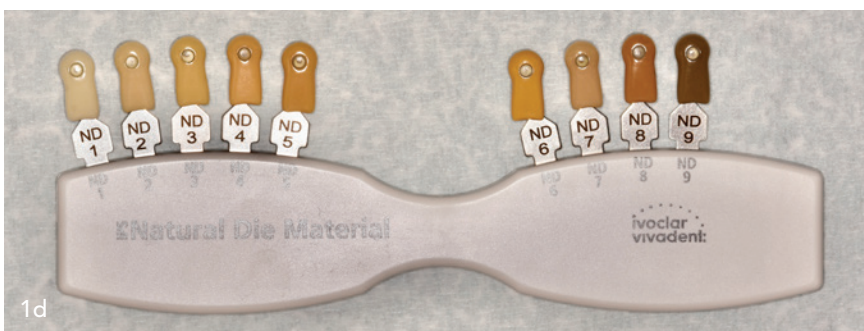


Moderne Präparationstechniken als Grundlage für zeitgemäße restaurative Behandlungskonzepte – eine Übersicht

Ein Beitrag von Dr. med. dent. Stefanie Jacob, M.Sc.



Durch die Einführung der Adhäsivtechnik in Kombination mit einer fortwährenden Entwicklung von neuen zahnfarbenen Restaurationsmaterialien wurden die zahnärztlichen Präparationstechniken grundlegend verändert. Anstelle von subtraktiven makromechanischen Präparationsformen zur klassischen Befestigung mit Zementen stehen in der restaurativen Zahnheilkunde nunmehr minimalinvasive Vorgehensweisen im Vordergrund. Moderne Präparationsformen sind geprägt von der Etablierung der Schmelz-Ätz-Technik durch Buonocore Mitte der 1950er-Jahre, der Entwicklung passender Ätzverfahren für silikatbasierte Keramiken sowie der Anwendung von Haftvermittlern wie Silan.

Zeitgemäße defektorientierte Behandlungskonzepte erlauben einen primär additiven Ansatz zur Wiederherstellung von Ästhetik und Funktion zugunsten des Erhaltes gesunder Zahnhartsubstanz. Anhand ausgewählter klinischer Beispiele präsentiert der folgende Beitrag verschiedene Präparationsformen der modernen restaurativen Zahnmedizin als Grundlage für adhäsiv befestigte Versorgungen mit begrenzter Invasivität.

Abb. 1a–d: Klinische Ausgangssituation mit medialem Diastema und lateralen Diastemata zwischen den zentralen und lateralen Inzisiven (a); minimalinvasive, rein schmelzbegrenzte Präparation der Zähne 12–22 mit equigingivaler Präparationsgrenze und inzisal-horizontaler Reduktion (inzisale Auflage) zur Aufnahme von Keramikveneers (b); Übermittlung der Stumpffarbe des präparierten Zahnes an das Dentallabor mit einem speziellen Farbschlüssel (c); Stumpffarbring zur Bestimmung der Stumpffarbe (d).

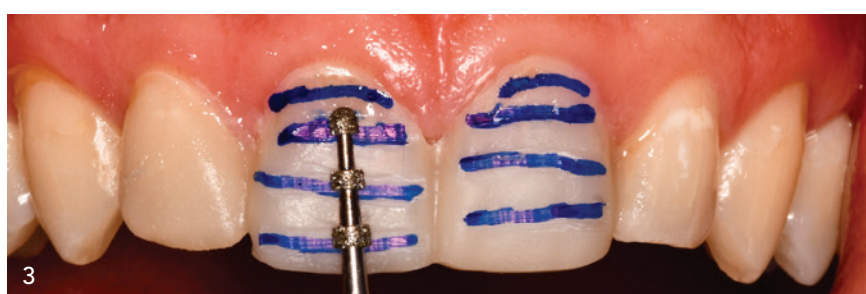
Abb. 2a+b: 3D-gedrucktes Modell eines digitalen Wax-ups mit Silikonschlüssel zur Übertragung in ein Mock-up (a); das mithilfe einer diagnostischen Schablone applizierte Mock-up zur Erprobung von funktionellen und ästhetischen Aspekten (b). – **Abb. 3:** Mock-up als Leitfaden für die Präparation; mit einem Tiefenmarkierungsdiamanten erfolgt die Bestimmung des für die Veneers notwendigen Substanzabtrages; die Tiefenmarkierungen können zur besseren Orientierung während der Präparation mit einem wasserfesten Stift angezeichnet werden.

1. Keramikveneers

Vollkeramische Veneers, denen über lange Zeit der Ruf einer rein ästhetischen Versorgung anhaftete, stellen mittlerweile ein unverzichtbares Instrument der modernen restaurativen Zahnheilkunde dar. Sie erfahren eine beständige Indikationserweiterung und zeichnen sich durch einen im Vergleich zu Vollkronen deutlich geringeren Zahnhartsubstanzabtrag aus.⁵ Die Indikation für Veneers kann sowohl aus ästhetischen als auch aus funktionellen und zahnprotektiven Gründen gestellt werden. Da im Gegensatz zu konventionellen Kronen deutlich geringere Schichtstärken – teils auch rein additiv – zum Einsatz kommen, werden höchste Anforderungen an die Kommunikation innerhalb des Behandlungsteams gestellt. Eine genaue Abstimmung mit dem Zahntechniker in Bezug auf die korrekte Übertragung der Zahnfarbe, die Auswahl der geeigneten Keramik und die Gestaltung der Präparationsform sind dabei essenziell.

Für Veneer-Präparationen gelten klare Richtlinien. Durch eine flexible marginale, inzisale und interproximale Gestaltung können sie jedoch an die individuelle klinische Situation angepasst werden. Der Erhalt von ausreichend Zahnschmelz stellt dabei einen wesentlichen, den langfristigen Therapieerfolg bestimmenden Faktor dar.¹⁹ Die Form und Ausführung der minimalinvasiven Präparation durch die Behandlerin oder den Behandler haben einen großen Einfluss auf die klinische Langlebigkeit von Veneers³ (Abb. 1a–d).

Eine vorherige Behandlungsplanung mit einem Wax-up, das mithilfe eines Silikonschlüssels oder einer Tiefziehschiene in ein



Mock-up übertragen werden kann, ermöglicht ein Austesten von funktionellen und ästhetischen Aspekten der späteren Restauration (Abb. 2a+b). Im Sinne eines „Backward Planning“ wird die Vorhersagbarkeit des Behandlungserfolges dadurch erhöht. Durch die Kombination aus Wax-up, Mock-up und der Anwendung von speziellen Tiefenmarkierungsdiamanten bei der Vorpräparation wird ein minimalinvasiver Umgang mit der gesunden Zahnhartsubstanz sichergestellt. Die Tiefenmarkierungen dienen als Orientierungshilfe für die nötige Mindestschichtstärke und können zur besseren Darstellung mit einem wasserfesten Stift angezeichnet werden (Abb. 3). Bei ausgeprägten Verfärbungen muss die Präparationstiefe möglicherweise angepasst und vergrößert werden, um eine ausreichende Maskie-

rungsmöglichkeit aus zahntechnischer Sicht zu gewähren.

Die marginale Präparationsgrenze kann supragingival, equigingival oder subgingival angelegt werden. Inzisal kann die Reduktion inzisal-horizontal (inzisale Auflage) oder mit oraler Einfassung (inzisale Überkuppelung) erfolgen.^{3,24}

Auch die interproximale Ausdehnung der Präparation kann je nach Restaurationsziel in unterschiedlichen Graden umgesetzt werden. Mit zunehmender Invasivität kann ein „Short-Wrap-“ (Präparationsränder im sichtbaren Bereich), ein „Medium-Wrap-“ (Präparationsränder nicht sichtbar unter Schonung des Kontaktpunktes) oder ein „Long-Wrap-Design“ mit vollständiger Auflösung des approxi-

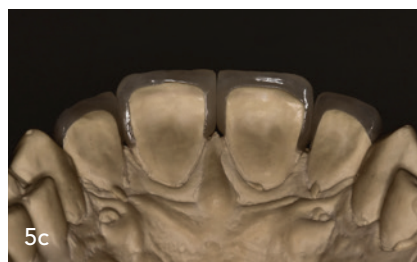
malen Kontaktpunktes präpariert werden (Abb. 4a–c). Das „Long-Wrap-Design“ eröffnet dem restaurativen Team den größten Gestaltungsspielraum in Form und Stellung der Veneers. Dieses eignet sich vor allem für das Schließen von Diastemata und schwarzen Dreiecken sowie bei umfassenden Formveränderungen und bei Mittellinienkorrekturen (Abb. 5a–d). Für das interproximale Anlegen einer Hohlkehle sind oszillierende Instrumente verfügbar, die durch ihre einseitige Diamantierung eine Schonung des Nachbarzahnes sicherstellen (Abb. 6). In bestimmten Indikationen kann der Übergang zu einer Vollkrone fließend sein und eine zirkuläre Präparationsform, welche als „Full-Wrap-Veneerdesign“ bezeichnet wird, angewendet werden. Veneerkronen, auch 360°-Veneers genannt, haben im Vergleich zu Keramikkrone wesentlich geringere Wandstärken und bieten sich vor allem bei komplexen Fällen mit einer Anhebung der Vertikaldimension an (Abb. 7a–e).⁷

2. Keramikinlays und -teilkronen

Bei entsprechender Defektausdehnung kann im Seitenzahnbereich durch adhäsiv befestigte Keramikversorgungen geschwächte Restzahnhartsubstanz deutlich besser stabilisiert werden als mit direkten Kompositrestaurationen.^{14,15} Keramik-



Abb. 4a–c: Abradierte Unterkieferfrontzähne mit inzisal erosiven und teils zervikalen Defekten, minimalinvasive Präparation zur Aufnahme von Keramikveneers im Rahmen einer Bisshebung, Darstellung der Tiefenmarkierungen auf der Zahnhartsubstanz mittels Grafitstift (a); Präparation der Zähne 32–43 im „Medium-Wrap-Design“ ohne Auflösung des approximalen Kontaktpunktes, Erweiterung der Präparation nach oral am Zahn 33 („Long-Wrap-Design“) (b); Endsituation: Adhäsiv befestigte Veneers aus Lithiumdisilikatkeramik mit Cut-back. – **Abb. 5a–d:** Minimalinvasive Veneer-Präparation an den Zähnen 12–22, die Präparation wurde an den Zähnen 11 und 21 sowie jeweils mesial an 12 und 22 nach oral extendiert („Long-Wrap-Design“), um die vorhandenen Diastemata durch die Restaurationen zu schließen (a); Fertiggestellte Keramikveneers auf dem Gipsmodell, Ansicht von bukkal (b); Ansicht von palatinal mit erkennbarer approximaler Ausdehnung der Veneers (c); klinische Endsituation (d).



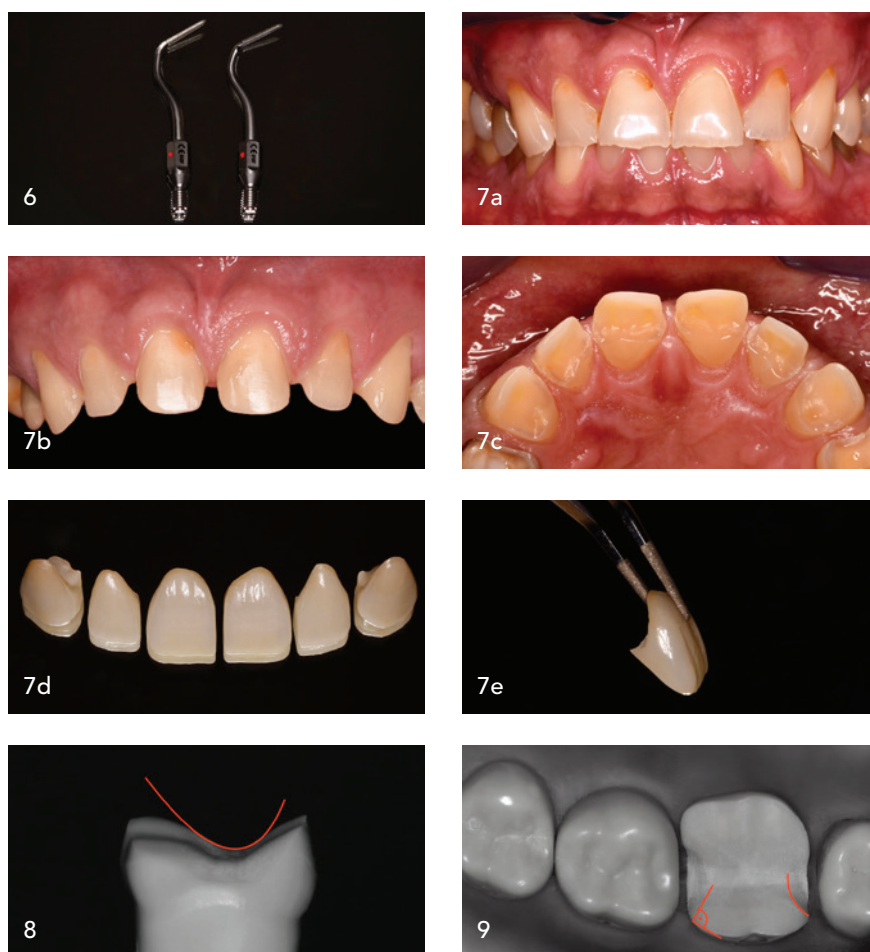


Abb. 6: Oszillierende, einseitig diamantierte Torpedos für die approximale Veneer-Präparation; durch die einseitige Diamantierung wird eine Schonung des Nachbarzahnes während der Präparation sichergestellt. – **Abb. 7a–e:** Klinische Ausgangssituation bei einem Patienten mit ausgeprägten erosiven Zahnhartsubstanzdefekten vor umfangreicher Rehabilitation mit Anhebung der Vertikaldimension (a); rein schmelzbegrenzte Präparation der Oberkieferfrontzähne für „360°-Veneers“ (b); Ansicht der Präparation von palatinal: Die durch die Erosionen hervorgerufene palatinale Stufe in Regio 13–23 wurde in die Präparationsform miteinbezogen; zur Schonung der vorhandenen Restzahnhartsubstanz wurde die marginale Präparationsgrenze in diesem Fall nicht nach zervikal extendiert (c); hauchdünne Veneerkronen für die Oberkieferfront (d, e). – **Abb. 8:** Ein Öffnungswinkel der vertikalen Kastenwände von 6–10° und eine leicht konkave Gestaltung sollte angestrebt werden. – **Abb. 9:** Gestaltung des approximalen Kastens bei Keramikpräparationen.

inlays weisen bei thermischer und mechanischer Belastung längerfristig weniger Randspalten auf als direkte Kompositfüllungen.²⁶ Bei der Entscheidung für ein Inlay aus Vollkeramik ist auf einige Präparationsrichtlinien zu achten, die mehr als bei anderen Versorgungsformen über den Erfolg oder Misserfolg der Restauration entscheiden. Bedeutend bei Keramikpräparationen ist neben der Einhaltung der Mindestschichtstärke, dass alle Kanten innerhalb der Kavität abgerundet werden und die vertikalen Kastenwände einen Öff-

nungswinkel von 6–10 Grad aufweisen¹ (Abb. 8). Die Präparationsgrenze sollte so angelegt werden, dass am Übergang von der Restauration zur Zahnhartsubstanz ein Kavitäten-Oberflächenwinkel von ca. 90 Grad entsteht, um die Festigkeit der Randbereiche zu maximieren (Abb. 9). Bei der Anwendung der für diesen Indikationsbereich etablierten Lithiumdisilikatkeramik kann die okklusale Mindestschichtstärke im kaulasttragenden Bereich auf 1,0 mm und außerhalb okklusaler Kontakte auf 0,8 mm reduziert werden.^{17,23}

Wenn okklusale Kontakte im zu erwartenden Klebefugenbereich liegen, die Präparation bis zur Höckerspitze reicht, die orovestibuläre Mindeststärke eines Höckers von etwa 1,5–2 mm unterschritten wird oder auch bei fehlender Dentinunterstützung eines Höckers, so ist ein Überkuppeln der geschwächten Höcker und somit ein Übergang zur Teilkronenpräparation nötig (Abb. 10a–c). Auch die Lokalisation von dynamischen Kontakten auf der Restzahnhartsubstanz sollte in die Entscheidung der Restauraionsform miteinbezogen werden. Besonders in der provisorischen Phase können dynamische okklusale Kontakte zu Schmelzrissen führen, da noch keine Stabilisierung der Restzahnhartsubstanz durch den adhäsiven Verbund besteht. Dies kann bereits in der Herstellungsphase oder auch langfristig nach der Eingliederung der Restauration zu Frakturen führen.⁹

3. Postendodontische Versorgung – Endo-Teilkrone und Endo-Inlay-Krone

Durch die Trepanation und Kanalaufbereitung ist bei endodontisch behandelten Zähnen die Restzahnhartsubstanz deutlich verringert. Zudem fehlt das für die Stabilität des Zahnes so wichtige Pulpdach. Durch den Aufbau endodontisch behandelter Zähne soll unter Schonung möglichst viel gesunder Zahnhartsubstanz eine verlässliche Verankerung für eine definitive Restauration geschaffen werden. Die Größe der Defektausdehnung ist hierbei entscheidend für die Wahl der postendodontischen Versorgungsart.

Im Seitenzahnbereich geht eine Wurzelkanalbehandlung häufig mit einem größeren Zahnhartsubstanzverlust in Kombination mit einer Auflösung des Approximalkontaktes einher. Endodontisch behandelte Seitenzähne mit approximalen Defekten, die bis in die Trepanationsöffnung reichen und die Kontinuität der Kronenwände unterbrechen, können bei stabilen, gegenüberliegenden Dentinwänden mit adhäsiv befestigten Restaurationen rekonstruiert werden. Eine zusätzliche adhäsive Verankerung eines Wurzelstiftes erhöht nicht die Belastbarkeit, wenn noch zwei oder mehr Kavitätenwände vorhanden sind.^{11,16} Unter dem Gesichtspunkt der maximalen Zahnhartsubstanzschonung

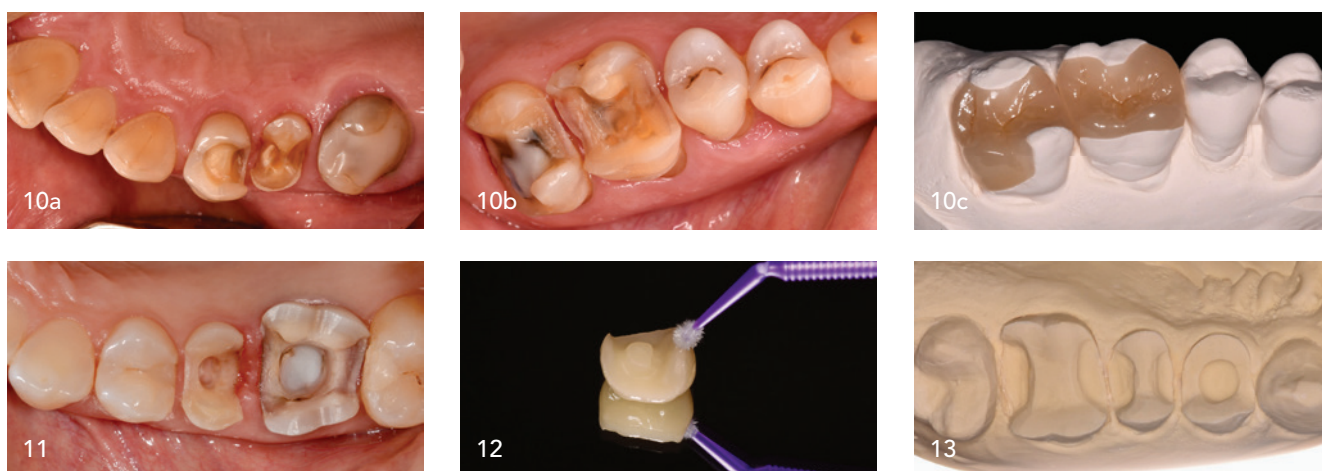
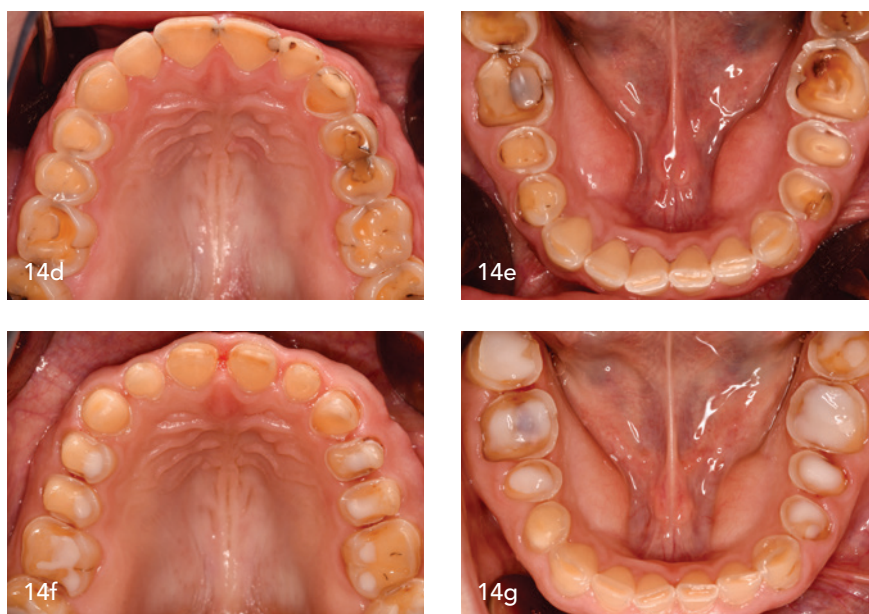


Abb. 10a–c: Verschiedene Beispiele für Inlay- und Teilkronenpräparationen. Präparation für ein Keramikinlay in Regio 14 und für eine Teilkrone in Regio 15 mit vollständiger Höckerüberkuppelung (a); defektorientierte Präparation der Zähne 26, 27 mit partieller Überkuppelung (b); Restaurationen der Zähne 26, 27 auf dem Gipsmodell (c). – **Abb. 11:** Präparation einer Endo-Inlay-Krone mit zentraler Vertiefung an den Zähnen 15 und 16. – **Abb. 12:** Endo-Inlay-Krone aus Lithiumdisilikatkeramik, Ansicht von basal. – **Abb. 13:** Präparation am endodontisch behandelten Zahn 24 mit zentraler apikaler Vertiefung als zusätzlichen Rotationsschutz.



Abb. 14a–g: Klinische Ausgangssituation (a–e): Ausgeprägte Erosionen mit deutlich erkennbarem Verlust der Vertikaldimension in der Ansicht von frontal (a); Ansicht von lateral (b, c); vollständiger Verlust des okklusalen Reliefs im Seitenzahnbereich (d,e); defektorientierte, wenig invasive Präparation zur Aufnahme von Okklusionsonlays im Rahmen einer komplexen Rehabilitation (f, g). – **Abb. 15a–c:** Klassische Präparation für ein Okklusionsonlay in Regio 16 mit einem anatomen okklusalen Plateau und einer vestibulären leichten Hohlkehle (a); Präparation für Okklusionsonlays in Regio 46, 47 (b) und Regio 36, 37 (c); bereits vorhandene proximale Füllungen wurden hier in die Präparation miteinbezogen.



sollte die Indikation für eine Vollkrone zugunsten einer adhäsiv befestigten Teilkrone bei entsprechender Defektausdehnung eingeschränkt werden. Hierbei sollten dann aus Stabilitätsgründen die Höcker überkuppelt werden, denn postendodontische Restaurationen mit Keramikinlays ohne Höckerüberkuppelung korrelieren mit einer deutlich erhöhten Verlustrate.^{20,21}

Mit dem Präparationsdesign der Endo-Inlay-Krone mit einer zentralen apikalen Vertiefung wird das Ziel verfolgt, durch eine Retentionsfläche im Wurzelkanaleingang eine zusätzliche Klebefläche zum Dentin zu gewinnen (Abb. 11+12). Dadurch ergibt sich ein mechanisch günstiges Kronen-Wurzel-Verhältnis.¹¹ Bei tief liegenden Defekten kann durch die zentrale Vertiefung mitunter ein Stiftaufbau und eine damit verbundene Frakturgefahr der Wurzel vermieden werden.² Zudem kann die zentrale Vertiefung einen Rotationsschutz bei sehr wenig retentiven Restaurationen bieten (Abb. 13).

4. Kauflächenveneers (Okklusionsonlays)

Die Sechste Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS 6) bestätigt eindrucksvoll den Erfolg der präventionsorientierten Zahnmedizin in Deutschland. Erkennbar ist eine stark rückläufige Karieserfahrung der deutschen Bevölkerung und ein klarer Trend zum längeren Zahnerhalt, teils mit festsitzendem Zahnersatz.²⁵ Andererseits gibt es vermehrt Hinweise auf die Gefahren erheblicher Zahnhartsubstanzen-schädigungen infolge von Erosion, Attrition und Abrasion (nicht kariesbedingte Zahnhartsubstanzen-defekte). Diese Effekte werden durch den längeren Funktionszeitraum der Zähne zusätzlich verstärkt. Erosionen, die durch eine direkte Säureeinwirkung auf die saubere Zahnhartsubstanz ohne Bakterienbeteiligung hervorgerufen werden, wurden bei 43,2 Prozent der jüngeren Erwachsenen beobachtet. Im Vergleich zur DMS V zeigen schwere Fälle erosiver Zahnhartsubstanzen-defekte in dieser Gruppe eine deutliche Zunahme.²²

Schädigungen aufgrund von Erosion, Attrition und Abrasion zeichnen sich im Vergleich zu kariösen Läsionen durch eine veränderte, im Seitenzahnbereich über-

wiegend kauflächenorientierte Defektmorphologie aus. Der Fokus restaurativer Maßnahmen im Seitenzahnbereich richtet sich daher zunehmend auf okklusale Defekte. Bei der Wahl der restaurativen Intervention gilt es, eine angemessene Funktion, Ästhetik und Biomechanik wiederherzustellen und einen weiteren pathologischen Verschleiß zu verhindern.

Beruht die Indikationsstellung einer restaurativen Therapie allein auf pathologischem Zahnverschleiß, so erfordert dies durch entsprechende Diagnostik eine Prüfung, ob ein indirektes Vorgehen erforderlich ist oder eine weniger invasive direkte Technik gewählt werden kann. Bei komplexen Rehabilitationen mit funktioneller und/oder ästhetischer Beeinträchtigung hängt die Überlebensrate von Komposit als Restaurationsmaterial von der Lokalisation des Zahnes ab und ist bei Molaren am ungünstigsten.¹² Dahingegen ermöglichen indirekte Restaurationen, beispielsweise aus hochfester Glaskeramik, eine sicherere und stabilere Umsetzung der Okklusion.¹⁸

Bei der Rekonstruktion stark substanzgeschädigter Kauflächen stellen adhäsiv befestigte Okklusionsonlays aus hochfester Glaskeramik (Kauflächenveneers) eine im Vergleich zu Vollkronen weitaus besser geeignete, schonendere Restaurationsform dar.⁸ Sie finden insbesondere dann zunehmend Anwendung, wenn komplexe Rehabilitationen mit einer Anhebung der Vertikaldimension (VDO) einhergehen. Okklusionsonlays zeichnen sich durch eine supragingival, möglichst oberhalb des Zahnäquators lokalisierte Präparationsgrenze und eine defektorientierte, minimalinvasive Präparationsform aus (Abb. 14a–g). Die supragingivale Präparationsgrenze bietet zahlreiche Vorteile wie Übersichtlichkeit bei der Präparation, Reduktion des Substanzabtrages, vermehrte Zahnschmelzpräsenz und gute Kontrollmöglichkeit.⁶ In der Regel wird eine zirkuläre oder rein vestibuläre Hohlkehle angelegt und ein okklusales anatoform Plateau präpariert (Abb. 15a–c). Zur Sicherstellung eines möglichst ökonomischen Zahnhartsubstanzenabtrages kann mit einer vom diagnostischen Wax-up abgeleiteten Tiefziehschiene die Form der späteren Restauration additiv auf den

Zahn übertragen werden. In das additive Mock-up können Tiefenmarkierungsrillen präpariert werden, die als Orientierung für den nachfolgenden Substanzabtrag dienen. Hierdurch wird gewährleistet, dass nur so viel Zahnhartsubstanz abgetragen wird, wie zur Erreichung einer ausreichenden Schichtstärke des Restaurationsmaterials erforderlich ist. Für monolithische Restaurationen gelten okklusale Mindestschichtstärken von 1 mm im lasttragenden Bereich, wobei eine weitere Herabsetzung der Schichtstärke bei ausreichender Zahnschmelzpräsenz zur Diskussion steht.^{4,10,13,27}

Fazit

Den restaurativ tätigen Zahnärztinnen und Zahnärzten stehen heutzutage zahlreiche Alternativen zu klassischen, meist deutlich invasiveren Präparationsformen zur Verfügung. Der gesicherte adhäsive Verbund zwischen Zahnschmelz und silikatkeramischen Restaurationsmaterialien erlaubt ein defektorientiertes Vorgehen zu geringen biologischen Kosten. Bei ausgeprägten Substanzverlusten ermöglichen additiv ausgerichtete Behandlungskonzepte eine wiederherstellende Restauration und sollten einem subtraktiven Grundsatz vorgezogen werden.

Die Verfasserin des Textes pflegt keinerlei wirtschaftliche oder persönliche Verbindung zu den genannten Unternehmen.

Dr. med. dent. Stefanie Jacob, M.Sc.



Literatur



Zu den eFortbildungen der KZVB: <https://www.kzvb.de/efortbildungen>



DR. MED. DENT. STEFANIE JACOB, M.SC.

Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und digitale Zahnmedizin
LMU Klinikum
Goethestraße 70
80336 München
Stefanie.Jacob@med.uni-muenchen.de
Instagram: dr.stefaniejacob