Volumetric measurements of removed tooth structure associated with various preparation designs. *Int J Prosthodont* 2013;26:545-548.
9. Al-Omiri MK, Lamey PJ, Clifford T. Impact of tooth wear on daily living. *Int J Prosthodont* 2006;19:601-605.
10. Attin T, Filli T, Imfeld C, Schmidlin PR. Composite vertical bite reconstructions in eroded dentitions after 5.5 years: A case series. *J Oral Rehabil* 2012;39:73-79.
11. 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.
12. Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H. Clinical long-term evaluation & failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. *Int J Prosthodont* 2012;25:70-78.
13. Chun YH, Raffelt C, Pfeiffer H et al. Restoring strength of incisors with veneers and full ceramic crowns. *J Adhes Dent* 2010;12:45-54.
14. Cortellini D, Canale A. Bonding lithium disilicate ceramic to feather-edge tooth preparations: a minimally invasive treatment concept. *J Adhes Dent* 2012;14:7-10.
15. Edelhoff D, Beuer F, Schweiger J, Brix O, Stimmelmayer M, Güth J-F. CAD/CAM-generated high-density polymer restorations for the pre-treatment of complex cases. *Quintessenz Int* 2012;43:457-467.
16. 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.
17. Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O, Trimpl J, Stimmelmayer M, Güth JF. CAD/CAM splints for the functional and esthetic evaluation of newly defined occlusal dimensions. *Quintessenz Int* 2017;48:181-191.
18. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:241-249.
19. Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. Reparatur an festsitzendem Zahnersatz durch intraorale Silikatisierung. *Zahnärztl Mitt* 2005;95(21):40-46.
20. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys DR, Lampe K. The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1714-1723.
21. Fradeani M, Barducci G, Bacherini L, Brennan M. Esthetic rehabilitation of a severely worn dentition with minimally invasive prosthetic procedures (MIPP). *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012;32:135-147.
22. Frankenberger R, Hehn J, Hajtő J et al. Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of ceramic inlays in vitro. *Clin Oral Investig* 2013;17:177-183.
23. Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N. Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays. *Dent Mater* 2009;25:960-968.
24. Frankenberger R, Taschner M, Garcia-Godoy F, Petschelt A, Krämer N. Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after 12 years. *J Adhes Dent* 2008;5:393-398.
25. Freesmeyer WB. Zahnärztliche Funktionstherapie. München: Hanser, 1993.
26. 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.
27. Ilie N, Hickel R. Correlation between ceramic translucency and polymerization efficiency through ceramics. *Dent Mater* 2008;24:908-914.
28. Jaeggi T, Grüninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. *Monogr Oral Sci* 2006;20:200-214.
29. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci* 2006;20:44-65.
30. Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). IDZ-Materialienreihe Bd. 35. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, 2016.
31. Kern M, Ahlers MO. Controlled preparation depth for ceramic veneers using a color marking in the depth grooves. *J Prosthet Dent* 2015;114:862-864.
32. Kreulen CM, van't Spijker A, Rodriguez JM, Bronkhorst EM, Creugers NH, Bartlett DW. Systematic review of the prevalence of tooth wear in children and adolescents. *Caries Res* 2010;44:151-159.
33. Leib AM. Patient preference for light-cured composite bite splint compared to heat-cured acrylic bite splint. *J Periodontol* 2001;72:1108-1112.
34. Loomans B, Opdam N, Attin T et al. Fortgeschrittener Zahnhartsubstanzverlust: Europäische Konsensuserklärung und Leitlinie zur Therapie. *Quintessenz* 2018;69:270-283.

35. Loomans BA, Kreulen CM, Huijs-Visser HE et al. Clinical performance of full rehabilitations with direct composite in severe tooth wear patients: 3.5 years results. *J Dent* 2018;70:97-103.
36. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater* 2013;29:742-751.
37. Magne P, Belser U. Porcelain versus composite inlays/onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:543-555.
38. Magne P, Spreafico RC. Deep margin elevation: A paradigm shift. *Am J Esthet Dent* 2012;2:86-96.
39. Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dent Mater* 2012;28:777-782.
40. Murphy F, McDonald A, Petrie A, Palmer G, Setchell D. Coronal tooth structure in root-treated teeth prepared for complete and partial coverage restorations. *J Oral Rehabil* 2009;36:451-461.
41. Opdam N, Frankenberger R, Magne P. From 'Direct versus indirect' toward an integrated restorative concept in the posterior dentition. *Oper Dent* 2016;41(S7):S27-S34.
42. Pjetursson BE, Lang NP. Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil* 2008;35:72-79.
43. Raedel M, Hartmann A, Priess HW et al. Re-interventions after restoring teeth – Mining an insurance database. *J Dent* 2017;57:14-19.
44. Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater* 2015;31:907-915.
45. Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent* 2011;105:217-226.
46. Schmidlin PR, Filli T, Imfeld C, Tepper S, Attin T. Three-year evaluation of posterior vertical bite reconstruction using direct resin composite – a case series. *Oper Dent* 2009;34:102-108.
47. Schmitter M, Leckel M. Therapie funktioneller Beschwerden. *Wissen kompakt* 2008;2:33-40.
48. Schweiger J, Edelhoff D. Noninvasive provisional restorations using high-density polymers. *Quintessence Dent Technol* 2013;36:122-132.
49. Soares PV, Santos-Filho PC, Martins LR, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: fracture resistance and fracture mode. *J Prosthet Dent* 2008;99:30-37.
50. Sterenborg BA, Bronkhorst EM, Wetselaar P, Lobbezoo F, Loomans BA, Huysmans MD. The influence of management of tooth wear on oral health-related quality of life. *Clin Oral Investig* 2018 Feb 3 [Epub ahead of print].
51. 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(1-3):30-44,128-146,236-257.
52. Van Dijken JW, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mater* 2010;26:929-939.
53. Vanoorbeek S, Vandamme K, Lijnen I, Naert I. CAD/CAM-composite resin versus ceramic single-tooth restorations: a 3-year clinical study. *Int J Prosthodont* 2010;23:223-230.
54. Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Bartlett DW, Creugers NH. Prevalence of tooth wear in adults. *Int J Prosthodont* 2009;22:35-42.
55. Walls AW. The use of adhesively retained all-porcelain veneers during the management of fractured and worn anterior teeth: Part 2. Clinical results after 5 years of follow-up. *Br Dent J* 1995;178:337-340.
56. Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil* 2016;43:69-80.
57. Wetselaar P, Lobbezoo F, Koutris M, Visscher CM, Naeije M. Reliability of an occlusal and nonocclusal tooth wear grading system: clinical use versus dental cast assessment. *Int J Prosthodont* 2009;22:388-390.
58. Wille S, Lehmann F, Kern M. Durability of resin bonding to lithium disilicate and zirconia ceramic using a self-etching primer. *J Adhes Dent* 2017;19:491-496.
59. 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.
60. Zaruba M, Göhring TN, Wegehaupt FJ, Attin T. Influence of a proximal margin elevation technique on marginal adaptation of ceramic inlays. *Acta Odontol Scand* 2013;71:317-324.