

# Moderne Präparationstechniken – Mit Maß zum Ziel

Daniel Edelhoff, Oliver Ahlers



## Indizes

Vollkeramik, diagnostisches Wax-up, Materialauswahl, Präparationstechnik, Veneer, Okklusionsonlay, Krone, Adhäsivbrücke, konventionelle Brücke

## Zusammenfassung

Die zahnärztlichen Präparationstechniken wurden durch die Einführung der Adhäsivtechnik in Kombination mit zahnfarbenen Restaurationsmaterialien wesentlich verändert. An die Stelle subtraktiv und invasiv ausgerichteter Präparationsformen zur mechanischen Verankerung der Restaurationen mithilfe klassischer Zemente treten heute zunehmend weniger invasive, vornehmlich defektorientierte Vorgehensweisen. Bei bestehenden ausgeprägten Zahnhartsubstanzverlusten erlauben moderne Behandlungskonzepte ein vornehmlich additiv ausgerichtetes Vorgehen und damit eine die Funktion und Ästhetik wiederherstellende Rehabilitation zu geringen biologischen Kosten. Die Definition des Behandlungsziels durch ein diagnostisches Wax-up erlaubt die maximale Begrenzung des Abtrags gesunder Zahnhartsubstanz im Rahmen der Präparation. Zudem ermöglicht die hohe Biegefestigkeit hochfester zahnfarbener Restaurationsmaterialien eine Verringerung der Wandstärken und trägt so zum Zahnhartsubstanzverlust an den zu restaurierenden Zähnen bei. Der Beitrag gibt eine Übersicht über moderne Präparationstechniken in verschiedenen Bereichen der restaurativen Zahnheilkunde, vom silikatkeramischen Veneer bis zur konventionellen Brücke aus Zirkonoxid.

Manuskriptingang: 13.02.2022, Manuskriptannahme: 01.03.2022

## Einleitung

Zahnärztliche Präparationstechniken spiegeln in den Präparationsformen die Erfordernisse der jeweiligen Restaurationsmaterialien und Befestigungswerkstoffe wider. Neue zahnfarbene Restaurationswerkstoffe und Befestigungsmaterialien erfordern und ermöglichen daher Anpassungen der Präparationstechniken.

Tatsächlich werden die modernen Präparationstechniken wesentlich geprägt durch die Einführung der Säure-Ätz-Technik Mitte der 1950er-Jahre durch Buonocore, die nahezu zeitgleiche Entwicklung von Befestigungsmaterialien auf der Basis von Bisphenol A Glycidylmethacrylate

(Bis-GMA) durch Bowen sowie die begleitende Etablierung geeigneter Ätzverfahren für silikatbasierte Dentalkeramiken und den Einsatz von Haftvermittlern wie Silan<sup>14</sup>. Durch die Entwicklung neuer Keramiktypen in den letzten Jahren konnte zudem die Festigkeit der eingesetzten Restaurationsmaterialien noch einmal erheblich gesteigert werden<sup>13</sup>.

Auf der Basis positiver klinischer Langzeitergebnisse ist seither eine stetige Ausweitung des Indikationsbereichs erfolgt. Dabei werden auch frühere Kontraindikationen wie z. B. Patienten mit Bruxismus neu bewertet und als mögliche zusätzliche Einsatzbereiche diskutiert<sup>3,5</sup>. Heute werden minimalinvasive zahnfarbene Restaurationen zur

Rekonstruktion der okklusalen Biomechanik, zur Einstellung einer adäquaten Eckzahnführung und zur okklusalen Abstützung eingesetzt.

Die Haltbarkeit dieser Restaurationen ist abhängig vom verwendeten Restaurationsmaterial, der Adhäsivtechnik, der statischen und dynamischen Okklusion sowie der Erfahrung des restaurativen Teams; und sie wird in hohem Maße von der Präparationsgestaltung bestimmt. Dieser Beitrag soll daher einen Überblick über moderne Präparationstechniken geben und als Grundlage zur Herstellung ästhetisch und funktionell erfolgreicher Restaurationen aus Vollkeramik dienen.

## Analyse und Festlegung des Restaurationsziels

Folgende Informationen bilden die Grundlage für die klinische und labortechnische Analyse der Funktion, Ästhetik und Biomechanik sowie für die Festlegung des Restaurationsziels:

- intraorale Untersuchung,
- Röntgenbilder,
- Fotostatus,
- Okklusionskontakte in statischer und dynamischer Okklusion,
- Kiefermodelle,
- Zahnproportionen,
- „Angle-Klasse“,
- Position der Mittellinie,
- Achsneigung der Zähne,
- Ausmaß/Verhältnis von Overjet und Overbite.

Auf Basis dieser Informationen erfolgt die Bestimmung der zu restaurierenden Zähne. Je nach Umfang der Behandlung gehört hierzu ggf. auch die Bestimmung der therapeutischen Kieferposition und der geplanten vertikalen Dimension der Okklusion (VDO). Sie sind die Grundlage für die nun folgende Behandlungssimulation in Wachs als Wax-up. Die Übertragung dieser Simulation in den Mund des Patienten wird als Mock-up bezeichnet. Sie dient der Prüfung der ästhetischen Anmutung sowie der haptischen und phonetischen Akzeptanz. Die Umsetzung kann mithilfe einer Tiefziehfolie erfolgen, die über ein Duplikatmodell des Wax-ups gezogen wird. Alternativ kann die Form durch transparente Silikone direkt vom Wax-up-Modell abgegriffen werden, was aufwendige Dubliervorgänge und die Herstellung eines Duplikatmodells erübrigt.

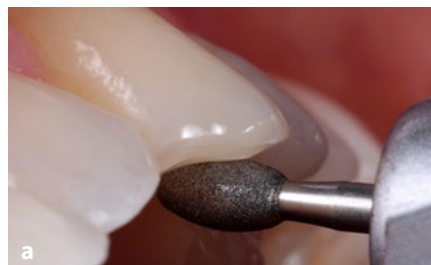


**Abb. 1a bis c** Minimalinvasive Präparation des lateralen Schneidezahns (Mikrodontie) und der distalen Fläche des Zahns 11 sowie der mesialen Fläche des Zahns 13 für die Aufnahme von partiellen Veneers (a). In der Sintertechnologie auf feuerfesten Stümpfen gefertigte partielle Veneers (Zahntechnik: ZTM Uwe Gehringer, München; b). Einprobe der partiellen Veneers an den Zähnen 11, 12 und 13 mit „Try-in“-Pasten (Farbe neutral; c).

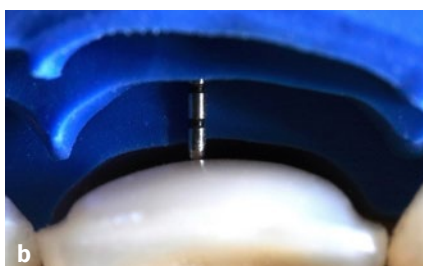
## Vollkeramische Veneers

Minimalinvasive Präparationen für Veneers stellen hohe Anforderungen an die Behandlerinnen und Behandler (Abb. 1a bis c). Einerseits ist der Erhalt von Zahnschmelzanteilen beim Veneer ein wesentlicher, den Erfolg bestimmender Faktor<sup>15</sup>. Andererseits erschweren minimalinvasive Präparationen die provisorische Versorgung sowie eine klar definierte Positionierung bei der definitiven adhäsiven Befestigung. Weiterhin begrenzen minimalinvasive Präparationen der Veneers den zahntechnischen Gestaltungsfreiraum<sup>9</sup>.

Obwohl für Veneer-Präparationen klare Prinzipien gelten, können sie flexibel auf die individuelle klinische Situation angepasst werden – je nach Ausmaß der erforderlichen funktionellen und ästhetischen Korrektur, Destruktions-



**Abb. 2a und b** Präparation für die Aufnahme eines palatinalen Teil-Veneers zur Rekonstruktion der Eckzahnführung an Zahn 23 (a). Palatinales Veneer während der Einprobe. Die eingesetzte Mindestschichtstärke im Randbereich betrug 0,3 mm. Die farbliche Integration wird erst durch den Einsatz eines adäquaten „Try-in“-Materials und später durch das Befestigungskomposit erzielt (b).



**Abb. 3a bis c** Veneer-Präparation: Die definierte Außenkontur der späteren Restauration wird in eine diagnostische Schablone aus Silikonmasse oder Tiefziehfolie überführt. Dadurch wird ein vom Wax-up abgeleitetes Mock-up auf den Zahn aufgebracht. Es dient als Orientierungshilfe bei der Präparation der Tiefenmarkierungen (hier: Tiefenmarkierer 868BP.314.018, 0,3 mm, Fa. Komet Dental, Lemgo), die mit einem Grafitstift mit 0,5 mm Minendurchmesser angezeichnet werden (a). Ein vom Wax-up abgeleiteter, in mehreren Ebenen beschnittener Silikonindex erleichtert die stetige Kontrolle des Abtrags in mehreren Ebenen mithilfe eines Parodontometers (b). Einsatz eines oszillierenden „halben Torpedos“ (SF8878KM, Fa. Komet Dental, Lemgo) beim Anlegen einer approximalen Hohlkehle während einer Veneer-Präparation im „Full-wrap design“ (360° Veneer). Durch die einseitige Diamantierung des Instruments ist eine Traumatisierung des Nachbarzahns während der Präparation ausgeschlossen (c).

grad des Zahns, bestehenden Füllungen, Okklusionsverhältnissen usw. (Abb. 2a und b). Dies gilt sowohl für die Lage der marginalen Präparationsgrenze und die inzisale Gestaltung als auch für die interproximale Ausdehnung<sup>6</sup>.

Eine vorherige Behandlungsplanung per Wax-up ermöglicht es hier, die geplante Gestaltung vorab gemeinsam mit den Patienten abzustimmen. Zudem ermöglicht das Wax-up, davon eine diagnostische Schablone oder einen Silikon Schlüssel abzuleiten als Grundlage einer kontrollierten, vornehmlich additiv konzipierten Veneer-Präparation. Alternativ kann die Vorpräparation auch mittels spezieller Tiefenmarkierungsdiamanten auf dem intraoral eingesetzten Mock-up erfolgen (Abb. 3a). Bei Tiefenmarkierern mit nichtdiamantiertem Führungspin stoppt dieser exakt auf der bereits definierten Außenfläche des geplanten Veneers und trägt so nur in jenen Zahnhartsubstanzbereichen ab, an denen sonst die Mindestschichtstärken unterschritten würden. Diese Tiefenmarkierungen können zur besseren Orientierung während der weiteren Präparation zusätzlich mit einem Grafitstift angezeichnet werden (Abb. 3a).

Bei ausgeprägten Verfärbungen sollte die Präparationstiefe vergrößert werden, um zahntechnisch eine adäquate Maskierungsmöglichkeit zu bieten. Eine weitere Kontrolle der Abtragtiefe ermöglicht der Einsatz eines Parodontometers mit Millimetereinteilung; dieser misst den Abstand zwischen präparierter Zahnoberfläche und der Innenfläche des vom Wax-up abgeleiteten Silikon Schlüssels (Abb. 3b). Für das interproximale Anlegen einer Hohlkehle eignen sich oszillierende Instrumente (z.B. Sonicline-Aufsatz „halber Torpedo“ SF8878KM, Fa. Komet Dental, Lemgo), die sicherstellen, dass der jeweilige Nachbarzahn nicht versehentlich beschädigt wird (Abb. 3c). Zum Kantenbrechen, Abrunden und Glätten sind Polierscheiben prädestiniert (z. B. Soflex 2382 M, Fa. 3M, Seefeld).

Die interproximale Ausdehnung der Präparation kann je nach Ausgangssituation und Restaurationsziel in verschiedenen Graden vorgenommen werden:

- So belässt das wenig invasive, einfach und schnell umzusetzende „Short-wrap design“ die Präparationsränder im sichtbaren Bereich.



- Beim häufiger angewendeten „Medium-wrap design“ werden die Präparationsränder nicht sichtbar unter Schonung des Kontaktpunktes in die interproximalen Nischen verlegt (Abb. 4). Durch den Erhalt des Kontaktpunktes bleibt auch die Breite des bestehenden Zahns erhalten.
- Das „Long-wrap design“ ist deutlich invasiver, da es die Kontaktpunkte öffnet. Damit bietet es allerdings dem restaurativen Team erheblich mehr Variationsmöglichkeiten in der Form und Stellung des/der Veneers. Dieses Präparationsdesign eignet sich vornehmlich für stark verfärbte Zähne, das Schließen von Diastemata und „schwarzen Dreiecken“, bei Mittellinienkorrekturen, umfangreichen Formveränderungen und für die Abdeckung ausgeprägter approximaler Füllungen (Abb. 5).

## Vollkeramische Okklusionsonlays

Auch im Seitenzahnbereich stellen adhäsiv befestigte vollkeramische Teilrestorationen eine gesicherte Therapieform dar<sup>1,8,20</sup>. Mit dem Rückgang der Karies bei gleichzeitig zunehmender Inzidenz biokorrosiver Defekte treten veränderte Defektmorphologien der Zahnhartsubstanz in den Vordergrund<sup>11</sup>. Der Fokus restaurativer Maßnahmen richtet sich daher heute im Seitenzahnbereich häufiger auf okklusale Defekte. Im Sinne der Therapieziele gilt es, eine angemessene Funktion, Ästhetik und Biomechanik zu rekonstruieren und weiterem pathologischen Verschleiß entgegenwirken. Im Hinblick auf die teils extremen Veränderungen des okklusalen Reliefs durch Zahnverschleiß sind adhäsiv befestigte Okklusionsonlays aus hochfester Glaskeramik eine besser geeignete Restaurationsform als die doppelt so invasiven klassischen Vollkronen<sup>7</sup>. Eine entscheidende Voraussetzung für ihre Minimalinvasivität und Haltbarkeit ist eine vornehmlich zahnschmelzbegrenzte Präparation. Ihre supragingivale Präparationsgrenze bietet zahlreiche Vorteile:

- Übersichtlichkeit bei der Präparation,
- Reduktion des Substanzabtrags mit der Folge geringer biologischer Kosten und eines verringerten Devitalisierungsrisikos,
- vermehrte Zahnschmelzpräsenz,
- einfachere konventionelle und digitale Abformung,
- weniger oder keine traumatischen Interferenzen mit der marginalen Gingiva und
- gute Kontrollmöglichkeit bei der adhäsiven Befestigung, auch unter Kofferdam.



**Abb. 4** Veneer-Präparationen der Oberkieferfrontzähne im „Medium-wrap design“. Jedes zweite Veneer (12, 21 und 23) wurde mit einer eingefärbten „Try-in“-Paste auf Glycerinbasis aufgesetzt (Zahntechnik: ZTM Otto Prandtner, München).



**Abb. 5** Keramische Veneers für die Zähne 13, 12, 11 und 21 im „Long-wrap design“ und vollkeramische Kronen an 22 und 23 (Brückenanker). Die Präparation an Zahn 21 wurde auf eine horizontale Einschubrichtung ausgerichtet. Dadurch ließ sich die zervikale Breite der Präparation schmaler gestalten als die inzisale Breite.



**Abb. 6** Anlegen eines okklusalen Plateaus für ein Okklusionsonlay. Die spezifische Geometrie des Schleifkörpers (hier: Occlushaper als Finierer 8370.340.035, Fa. Komet Dental) gewährleistet eine anatoforme Höckerunterstützung und genügend Raum in der Zentralfissur zur Umsetzung eines Freiraums für den „Immediate side shift“ (ISS).

Neue Anforderungsprofile an die Präparationsgestaltung resultieren aus modernen zahnfarbenen Restaurationsmaterialien, digitalen Fertigungsmethoden wie auch der häufiger kaufflächenorientierten Defektmorphologie. Bisher werden allerdings nur unzureichend Präparationsinstrumente angeboten, die im Hinblick auf die Präparation keramischer Okklusionsonlays diesen Vorgaben entsprechen. Unter Beteiligung der Autoren wurden daher entsprechen-





**Abb. 7a und b** Veneer und einflügelige Adhäsivbrücke aus 3Y-TZP-Zirkonoxid: Aufgrund des jungen Alters des Patienten wurde eine Präparation an Zahn 23 für eine einflügelige Adhäsivbrücke zum Ersatz von Zahn 22 und eine „Long-wrap design“-Veneer-Präparation am endodontisch behandelten Zahn 21 durchgeführt (a). Palatinalansicht der Präparationen: An Zahn 21 wurde der Zugang zur Wurzelkanalfüllung bewusst nicht in die Präparation einbezogen, um eine Revisionsmöglichkeit ohne Zerstörung des Veneers zu gewährleisten. Die Präparation für den Flügel der Adhäsivbrücke wurde ausschließlich auf den Zahnschmelz begrenzt und gewährt eine Mindestschichtstärke von 0,5 bis 0,7 mm. Sie beinhaltet kleinere Vertiefungen zur besseren Positionierung und einen abgerundeten mesialen Kasten für einen stabilen Verbinder zum Brückenzwischenglied 22 (b).

de Schleifkörpergeometrien für Okklusionsonlays an Prämolaren und Molaren entwickelt, welche die Umsetzung einer idealen Präparationsform unterstützen<sup>4</sup> (Okklusionsonlay-Set 4665 oder 4665 ST, Fa. Komet Dental, Fa. Gebr. Brasseler, Lemgo).

Ein vor der Präzisionsabformung angefertigtes Provisorium kann dazu dienen, den durch die Präparation erzeugten Freiraum für das Restaurationsmaterial noch einmal mit einem Taster zu überprüfen.

## Vollkeramische Adhäsivbrücken

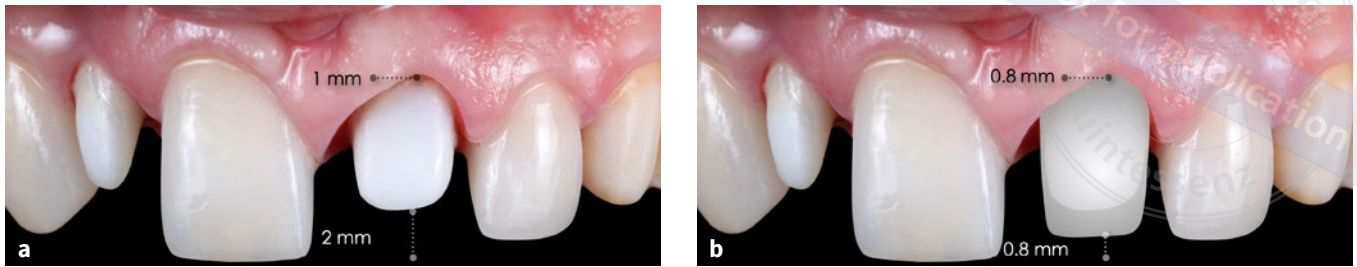
Adhäsivbrücken sind durch verschiedene Weiterentwicklungen mittlerweile zu bewährten Behandlungsmitteln geworden. Neben der Ausführung als ein- oder zweiflügelige Adhäsivbrücke ist dabei unter anderem die Präparationstechnik bestimmend für die Haltbarkeit. Adhäsivbrücken lassen sich heute als festsitzende Alternative zu einer klassischen Brücke oder zur Implantatversorgung beim Ersatz von Einzelzähnen einsetzen. Sie werden heutzutage vornehmlich auf der Basis von Gerüstmaterialien mit einem hohen E-Modul, wie sie beispielsweise Nichtedelmetalllegierungen oder Zirkonoxidkeramiken (3Y-TZP) aufweisen, hergestellt.

Oberkieferfrontzähne sind hinsichtlich eines Vitalitätsverlusts besonders gefährdet, wenn sie als Brückenpfeiler für klassische Brücken Verwendung finden<sup>2</sup>. Im Gegensatz dazu betragen die empfohlenen Abtragsraten für Klebeflügel aus Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) zwischen 0,5 und 0,7 mm<sup>18</sup>. Neben einer adäquaten werkstoffgerechten Präparation bestehen weitere Voraussetzungen für den Erfolg von Adhäsivbrücken. Diese sind vitale, überwiegend

karies- und füllungsfreie Pfeilerzähne, ausreichende Platzverhältnisse zur Gegenbeziehung (ca. 0,8 mm) sowie Zahnschmelzpräsenz<sup>16</sup>. Der Verbinder zwischen Adhäsivflügel und Anhänger sollte einen Mindestquerschnitt von ca. 3 x 2 mm aufweisen<sup>18</sup>. Die Einführung einflügeliger Adhäsivbrücken in den 1980er-Jahren reduzierte die Invasivität nochmals und vermied eine unphysiologische Verblockung der Pfeilerzähne. In den 1990er-Jahren konnte eine klinische Studie zeigen, dass das Konzept der einflügeligen Adhäsivbrücke auf Zirkonoxidbasis vorteilhaft ist<sup>16</sup> (Abb. 7a und b). Die mittlerweile verfügbaren Daten aus klinischen Langzeitstudien zeigen für einflügelige Adhäsivbrücken auf Zirkonoxidbasis nach 5 Jahren Liegedauer eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 100 %<sup>19</sup> und nach 10 Jahren von 98,2 %<sup>12</sup>.

## Vollkeramische Kronen und Brücken

Last, but not least stellen vollkeramische Kronen und kleine Brücken bei entsprechenden Destruktionsgraden oder Verfärbungen der zu behandelnden Zähne eine anerkannte Behandlungsalternative dar. Die aktuelle S3-Leitlinie bestätigt dies auf der Grundlage der verfügbaren Langzeitstudien material- und indikationsabhängig<sup>3</sup>. Die Therapieentscheidung für eine monolithische anstelle einer teil- oder vollverblendeten Krone hilft, eine erhebliche Menge an Zahnhartsubstanz zu erhalten (Abb. 8a und b). In einer diesbezüglichen In-vitro-Untersuchung waren sowohl für Frontzahn- als auch für Seitenzahnkronen die Präparationen für monolithische Kronen aus Zirkonoxidkeramik am wenigsten invasiv<sup>17</sup>. Diese Ergebnisse lassen sich auch auf konventionelle vollkeramische Brücken aus Zirkonoxid übertra-



**Abb. 8a und b** Kronenpräparationen von Oberkieferfrontzähnen (13, 11, 21, 22 und 23) und eines keramischen Implantat-Abutments an Zahn 12 für die Aufnahme vollkeramischer Kronen aus Zirkonoxidkeramik (Verblendtechnik). Jede zweite Krone (13, 11 und 22) wurde mit einer eingefärbten „Try-in“-Paste auf Glycerinbasis aufgesetzt (Zahntechnik: ZTM Otto Prandtner, München). Vorgehen bei der Kronenpräparation: Simulation einer weniger invasiven Präparationsgestaltung bei Einsatz einer monolithischen Krone aus hochtransluzenter Zirkonoxidkeramik (5Y-TZP; b).



gen. Hinsichtlich der Präparationstechnik bedeutet dies, dass anstelle der früher üblichen Präparation einer abgerundeten Stufe in derartigen Fällen eine herkömmliche Hohlkehllpräparation ausreicht. Allerdings sollten dabei die festigkeitsabhängigen Indikationsbereiche und Mindestanforderungen für die verschiedenen Zirkonoxid-Zusammensetzungen unbedingt Berücksichtigung finden. Zirkonoxid ist nicht gleich Zirkonoxid und die ästhetisch vorteilhaften Zirkonoxide der 3. bis 4. Generation verhalten sich anders als die opakeren Materialien der 1. und 2. Generation<sup>10</sup>.

## Schlussfolgerungen

Moderne Präparationstechniken sind heute fester Bestandteil zeitgemäßer restaurativer Behandlungskonzepte. Sie fördern ein die Zahnhartsubstanz schonendes Vorgehen und begrenzen so die Invasivität der Restauration wesentlich. Die bevorzugte marginale Präparationsgestaltung für vollkeramische Restaurationen stellt die Hohlkehle dar. Mit adäquaten Präparationsinstrumenten lassen sich solche modernen Präparationen effizient und sicher realisieren.

## Literatur

1. Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H. Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. *Int J Prosthodont* 2012;25(1):70–78.
2. Cheung GS, Lai SC, Ng RP. Fate of vital pulps beneath a metal-ceramic crown or a bridge retainer. *Int Endod J* 2005; 38:521–530.
3. DGPro, DGZMK: „Vollkeramische Kronen und Brücken“. Langfassung. Stand: 01.03.2021, gültig bis 28.02.2026. AWMF-Reg.-Nr. 083-012. Internet: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-012.html>. Abruf: 15.03.2022.
4. Edelhoff D, Ahlers MO. Occlusal onlays as a modern treatment concept for the reconstruction of severely worn occlusal surfaces. *Quintessence Int* 2018;49(7):521–533.
5. Edelhoff D, Güth JF, Erdelt K, Brix O, Liebermann A. Clinical performance of occlusal onlays made of lithium disilicate ceramic in patients with severe tooth wear up to 11 years. *Dent Mater* 2019;35(9):1319–1330.
6. Edelhoff D, Prandtner O, Saeidi Pour R et al. Anterior restorations: The performance of ceramic veneers. *Quintessence Int* 2018;49(2):89–101.
7. Edelhoff D, Sorensen JA: Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodont Restorative Dent* 2002;22:241–249.
8. 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.
9. Gonzalez-Martin O, Avila-Ortiz G, Torres-Muñoz A, Del Solar D, Veltri M. Ultrathin ceramic veneers in the aesthetic zone: A 36-month retrospective case series. *Int J Prosthodont* 2021;34(5):567–577.
10. Güth JF, Stawarczyk B, Edelhoff D, Liebermann A. Zirconia and its novel compositions: What do clinicians need to know? *Quintessence Int* 2019;50(7): 512–520.
11. Jordan AR, Micheelis W (Hrsg). Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Köln: DÄV, 2016.
12. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent* 2017;65:51–55.
13. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater* 2016;32(11): e275–e283.
14. Layton DM, Clarke M.A. Systematic review and meta-analysis of the

- survival of non-feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years. *Int J Prosthodont* 2013;26(2):111–124.
15. Peumans M, van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: A review of the literature. *J Dent* 2000;28:163–177.
  16. Sasse M, Kern M. All-ceramic rein-bonded fixed dental prostheses: Treatment planning, clinical procedures, and outcome. *Quintessence Int* 2014;45:291–297.
  17. Schwindling FS, Waldecker M, Rammelsberg P, Rues S, Bömicke W. Tooth substance removal for ceramic single crown materials – An in vitro comparison. *Clin Oral Investig* 2019;23(8):3359–3366.
  18. Tezulas E, Yildiz C, Evren B, Ozkan Y. Clinical procedures, designs, and survival rates of all-ceramic resin-bonded FDPs in the anterior region: A systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2018;30(4):307–318.
  19. Thoma DS, Sailer I, Ioannidis A et al. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2017;28(11):1421–1432.
  20. van Dijken JW, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mater* 2010;26:929–939.



**Daniel Edelhoff**

Univ.-Prof. Dr. med. dent.  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Klinikum der LMU München  
Goethestraße 70  
80336 München

**Daniel Edelhoff**

**M. Oliver Ahlers**

Priv.-Doz. Dr. med. dent.  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)  
und  
CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf Hamburg

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. Daniel Edelhoff, E-Mail: [daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de](mailto:daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de)