

## Präparation von Okklusionsonlays

M. Oliver Ahlers, Daniel Edelhoff

Die Häufigkeit schwerer Karies ist rückläufig und schwere Substanzschäden durch Erosionen und/oder Attritionen und Abrasionen nehmen dagegen zu. Hierbei sind häufig primär die Kauflächen geschädigt. Für die Behandlung solcher Defekte treten an die Stelle klassischer invasiver Kronen weniger invasive Okklusionsonlays. Die Präparation solcher Restaurationen folgt anderen Prinzipien und benötigt andere Instrumente. Der nachfolgende Beitrag beschreibt beides.

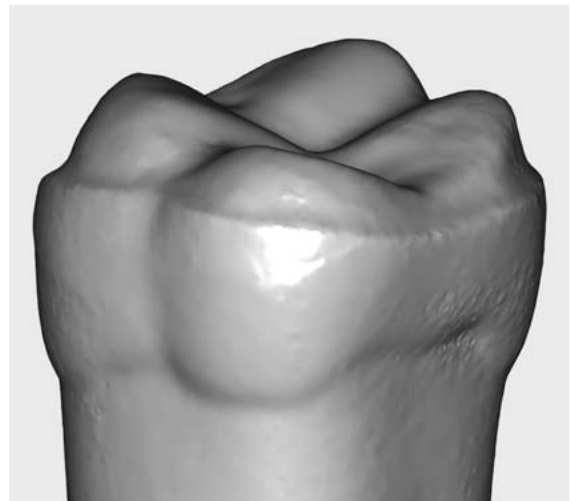
### Einleitung

Die Häufigkeit von Karieserkrankungen ist bei jüngeren Erwachsenen in Deutschland um 30% zurückgegangen – dies ergibt sich aus den Daten der 5. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) [1]. Andererseits wird die Prävalenz nicht kariöser, auch generalisierter Läsionen als Folge von Erosionen und/oder Attritionen bei Kindern und Heranwachsenden in einigen epidemiologischen Studien mit 30% beschrieben [2, 3], während starker Verschleiß an Zähnen bei 15-jährigen Heranwachsenden in einer klinischen Langzeitstudie mit 25% angegeben wird [4]. Grundsätzlich lässt dies für die Zukunft einen steigenden Bedarf an Einzelzahnrestaurationen zur Versorgung großflächiger Defekte erwarten, die sich in ihrer eher flächenhaften Geometrie deutlich von klassischen kariösen Defekten unterscheiden.

Zugleich sind für die Behandlung von Zahnhartsubstanzdefekten im Kauflächenbereich neue hochfeste keramische Restaurationsmaterialien verfügbar. Die Festigkeit dieser Keramiken erlaubt neue Restaurationsformen, und diese wiederum erfordern neue Präparationstechniken. Diesen gemeinsam ist eine zurückhaltendere minimalinvasive Präparation, weswegen derartige Restaurationen als „Okklusionsonlays“ (► **Abb. 1**) oder auch „Okklusionsveneers“ bezeichnet werden. Der nachfolgende Beitrag beschreibt die Merkmale derartiger Restaurationen sowie die entsprechend angepassten Präparationstechniken und -instrumente.

### Präparationsarten, Indikationen und Grenzen

Indirekte Präparationen aus Metallen werden klassisch zementiert und dies verlangt spezielle retentive Präparationsformen. In klassischen Kronen und Teilkronen finden



► **Abb. 1** Präparation eines Okklusionsonlays mit minimalinvasiver anatomischer okklusaler Einkürzung sowie Extension oral, vestibulär und in den Bereich der approximalen Randleisten – hier ohne Auflösung der Approximalkontakte. Quelle: D. Edelhoff, München.

diese ihre Umsetzung, wobei die invasivere *Krone* zur Behandlung tief zerstörter Zähne vorbehalten ist. Hinzu kommen Zähne, bei denen aus ästhetischen Gründen eine vollständige Verblendung erforderlich oder gewünscht ist. Dafür müssen Zahnarzt und Patient nach den Ergebnissen entsprechender Studien einen Substanzverlust der klinischen Zahnkronen von ca. 70% in Kauf nehmen [5, 6].

Im Gegensatz dazu ist eine metallene *Teilkrone* indiziert, wenn trotz Schäden, die eine indirekte Restauration erfordern, die oralen und vestibulären Flächen großenteils erhalten sind und klinisch noch genug Zahnhartsubstanz für die Anlage retentiver Kästen vorhanden ist. Obwohl

bei der Präparation klassischer Teilkronen weniger Zahnhartsubstanz verloren geht, ist auch hier ein deutlicher Substanzverlust zu erwarten [5].

Mit der Verfügbarkeit keramischer zahnfarbener Restaurationsmaterialien ist es in diesem Indikationsgebiet zu einem Paradigmenwechsel gekommen, der zunächst auf der Möglichkeit einer adhäsiven Befestigung beruhte [7, 8]. Diese ermöglichte eine Abkehr von der retentiven Präparationsform mit fast parallelen geometrischen Strukturen mit dünn auslaufenden Rändern [9, 10]. Dies hatte bereits vor Jahren zur Publikation entsprechender Präparationsvorgaben für vollkeramische Teilkronen geführt [11, 12].

Mit der Verfügbarkeit hochfester zahnfarbener Dentalkeramiken, vor allem von Lithiumdisilikat (IPS e.max, Fa. Ivoclar Vivadent, Schaan/FL) hat sich die Situation nochmals gewandelt, da hieraus gefertigte Restaurationen auch bei geringeren Schichtstärken okklusal sowie oral und vestibulär klinisch haltbar sind. In Abgrenzung zu klassischen Teilkronen werden derartige Restaurationen als Okklusionsonlays bezeichnet. Die Arbeitsgruppe um Magne nutzt auch die Bezeichnung „Okklusionsveneers“ [13]; diese führt hierzulande aufgrund der versicherungs- und umsatzsteuerrechtlichen Unterscheidung von Heilbehandlungen und primär ästhetisch motivierten Leistungen leicht zu falschen Einordnungen. Erstaunlich weite Verbreitung in der Zahnärzteschaft hat zudem der Begriff „Table Top“ bzw. „Tabletop“ gefunden. Dem liegt der gleiche Gedanken zugrunde wie bei den Okklusionsveneers, nämlich dass die Charakteristik derartiger Restaurationen primär im Ersatz der Kaufläche liegt. Sobald solche Restaurationen jedoch die Oral- und Vestibulärflächen und/oder die Approximalräume erreichen, sind die Begriffe im Grunde unzutreffend. Daher setzt sich die korrekte Bezeichnung Okklusionsonlay mittlerweile durch.

Die Präparation metallener Kronen und Teilkronen ist in der Literatur vielfach und detailliert beschrieben [14, 15]. Das gleiche gilt für die Präparation klassischer keramischer Teilkronen [7, 12].

Im Gegensatz dazu ist zwar der verringerte Substanzverlust von lediglich 30% bei der Präparation von Okklusionsonlays in Studien ermittelt [5]. Das Vorgehen für die Präparation von Okklusionsonlays (► **Abb. 2**) ist hingegen bisher nicht beschrieben. Der nachfolgende Beitrag schafft hier Abhilfe.



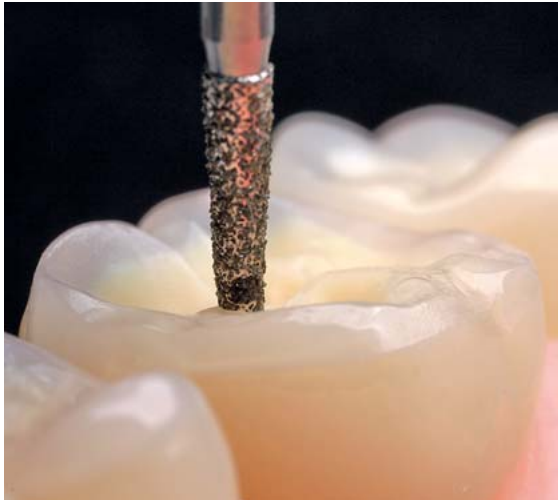
► **Abb. 2** Okklusionsonlays aus Vollkeramik (IPS e.max Press Multi) zur Versorgung der Zähne 24–27 (a) vor der Einprobe und (b) bei der Einprobe intraoral (Behandlung: Edelhoff, Zahntechnik: ZT Oliver Brix, Bad Homburg). Quelle: D. Edelhoff, München.

## Präparationstechnik

Grundsätzlich gelten für die Präparation von Okklusionsonlays aus hochfester Dentalkeramik die gleichen Grundsätze wie für alle Präparationen:

- Präparation von Übersichts- und Widerstandsform (allerdings ermöglicht die adhäsive Befestigung den Verzicht auf die Retentionsform und verlangt stattdessen, die Schmelzprismen quer zu schneiden),
- Präparation initial mit Schleifinstrumenten normaler Rauigkeit (Rautiefe 100 µm) gefolgt vom Einebnen der Oberfläche mit formkongruenten Finierern (Rautiefe < 40 µm),
- Auswahl entsprechender – möglichst weniger – Schleifinstrumente,
- Vermeidung von Überhitzung der Pulpa durch begrenzte Krafteinwirkung, Einhaltung der Drehzahlvorgaben und konsequente Wasserkühlung,
- Schutz des Patienten und des Teams durch leistungsfähige Absaugung unter Retraktion der oralen Weichgewebe.

Jenseits dieser generellen Vorgaben profitieren Patienten und Zahnärzte von möglichst ergonomischen Abläufen, da die Dauer der Exposition des Zahns, der Mundöffnung und damit die Belastung der Kiefergelenke und schließlich auch die Belastung des Zahnarztes begrenzt werden. Zudem wird die Abformung oder intraorale Digitalisierung durch eine günstige Lage der Präparationsränder vereinfacht.



► **Abb. 3** Okklusale Tiefenmarkierung durch stirnseitiges Eindringen des speziell dimensionierten Diamantschleifers (Form 855D.314.016, Fa. Komet Dental) bis zur Lasermarkierung zur Definition des okklusalen Substanzabtrags von 1 mm – sofern überhaupt im Einzelfall ein okklusaler Substanzabtrag erforderlich ist (Prüfung mittels Mock-up). Quelle: D. Edelhoﬀ, München.

Praktisch schlagen die Autoren für die Präparation von Okklusionsonlays folgendes Vorgehen vor:

1. **Zentralfissur: Tiefenmarkierung mit dem neuen Kombi-Instrument (Form 855D.314.016, Komet Dental, Lemgo) bis zur Lasermarkierung (1 mm).**

Vergleichbare Lasermarkierungen zur Kennzeichnung der Eindringtiefe bereits beim Präparieren waren schon beim „Experten-Set“ für die Präparation von Keramikinlays und -teilkronen entwickelt worden [12]. Der Vorteil einer solchen Markierung besteht darin, dass der Zahnarzt bereits während der Präparation die Eindringtiefe überprüfen und so ein versehentlich zu tiefes Eindringen vermeiden kann. Dieses Vorgehen

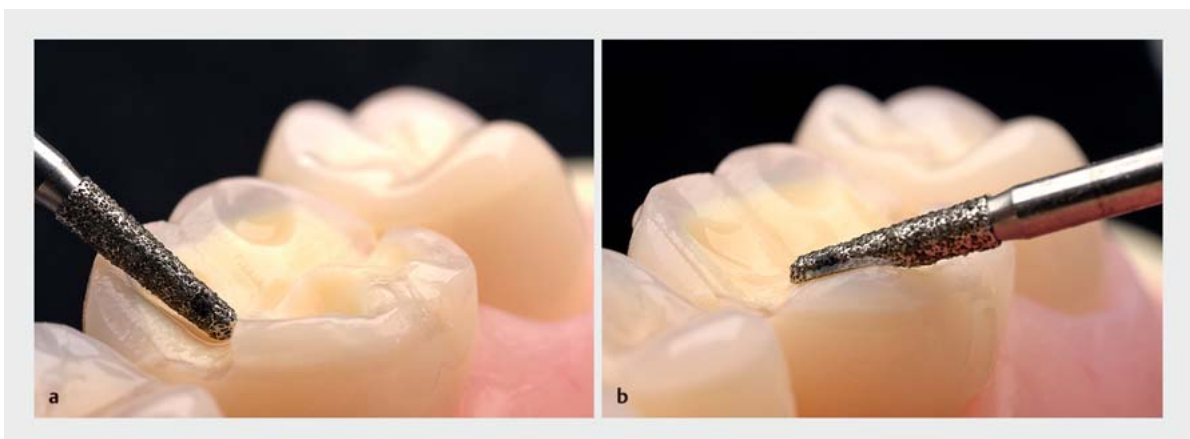
kann auch mit Vorteil nach der Applikation eines Mock-ups erfolgen und ökonomisiert damit den Abtrag an gesunder Zahnhartsubstanz. Die Applikation auf dem gleichen Instrument, das in der Folge für die Konturierung genutzt wird, spart die Anschaffung und hygienische Aufbereitung eines weiteren Instruments – und bei der Präparation einen Instrumentenwechsel (► **Abb. 3**).

2. **Konturieren bzw. Einebnen der Okklusalfäche durch Abwinkeln des gleichen Kombi-Instruments 855D.314.016.**

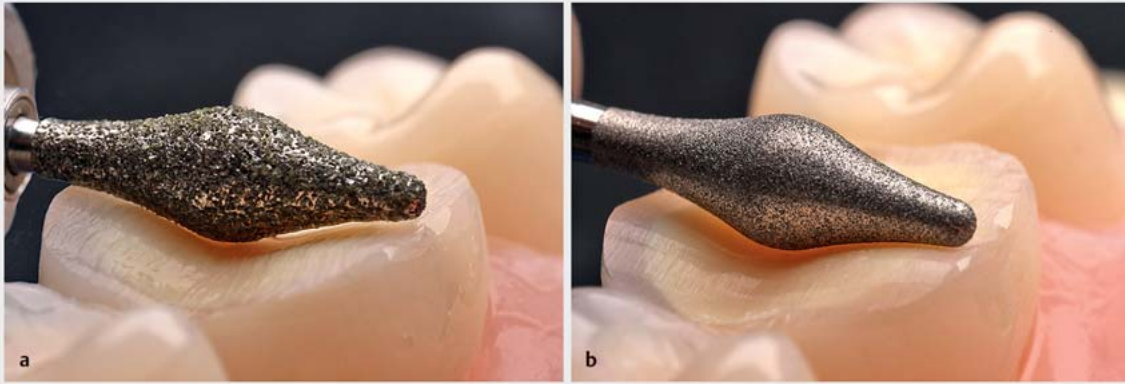
Die Nutzung des gleichen Instruments ermöglicht einen unmittelbaren Übergang von der Tiefenmarkierung zur Konturierung. Dabei wird zunächst die Kaufläche von Graten und scharfen Kanten befreit. Gerade durch Attritionen geschädigte Zähne weisen teilweise Formen auf, die sich vom natürlichen Vorbild weit entfernt haben. In derartigen Fällen bedarf es einer individuell angepassten Substanzreduktion (► **Abb. 4**).

3. **Ausformen der Okklusalfäche mit dem „Occlushaper“ (Prämolaren: 370.314.030, Molaren: 370.314.035).**

Die eigentliche Ausformung der Okklusalfäche erfolgt mit speziell für diesen Zweck geformten Instrumenten, die im Bereich der Zentralfissur einen ausreichenden Substanzabtrag sicherstellen und zugleich im Bereich der Höckerspitzen diesen begrenzen. Die Schleifkörpergeometrie ermöglicht insofern die Ausformung der Kaufläche in einem Zug. Die unterschiedliche Größe von Prämolaren und Molaren bedingt allerdings unterschiedliche Instrumentengrößen für beide Zahngruppen. Der höhere Durchmesser dieser Instrumente erfordert eine besonders konsequente Wasserkühlung und eine Begrenzung der Umdrehungsgeschwindigkeit auf 160 000 Umdrehungen pro Minute (► **Abb. 5 a**).



► **Abb. 4** Vorpräparation zur Einebnung der Kaufläche bis zum Boden der vorher angelegten Tiefenmarkierung und zum Abtragen scharfer Grate mit dem gleichen Instrument (Form 855D.314.016), einmal von vestibulär (a) und einmal von oral (b) – dieser Arbeitsschritt ist nur erforderlich, sofern noch ein okklusaler Substanzabtrag erforderlich ist. Quelle: D. Edelhoﬀ, München.



► **Abb. 5** Okklusale Konturierung mit dem speziellen Okklusalschleifer (OccluShaper) passender Größe (Prämolaren: 370.314.030; Molaren: 370.314.035) in mesiodistaler Richtung entlang des Verlaufs der Zentralfissur (a), gefolgt von der Finitur mit einem identisch geformten OccluShaper als Finierer (b) (Prämolaren: 8370.314.030; Molaren: 8370.314.035). Quelle: D. Edelhoff, München.



► **Abb. 6** Präparation der vestibulären und oralen Seitenflächen mit dem neuen Spezialinstrument (Form 8849P.314.016) bis zur Begrenzung durch den Führungsstift und so nah an den Nachbarzahn heran, wie es die Instrumentenkontur ohne Schädigung der Nachbarzähne ermöglicht. Quelle: D. Edelhoff, München.



► **Abb. 7** Approximale Separation mit dünnem Separierdiamanten (Form 858.314.010). Das bleitote Matrizenband zum Schutz des Nachbarzahns ist hier nicht dargestellt, um das Präparationsinstrument besser darstellen zu können. Es folgt die Finitur der Approximalfläche mit den formkongruenten Diamantfinierern (Form 8858.314.010). Quelle: D. Edelhoff, München.

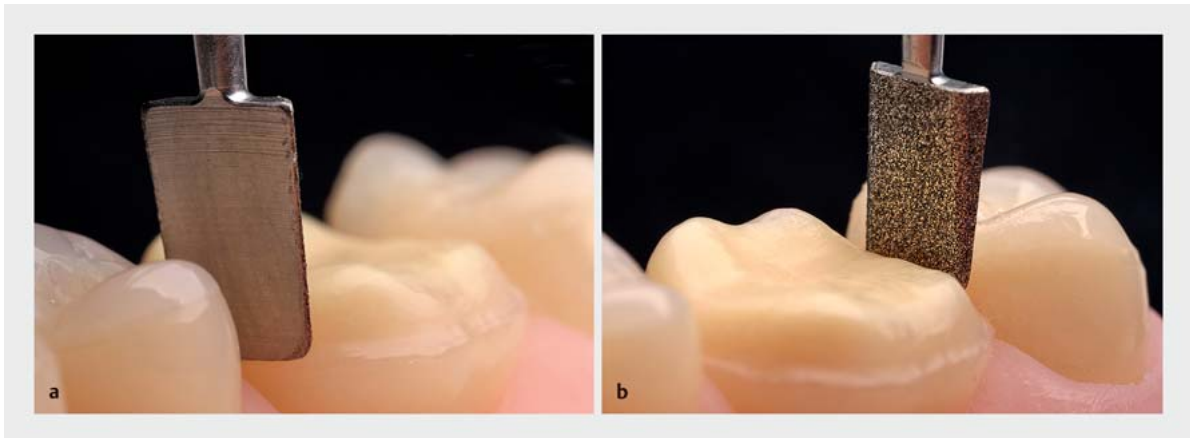
4. **Finieren der Okklusalfäche mit OccluShaper-Finierer (Prämolaren: Form 8370.314.030, Molaren: Form 8370.314.035).**

Wie in der Literatur beschrieben [16] und in der einschlägigen wissenschaftlichen Stellungnahme der DGZMK gefordert [17] ermöglicht der formkongruente Finierer eine Glättung der Oberfläche ohne Änderung der Präparationsgeometrie. Dies bedeutet allerdings, dass auch diese Instrumente einer konsequenten Wasserkühlung bei max. 160 000 U/min bedürfen (► **Abb. 5b**).

5. **Anlegen eines vestibulären und oralen Präparationsrands (0,5-mm-Hohlkehle) mit dem neuen Spezialschleifer (Form 8849P.314.016) bis zum Anschlag des Führungspins.**

Nach der Einebnung und Ausformung der Kaufläche folgt im nächsten Schritt die Präparation, Konturierung und das Finieren der Oral- und Vestibulärflächen in einem integrierten Arbeitsgang. Dies ist möglich, weil der Durchmesser des Instruments von 1,6 mm selbst bei der Körnung eines Finierers die nötige Schleifleistung sicherstellt. Der stirnseitige Führungs-





► **Abb. 8** Die Alternative für die Ausformung und Finitur der Approximalräume sind speziell entwickelte Schallfeilen (a SFM6 für mesiale Approximalräume, b SFD6 für distale Approximalräume). Die Rückseite der Feilen ist nicht diamantiert; dies erspart die Verwendung einer Matrize. Quelle: D. Edelhoﬀ, München.

pin erzwingt dabei schon während der Präparation das Einhalten der vorgesehenen Geometrie ohne zu tiefes Eindringen über 0,5 mm hinaus (► **Abb. 6**).

6. Gegebenenfalls approximale Erweiterung mit dem Separierer (Form 858.314.010).

Nach der Anpassung der Höhe und der Oral- und Vestibulärflächen ist der Querschnitt der Zähne im Bereich der Approximalräume bereits reduziert. Dies erleichtert dort den minimalinvasiven Abtrag; dieser sollte nach Möglichkeit auf den Abtrag von Schmelz begrenzt bleiben. Deswegen ist der vorgeschlagene Separierer so dünn – auch wenn derartige Instrumente etwas schwieriger zu handhaben sind (► **Abb. 7**).

7. Anschließendes Finieren mit einem in der Form kongruenten Finierer (Form 8858.314.010) – oder entsprechenden Schallsitzen (mesial: Form SFM6, distal: Form SFD6).

Das proximale Finieren kann ebenfalls unter Schutz durch eine Matrize mit einem Finierer erfolgen. Hier sind als Alternative die neuen diamantierten Schallsitzen SFM6/SFD6 verfügbar (interner Spitzname in den Teams der Autoren: „Approximalschwerter“). Diese neuen Schallfeilen sind einerseits so dünn, dass sie genau zur Approximalpräparation allein im Schmelz passen, aber andererseits in der Fläche so groß, dass sie eine Bearbeitung der approximalen Präparationsfläche in 1 Schritt ermöglichen. Der zervikale Rand dieser Schallsitzen ist so ausgeformt, dass genau die für hochfeste Dentalkeramiken erforderliche Form entsteht (► **Abb. 8a**) – auch an schwer zugänglichen Stellen wie am Zahn 26 distal (► **Abb. 8b**).

8. Verbinden der Übergänge und Brechen der Kanten mit einem konkaven ellipsoid abgerundeten Diamantfinierer (Form 8856.314.014).

Nach diesem Schritt bleibt allein die Rundung der Übergänge zwischen den Okklusal- und Oro-Vestibulärflächen sowie von dort nach approximal. Da hier noch wenig Material zu entfernen ist, reicht nach den



► **Abb. 9** Die Glättung der Übergänge zwischen den okklusalen, den vestibulären und oralen sowie den approximalen Präparationsflächen erfolgt mit konischen Diamantfinierern mit abgerundeter Spitze (Form 8856.314.014). Quelle: D. Edelhoﬀ, München.

Erfahrungen der Autoren ein Instrument mit der Rautiefe eines Finierers – und ein weiteres Mal ist ein Instrument eingespart (► **Abb. 9**).

## Diskussion

Das beschriebene Vorgehen gewährleistet – in Verbindung mit den beschriebenen Instrumenten – einen programmierten und effizienten Weg zu einem vorhersehbaren Ergebnis.

Hinsichtlich der Kauflächengestaltung kommt dabei dem Instrument für die Gestaltung der Kaufläche eine zentrale Bedeutung zu. Mit der Kombination konvexer und konkaver Anteile stellt es sicher, dass zentral genügend Sub-

stanzabtrag erreicht wird und schont zugleich die Bereiche der Höcker mit den darunterliegenden Pulpenhörnern. Sollte im Einzelfall im Bereich der Zentralfissur mehr Substanzabtrag individuell sein, besteht natürlich die Möglichkeit, diese mittels eines eiförmigen Diamantschleifers (Form 379.314.023) punktuell zu vertiefen. Im Normalfall ist dies aber nicht nötig und die 3-dimensionale Form und die Formkongruenz von Diamantschleifer und -finierer erreicht mit jeweils 1 Zug eine idealisierte homogene Formgebung ohne zusätzlichen Instrumentenwechsel und ohne Änderung der Stellung des Winkelstückes sowie von Spiegel und großem Sauger.

Im vorangehenden Schritt verbindet der Diamantschleifer mit der aufgelaserten Tiefenmarkierung die Arbeitsschritte Tiefenmarkierung und Vorpräparation. Eine Glättung der Oberfläche durch Finieren ist zu diesem Zeitpunkt entbehrlich. Im Gegensatz dazu ermöglicht der spezielle Schleifkörper mit Führungsstift bei der Präparation der oralen und vestibulären Flächen in 1 Zug die Formgebung und die abschließende Glättung. Das gleiche gilt für den speziell ausgesuchten konischen Diamanten mit elipsoidaler Rundung für die Abrundung und Glättung der Übergänge.

Im Approximalbereich stellt sich jeweils vorab die Frage, ob im Einzelfall überhaupt eine Auflösung der Kontaktpunkte und damit eine Approximalpräparation *erforder-*

*lich* ist. Wenn nicht, erleichtert dies später die Abformung. Wenn ja, ist als 1. Schritt die Separation erforderlich. Diese *muss* nach wie vor mit einem rotierenden Instrument erfolgen. Diesen Präparationsschritt einerseits ohne Verletzung des Nachbarzahns zu vollenden, ohne andererseits im Gegenzug tief nach axial in den zu präparierenden Zahn einzudringen, ist per se schwierig. Anfänger und Profis schützen den Nachbarzahn mit einer Metallmatrize, da andernfalls das Risiko einer Verletzung des Nachbarzahns hoch ist [18, 19]. Selbst *mit* eingelegter Matrize ist diese Präparation *sehr schwierig*, sofern der approximale Substanzabtrag auf den Zahnschmelz beschränkt bleiben soll – um eine haltbare adhäsive Verklebung zu sichern und zugleich das Präparationsrisiko zu begrenzen. Das gleiche gilt für das nachfolgende Finieren mittels formkongruenter Diamantfinierer.

Hier existiert nunmehr eine Alternative durch die Entwicklung spezieller Schallfeilen, die genau die Stärke und Randgeometrie aufweisen, wie sie für die Approximalpräparation von Okklusionsonlays aus hochfester Dentalkeramik erforderlich ist – und die zugleich zum Nachbarzahn nicht diamantiert, sondern völlig plan und blank poliert sind. Dadurch ist ein Anschleifen des Nachbarzahns technisch unmöglich [20]. Technisch bedingt ist die Kraftübertragung der zugrunde liegenden Schallantriebe begrenzt, deswegen ist diese Technik nur für den 2. Schritt zur abschließenden Formgebung und Fini-



► **Abb. 10** Die Form der speziellen Schallfeilen SFM6 (a) und SFD6 (b) für die Approximalpräparation von Okklusiononlays unterscheidet sich deutlich von der Form erfolgreich für die Inlaypräparation eingeführter Approximalfeilen (Formen SFM7 und SFD7).  
Quelle: Fa. Komet Dental, Lemgo.

tur einsetzbar. Theoretisch wünschenswert wäre es, schon für die Formgebung solch eine Technik einsetzen zu können.

Die einseitige Belegung in Verbindung mit der 3-dimensionalen Ausformung erfordert zudem je 1 Instrument für die Präparation eines mesialen und distalen Approximalbereichs. Der Instrumentenwechsel wird erleichtert durch die neuen Quick-Anschlüsse mehrerer Hersteller (Komet Dental, KaVo), die – der Name ist Programm – den Wechsel der Schallspitzen deutlich beschleunigen. Aus der Sicht der Autoren wird dieser Aufwand mehr als kompensiert durch die Kombination zweier Vorteile:

- die Sicherheit, den Nachbarzahn *nicht* zu verletzen, und
- die hohe Wahrscheinlichkeit, durch die vorgegebene 3-dimensionale Form des Arbeitsteils der Schallfeile zugleich vorhersehbar einen sauberen Präparationsabschluss zu erreichen – in einem Präparationsabschnitt, der sonst gerade bei der minimalinvasiven Präparation mit geringen Abtragstiefen nicht einsehbar ist.

Die genaue Vorgabe der späteren Präparationsform in der Feilengeometrie setzt allerdings voraus, für jede geplante *Form* genau die passende *Feile* zu verwenden. So musste die neue Schallfeile für die approximale Präparation von Okklusiononlays aus hochfesten Dentalkeramiken einerseits extrem dünn und dennoch ausreichend fest gestaltet sein, zervikal in einer deutlichen Hohlkehle enden und dabei zugleich auch eine ausreichende Kühlung sicherstellen. Aus der Darstellung der Instrumentenform von verschiedenen Seiten wird erkennbar, dass die dabei erreichte Form sich deutlich von der Form spezieller Schallfeilen für die Approximalpräparation von *Keramik-inlays* unterscheidet [21–24] (► **Abb. 10**). In der Praxis sind also verschiedene Schallfeilen für verschiedene Präparationsformen vorzuhalten, deren Gestaltung sie dafür dann optimal unterstützen.

Rechtlich und auch ethisch gehört es zu den Organisationspflichten des Zahnarzts, sicherzustellen, dass vermeidbare Behandlungsrisiken durch entsprechende Arbeitsabläufe und/oder Instrumente vermieden werden. Bei der approximalen Präparation wird dies entweder durch die Einbringung einer Metallmatrize oder die Verwendung einseitig belegter Schallfeilen erreicht.

## Fazit

Insgesamt ermöglicht das beschriebene Vorgehen eine kontrollierte schonende und effiziente Präparation von Okklusiononlays und führt zu einem vorhersehbaren Ergebnis.

## Interessenkonflikt

Beide Autoren haben das im Manuskript beschriebene Vorgehen selbstständig entwickelt und auf der Grundlage die im Text beschriebenen Schleifkörper konzipiert. Die abgebildeten Schleifkörper wurden anschließend mit Komet Dental im Rahmen eines Lizenzvertrages entwickelt.

## Korrespondenzadresse

### PD Dr. M. Oliver Ahlers

CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf  
Falkenried 88 (C1M, Haus C),  
20251 Hamburg  
Oliver.Ahlers@CMD-Centrum.de  
sowie  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

## Literatur

- [1] Jordan A, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V): Berlin: Institut der Deutschen Zahnärzte im Auftrag von Bundeszahnärztekammer und Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung; 2016
- [2] Bartlett DW, Lussi A, West NX et al. Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *J Dent* 2013; 41: 1007–1013
- [3] Salas MM, Nascimento GG, Huysmans MC et al. Estimated prevalence of erosive tooth wear in permanent teeth of children and adolescents: an epidemiological systematic review and meta-regression analysis. *J Dent* 2015; 43: 42–50
- [4] El Aidi H, Bronkhorst EM, Huysmans MC et al. Dynamics of tooth erosion in adolescents: a 3-year longitudinal study. *J Dent* 2010; 38: 131–137
- [5] Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002; 22: 241–249
- [6] Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthetic Dent* 2002; 87: 503–509
- [7] Dietschi D, Spreafico R. Adhesive metal-free restorations. Current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. Vol. 1. Berlin: Quintessence; 1997
- [8] Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *PPAD* 1998; 10: 47–54; quiz 56
- [9] Arnetzl GV, Arnetzl G. Design of preparations for all-ceramic inlay materials. *Int J Comput Dent* 2006; 9: 289–298
- [10] Arnetzl GV, Arnetzl G. Biomechanical examination of inlay geometries—is there a basic biomechanical principle? *Int J Comput Dent* 2009; 12: 119–130
- [11] Ahlers MO, Hajto J. Optimierte Präparation für Keramikinlays. *ZMK* 2014; 30: 98–103
- [12] Ahlers MO, Mörig G, Blunck U et al. Guidelines for the preparation of CAD/CAM ceramic inlays and partial crowns. *Int J Comput Dent* 2009; 12: 309–325
- [13] Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN et al. 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
- [14] Shillingburg HF, Jacobi R, Brackett SE. Fundamentals of Tooth Preparations for Cast Metal and Porcelain Restorations. Chicago: Quintessence; 1987
- [15] Shillingburg HF, Jacobi R, Brackett SE. Grundlagen der Zahnpräparation: Für Zahnersatz aus Metall und Keramik. Berlin: Quintessenz; 1988: 376
- [16] Kimmel K. Optimale Präparationstechnik als Grundlage der Qualitätssicherung. *DZZ* 2006; 61: 429–433
- [17] Hellwig E, Kimmel K, Lehmann KM. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung und der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde: Präparationstechnik als Grundlage zur Qualitätssicherung. *DZZ* 1999; 54: 1–7
- [18] Lussi A, Gyax M. Iatrogenic damage to adjacent teeth during classical approximal box preparation. *J Dent* 1998; 26: 435–441
- [19] Moopnar M, Faulkner KD. Accidental damage to teeth adjacent to crown-prepared abutment teeth. *Aus Dent J* 1991; 36: 136–140
- [20] Krejci I, Dietschi D, Lutz FU. Principles of proximal cavity preparation and finishing with ultrasonic diamond tips. *PPAD* 1998; 10: 295–298; quiz 300
- [21] Horne P, Bennani V, Chandler N et al. Ultrasonic margin preparation for fixed prosthodontics: a pilot study. *J Esthet Restor Dent* 2012; 24: 201–209
- [22] Hugo B. Oszillierende Verfahren in der Präparationstechnik (Teil I). [Oscillating procedures in the preparation technic (I)]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999; 109: 140–160
- [23] Hugo B. Oszillierende Verfahren in der Präparationstechnik (Teil II). Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten. [Oscillating procedures in the preparation technic (II). Their development and application possibilities]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999; 109: 269–285
- [24] Katzer L. Präparation für Keramik-Inlays mittels oszillierender Instrumente. *ZWR* 2014; 123: 412–419

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-117927>  
ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2017; 126: 450–457  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0044-166X