

Oszillierende Verfahren in der Präparations-technik (Teil II)

Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten

Korrespondenzadresse:

Dr. Burkard Hugo, Klinik und Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität, Pleicherwall 2, 97070 Würzburg

Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie (Direktor: Prof. Dr. B. Klaiber), Universität Würzburg

Dtsch Zahnärztl Z

© Carl Hanser Verlag, München

Amalgam verliert als «Alltagsfüllungsmaterial» für Seitenzahndefekte immer mehr an Bedeutung. Direkt applizierte Kompositfüllungen, die bei ausgedehnten Klasse-II-Kavitäten noch problembehaftet sind, werden häufiger als Amalgam-alternative eingesetzt. Das sonoabrasive Verfahren erlaubt mit den Formpräparationsansätzen (SONICSYS approx) die «Finierpräparation» von standardisierten Kavitäten im Approximalbereich. Es kommt hierbei zur Übertragung der «Negativform» des jeweiligen Ansatzes auf die Zahnschubstanz. Vorgefertigte keramische Inlays können so erstmals formkongruent in den kastenförmigen Klasse-II-Kavitäten befestigt werden. Aufwendige Schichttechniken im Approximalbereich entfallen und die Sicherheit bei der Gestaltung des Kontaktes zum Nachbarzahn wird gewährleistet. Angrenzende Defekte der Kaufläche können bei dieser Chair-side-Technik direkt mit Komposit versorgt werden.

(Texte français voir page 281)

Die Anwendung spezifischer SONICSYS-Ansätze bei der adhäsiven Inlaytechnik und Goldgussrestauration lässt die Präparation präziser Kavitätengeometrien und defektfreier Randbereiche zu. Die Techniksensitivität dieser sonst als schwierig eingestuften Präparationsformen kann durch dieses Verfahren deutlich reduziert werden.

Sonoabrasive Präparation standardisierter Klasse-II-Kavitäten und Restauration mit keramischen Formkörpern

Problematik direkter Versorgungen grösserer Klasse-II-Kavitäten

Die allgemeine «Negativdiskussion» zum Thema Amalgam sowie die fehlende Ästhetik dieser Füllungen führen bei vielen Patienten zum Wunsch nach einer amalgamfreien Versorgung. Bei Erstversorgungen steht mit der adhäsiven Kompositrestauration eine defektbezogene, zahnfarbene Füllungstechnik zur Verfügung, die heute allgemein anerkannt ist. Zum Ersatz von Amalgam- oder auch von konventionellen Kompositfüllungen müs-

sen in der Regel ausgedehnte kastenförmige Kavitäten versorgt werden. Die Entwicklung von Alternativen zur bewährten Amalgamfüllung gestaltet sich hier deutlich schwieriger als bei Erstversorgungen. Durch die Ausdehnung der ursprünglichen Präparation ist meistens ein grosser Defekt zu ersetzen, es fehlen wichtige Bereiche der Approximalfläche, der Kontakt zum Nachbarzahn ist aufgelöst und die zervikale Stufe weist wenig oder keinen Schmelz mehr auf. Ein einfaches Austauschen des Materials – Komposit gegen Amalgam – bei gleicher Präparationsgestaltung und Applikationstechnik ist auf Grund der spezifischen Materialeigenschaften und der Anforderungen an die adhäsive Verbundtechnik von Komposit zum Scheitern verurteilt. Während heute mit hochgefüllten Feinhybrid-Kompositmaterialien ein zufriedenstellendes Abrasionsverhalten auch im Seitenzahnbereich erzielt werden kann [42], stellt deren Randverhalten, bedingt durch die volumetrische Schrumpfung des Komposits [10] nach wie vor ein Problem dar. Durch unterschiedliche Applikationstechniken kann ein Teil der Schrumpfung kompensiert werden. Die «Nachschrumpfung», die noch bis zu 24 Stunden nach Applikation stattfindet und zwischen

10% und 30% der gesamten Schrumpfung beträgt, kann nicht kontrolliert werden und schränkt somit die Anwendung der Komposite ein [11, 40]. Weitere Einflussfaktoren für die Qualität der Klasse-II-Kompositfüllung sind die Kavitätenform und deren Extension, wobei grosse Kavitäten die zu erwartenden Schwierigkeiten exponentiell ansteigen lassen [11]. Während die Wiederherstellung eines physiologischen Approximalkontaktes bei der Amalgamfüllung durch mechanisches Kondensieren des Materials unproblematisch ist, ist dies mit konventionellen Kompositen nicht in vergleichbarer Weise möglich. Nach dem Legen von Kompositfüllungen gehören schwache oder offene Approximalkontakte leider zum klinischen Alltag und lassen sich nur zum Teil durch massives «Prewedging» mit interdentalen Holzkeilen oder anderen Hilfsmitteln, wie z.B. Polymerisationsaufsätzen (Focu-Tip) vermeiden.

Inserts und konfektionierte Inlays zur Versorgung grösserer Klasse-II-Kavitäten

Bei der Applikation von Komposit- oder Keramikinlays lassen sich im Approximalbereich akzeptable Randschlüsse erzielen. Inlays füllen den grössten Teil der Kavität aus und halten die polymerisierende Kompositmenge und damit auch das schrumpfende Volumen klein. Das gleiche Grundprinzip wird bei der Anwendung vorgefertigter Inserts aus Komposit oder Keramik verfolgt [2, 3, 8, 12, 21, 23, 24, 27, 30, 36, 38, 39]. Neben der Reduktion des in der Mundhöhle polymerisierenden Kompositvolumens wird auch die Herstellung des Approximalkontaktes erleichtert. Untersuchungen von BOTT und HANNIG [2] zeigten einen Zusammenhang zwischen der Dimension des Fugespaltes zwischen Insert und Zahn und dem Randverhalten der fertig gestellten Restauration.

Die «Beta-Quartz-Glaskeramik-Inserts» nach BOWEN [3] sowie die feldspatkeramischen PMX/MX-Inserts nach SCHUHMACHER sind spezielle Formkörper für Klasse-II-Kastenkavitäten. Bei beiden Systemen wird versucht, durch eine Vielzahl von Formen und Grössen der individuellen klinischen Kavität gerecht zu werden, d. h. eine möglichst gute Formkongruenz und ein kleines Kompositfügevolumen zu erzielen.

Passgenau konfektionierte Einlagefüllungen können nur mit gezielter Abstimmung der Kavität auf die Geometrie der Einlage erreicht werden. Rotierende Präparationsverfahren zum Einsatz konfektionierte, kegelstumpfförmiger Inserts aus Keramik wurden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts [33] vorgestellt und sind als Cerafil-Kegelstumpfinlays [37] bzw. Cerana-Inserts gegenwärtig auf dem Dentalmarkt erhältlich. Für die passgenaue Versorgung unterschiedlich grosser, häufig kastenförmig vorpräparierter Approximaldefekte sind drehrunde Einlagekörper auf Grund ihrer rotationssymmetrischen Geometrie ungeeignet.

Mit hochfrequent oszillierender Präparationstechnik [28, 29, 32] können nach konventioneller Vorpräparation, z.B. nach Entfernung einer Amalgamfüllung, reproduzierbar kastenförmige Approximalkavitäten erzeugt werden. Die spezifisch geformten Ansätze bilden sich beim oszillierenden Einsenken in die vorbestehende Kavität als Negativform in der Zahnschubstanz ab. Die so präparierte Kavität eignet sich für die Eingliederung von vorgefertigten Approximalinlays, deren Geometrie auf das Ansatzdesign abgestimmt ist [16].

Das für den Sonicflex-Airscaler neu entwickelte SONICSYS approx-Instrumentarium (KaVo, Biberach) besteht aus sechs kastenförmigen Präparationsansätzen, jeweils für den mesialen und distalen Bereich. Es beinhaltet drei Grössen (mittlere Breite: Instrument Nr. 2 2,5 mm; Nr. 3 3,5 mm; Nr. 4 4,5 mm). Für

die adhäsive Restauration der approximalen «Normkavitäten» liegen relativ passgenaue, vorgefertigte Inlays aus Dentalkeramik (Empress®) vor.

Gestaltung der Formpräparationsansätze (SONICSYS approx)

Durch diagonal angeschnittene approximale Schmelzränder wird im Rahmen der Adhäsivtechnik eine verbesserte mikromechanische Verankerung und Abdichtung der Kompositrestauration erreicht. Ursache hierfür ist die Ausbildung eines idealen mikroretentiven Ätzmusters und Vergrösserung der Verbundfläche [4, 6, 14, 22, 26]. Die Abschrägung sollte die approximale Extensionsform nur unwesentlich vergrössern, sich prägnant von der nicht präparierten Zahnoberfläche abheben und bei angelegter Matrize gut füllbar sein. Ein zirkulärer Randwinkel von 45° erfüllt die obigen Forderungen und lässt sich in keramische Formkörper mit ausreichender Kantenstabilität umsetzen. Die drei unterschiedlich dimensionierten «SONICSYS approx-Ansätze» (Abb. 1, 2) haben daher die gleiche Kastenform mit einer Divergenz gegen okklusal von 4° und einer zirkulär verlaufenden Abschrägung mit einem 45°-Randwinkel. Der Instrumentenquerschnitt kommt durch die ausgeprägte Abschrägung einem Trapez nahe. Die Trapezbasis entspricht der nichtdiamantierten Rückenfläche des Instrumentes und geht im Bereich der pulpalen Wand in ein abgerundetes Rechteck über.

Ausführung der präfabrizierten Approximalinlays

Bei dem verwendeten Inlaymaterial handelt es sich um eine mit Leucitkristallen verstärkte Dentalkeramik (Empress®), die eine ähnliche Härte und ein vergleichbares Verschleissverhalten wie Schmelz aufweist. Um die Anzahl der Inlays im Set (Abb. 3) gering zu halten, werden diese in nur einer universalen Schmelzfarbe angeboten. Durch die Materialtransparenz kommt es zu einer akzeptablen Farbanpassung an den umgebenden Zahn und das Komposit.

Die Geometrie der Approximalinlays (Abb. 4) ist im Innenbereich der Kavität weitestgehend formkongruent mit den Präparationsinstrumenten. Um die schwierige Anpassung überstehender Keramikränder bei einem zu grossem Inlay zu vermeiden, wurden die Inlayausenflächen im Randbereich etwas abgeflacht und die Ränder abgerundet. Der Übergangsbe-

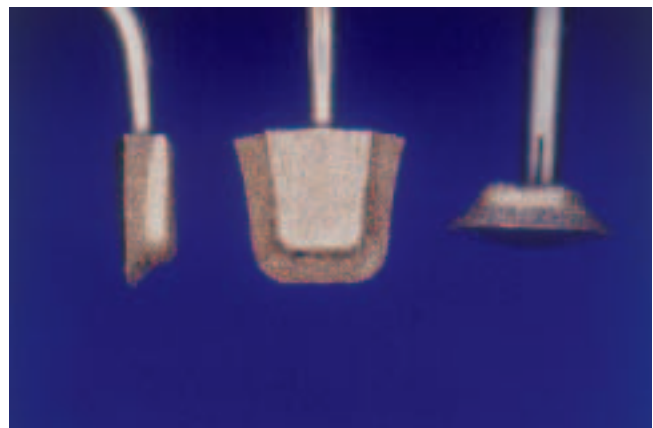


Abb. 1 SONICSYS approx-Ansatz Nr. 3, mittlere Grösse; links: Lateralansicht; Mitte: Ansicht der Präparationsfläche; rechts: Ansicht von zervikal zeigt den trapezförmigen Querschnitt

Fig. 1 Insert SONICSYS approx n° 3, taille moyenne; à gauche: vue latérale; au milieu: vue de face de la surface de préparation; à droite: vue cervicale montrant la taille en forme de trapèze

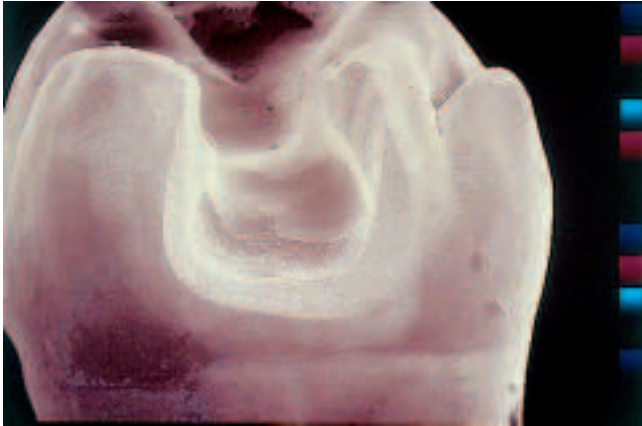


Abb. 2 REM-Ansicht einer Klasse-II-Kavität nach Präparation mit dem Approx-Ansatz Nr. 2. Die Abschrägung und zervikale Bodenfläche haben sich deutlich abgebildet (Vergrößerung 8:1) Sammlung G. Unterbrink

Fig. 2 Vue REM d'une cavité classe II après préparation avec l'Insert Approx n° 2. Le biseautage et la surface cervicale (de la base) sont bien dessinés (Agrandissement 8:1) Collection G. Unterbrink

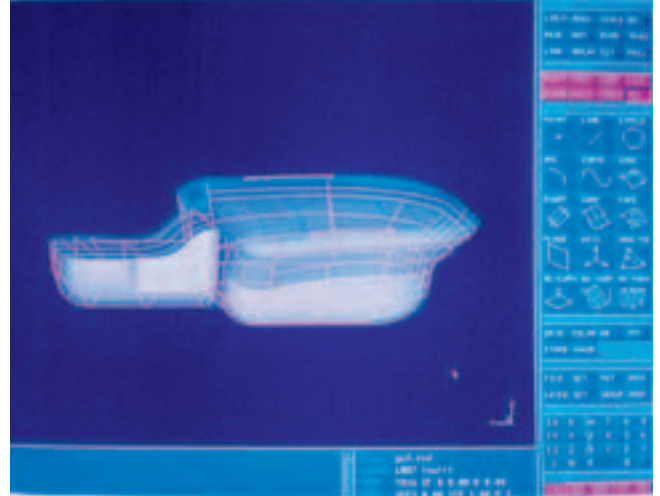


Abb. 4 Mit Hilfe der CAD-Technik gestaltetes Approx-Inlay. Form und Dimension sind abgestimmt auf die Präparationsinstrumente (Konstruktion: Vivadent)

Fig. 4 Inlay Approx présenté à l'aide de la technique CAD. Forme et taille correspondent à l'instrument de préparation (Fabrication: Vivadent)

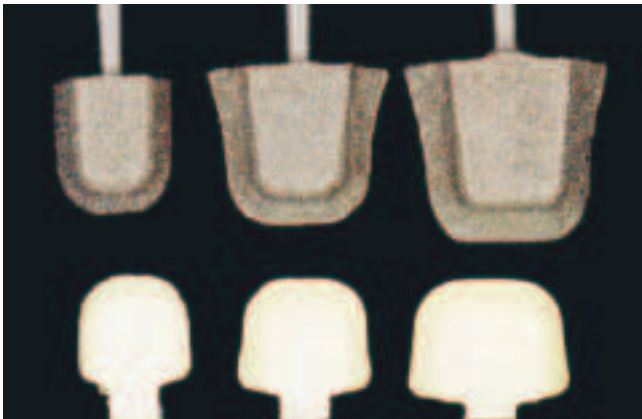


Abb. 3 SONICSYS approx-Ansätze in aufsteigender Grösse (Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4) mit zugehörigen Keramikinlays

Fig. 3 Inserts SONICSYS Approx par ordre croissant (n° 2, n° 3, n° 4) avec les inlays céramique correspondants



Abb. 5 Präoperative Ansicht der Zähne 24 bis 27; der Ersatz der insuffizienten Kompositfüllungen und der Amalgamfüllungen ist geplant.

Fig. 5 Vue avant intervention de la 24 jusqu'à la 27; il est prévu de remplacer les obturations déficientes en composite et amalgame

reich der Zahnaussenfläche zum Inlay wird dann bei der Befestigung unter Anwendung der Matrizen-technik mit Komposit ausgefüllt. Die mesio-distale Breite der Inlays ist im approximalen Kontaktbereich im Vergleich zu den Präparationsinstrumenten geringfügig verstärkt. Erfolgt die Präparation unter Kontakt der undiamantierten Rückenfläche zum Nachbarzahn, so entsteht bei Eingliederung des Inlays automatisch ein physiologischer Approximalkontakt.

Die Approx-Inlays sind einschliesslich des Haltegriffs vollständig vorbehandelt, d. h. mit Fussäure geätzt und silanisiert und in Spenderdosen nach Grösse sortiert verpackt.

Klinisches Vorgehen

Indikationsbereich und Auswahl der SONICSYS approx-Instrumente

Die Versorgung mit der SONICSYS approx-Technik bietet sich besonders bei Einzelzahnversorgungen mit mittelgrossen

schmelzbegrenzten Approximalläsionen an (Abb. 5, 6). Zurzeit wird die Erweiterung der Indikation von indirekten Komposit- oder Keramikinlays auf Kavitäten mit zervikalem Dentinrand diskutiert [5, 7, 20]. Bei sicherer Trockenlegung der zervikalen Region und Verwendung moderner Dentinadhäsive bietet sich analog der adhäsiven Inlaytechnik auch in diesen Situationen die Anwendung der SONICSYS-Formkörper an. Studien, die das Randverhalten der Approx-Inlays mit Dentinrand untersuchen, stehen für diese Indikationserweiterung noch aus.

Nach Entfernung bestehender Füllungen oder der Grobpräparation bei ausgedehnten Primärversorgungen mit rotierenden Schleifern wird das kleinste Approx-Instrument, mit dem noch eine deutliche zirkuläre Abbildung der Randabschrägung in gesunder Zahnschubstanz möglich ist, ausgewählt.

Zur Versorgung von Prämolaren werden am häufigsten die Grössen 2 und 3, bei Molaren die Grössen 3 und 4 eingesetzt. Indikationseinschränkungen ergeben sich vor allem bei grosser



Abb. 6 Während zweier Behandlungstermine wurden Kompositrestaurationen mit SONICSYS approx-Inlays distal von Zahn 25 und mesial von Zahn 26 fertig gestellt.

Fig. 6 En deux séances, les Inlays SONICSYS Approx pour la 25 D et la 26 M sont prêts

bukko-lingualer Extension des Ausgangsdefektes, grossen Krümmungsunterschieden zwischen der Inlay- und Zahnkontur sowie bei weit nach apikal extendierten Ausgangsdefekten. Prinzipiell sind auch «Serienversorgungen» mehrerer Zähne eines Quadranten mit der beschriebenen Technik möglich. Jedoch lassen Labortechniken in diesen Fällen eine perfektere Gestaltung der Okklusalfächen und effizientere Behandlungsabläufe zu.

Präparation mit den SONICSYS approx-Instrumenten

Die Abtragungseffizienz im Vergleich zu rotierenden Techniken ist gering und kann bei SONICSYS approx eher als ein Finieren zur definitiven Formgebung und Standardisierung der Kavität betrachtet werden. Die Abtragsleistung hängt stark von der Dämpfung der Instrumente und damit von deren Kontaktfläche und Umfassung durch die präparierte Kavität ab. Eine gut auf die Instrumentengrösse abgestimmte Ausgangskavität verkürzt die Arbeitszeit und ermöglicht Präparationsabläufe von ca. einer Minute Dauer für eine Kavität.

Nach der Kariesexkavation kann die proximale Vorpräparation oszillierend mit der Halbkugel oder dem kleinsten Approx-Instrument durchgeführt werden. Als «Vorbereitungsinstrument» kann das kleine Approx-Instrument relativ frei schwingen und im Kontakt mit jeweils einer lateralen oder zervikalen Fläche sehr effizient abtragen und die Randbereiche abschrägen (Abb. 7, 8). Dieser zusätzliche Aufwand zahlt sich durch die Verbesserung der Instrumentenführung bei der «Endpräparation» und die Verkürzung der Applikationszeit aus.

Während der «Endpräparation» wird das Approx-Instrument in permanenten Kontakt zur Nachbarzahnfläche eingesenkt. Bei der Ausrichtung des Instrumentes in der Okklusalebene ist darauf zu achten, dass die bukkolingualen Instrumentenkannten ausserhalb der Zahnschubstanz zu liegen kommen. Ist die axiale Instrumentenneigung richtig gewählt, so liegt auch die Instrumentenunterkante bei Abschluss der Präparation etwas ausserhalb (0,2–0,5 mm) des zervikalen Kavitätenrandes.

Nach dem Erreichen einer kontinuierlichen, defektfreien Randabschrägung ist der Präparationsvorgang beendet. Kleinflächig begrenzte Dekalzifizierungen, die gelegentlich bei der Endkontrolle im Randbereich diagnostiziert werden, können selektiv mit dem Halbkugelinstrument exkaviert werden. Bei der Restauration wird gezielt Kompositmaterial in diese Defektberei-

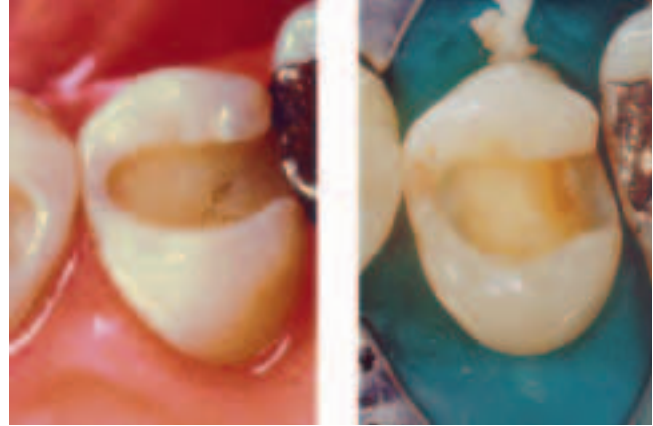


Abb. 7 Links: Ausgangssituation mit abradierter Kompositfüllung an Zahn 25; rechts: Nach Entfernung der Füllung und Kariesexkavation wurde die Approximalfäche der Amalgamfüllung an Zahn 26 konturiert

Fig. 7 A gauche: situation de départ sur la 25 avec le composite défectueux; à droite: après élimination de l'obturation et excavation de la carie, on s'occupe face proximale de l'obturation de la 26

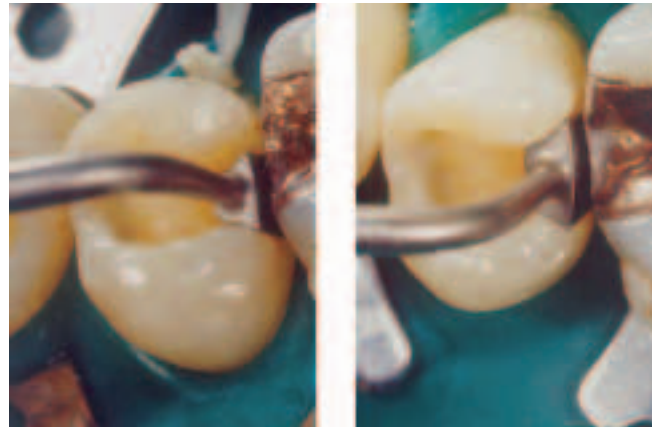


Abb. 8 Links: Selektive laterale Vorpräparation mit dem kleinsten Approx-Ansatz zur Entfernung von okklusalen Schmelzüberhängen; rechts: Endposition des Approx-Instrumentes Nr. 2 nach der Finierpräparation. Während des Versenkens in die Kavität hatte die Instrumentenfläche permanent Kontakt zum Nachbarzahn

Fig. 8 A gauche: préparation latérale avec le plus petit Insert Approx pour éliminer les restes d'émail occlusal non soutenus; à droite: position finale de l'instrument Approx n° 2 après finition. L'instrument est en contact permanent avec la dent voisine pendant le «fraisage» e la cavité

che gefüllt bzw. während der Applikation der Inlays eingepresst. Die Planung und Durchführung der okklusalen Präparation und Restauration kann relativ unabhängig von den approximalen Verhältnissen erfolgen und damit dem Prinzip der «Defektbezogenheit» gerecht werden. Das Spektrum der an die Approx-Inlays angrenzenden Okklusaversorgungen reicht von erweiterten Fissurenversiegelungen bis hin zu mittelgrossen oder ausgedehnteren Kompositfüllungen.

Adhäsive Befestigung des SONICSYS approx Inlays

Der sprödharte Werkstoff Keramik erlaubt weder ein Verbiegen noch die Deformation der Inlays. Die zusätzlich verwendeten Materialien bei der Unter- bzw. Aufbaufüllung und Okklusarrestauration sowie das Verbundsystem zur Zahnschubstanz spielen bei der Aufnahme funktioneller Belastungen und der Lang-

zeitprognose der Versorgungen eine entscheidende Rolle [7*, 34].

Um eine maximale Stabilisierung der Restzahnsubstanz zu erzielen und einen «Materialmix» mit unterschiedlichen Eigenschaften zu vermeiden, wird ausschliesslich lichtpolymerisierendes Feinsthybridkomposit (z.B. Tetric Flow®, Tetric Ceram®, Vivadent) als Befestigungsmaterial für die Approx-Inlays sowie als Aufbau- und Restaurationsmaterial für den okklusalen Anteil verwendet. Unter weitestgehendem Verzicht auf Unterfüllungen ist dann mit modernen Adhäsivsystemen (z.B. Syntac®, Vivadent) ein wirksamer Verbund zwischen einem Restaurationsmaterial mit guten physikalischen Eigenschaften und der Zahnsubstanz möglich. Wenn dennoch Unterfüllungen gelegt werden, sollte dies vor der Präparation mit den Approx-Instrumenten erfolgen.

Da Konturunterschiede zwischen Approx-Inlays und Zahnaussenfläche unvermeidbar sind, muss bei der Befestigung mit Matrixentechnik gearbeitet werden. Bei angelegter Matrize gleicht das anfließende Kompositmaterial Krümmungsunterschiede aus und verbindet sich mit der konditionierten Inlayausenfläche. Da die keramischen Approx-Inlays bei der Lichthärtung als interne Lichtleiter fungieren [1], können neben Transparent- auch Metallmatrizen [23] verwendet werden. Die Präparationsinstrumente können in ihrer Endposition als Probekörper für die Approx-Inlays angesehen werden und machen eine Einprobe der konditionierten Inlays überflüssig.

Es folgen Schmelz- und Dentinkonditionierung, wobei der Haftvermittler nach dünnem Auftragen vor Applikation des Inlays lichtgehärtet werden darf. Das konditionierte Approx-Inlay wird mit den Kunststoffhaltern aus der Spenderdose entnommen und zur besseren Benetzung der Oberfläche mit Bonding Agent eingestrichen, jedoch nicht lichtgehärtet. Wird zur Befestigung Tetric Flow verwendet, kann auf Grund der günstigen Anfließesigenschaften dieses Materials auf die Vorbehandlung des Inlays verzichtet werden.

Wird ausschliesslich hochvisköses Kompositmaterial (Abb. 9–11) für die Eingliederung der Inlays verwendet, füllt man die Kavität etwa bis zur Hälfte auf. Das applizierte Komposit wird nun mit

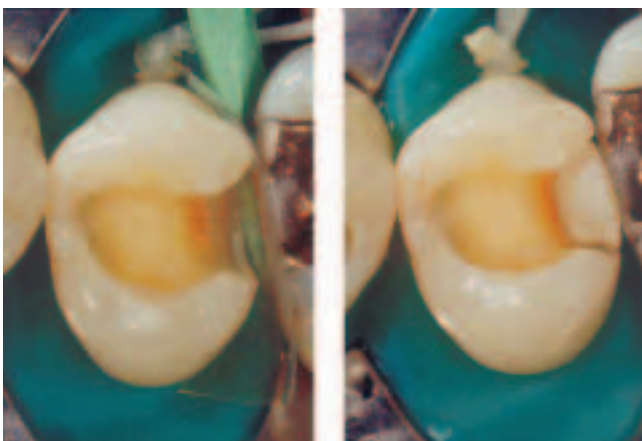


Abb. 9 Das Inlay wird in die fertige Kavität einprobiert. Die Inlayeinprobe entfällt im regulären Behandlungsablauf und dient hier nur zur Demonstration. Deutlich wird, dass das Inlay durch den Approximalkontakt auf die Abschrägungsflächen gepresst und damit eindeutig positioniert wird.

Fig. 9 L'inlay est «essayé» dans la cavité terminée. Cet essai ne fait pas partie du déroulement habituel de la technique oscillatoire et ne se fait ici que pour démonstration. Il est important que l'inlay, par un contact proximal, s'appuie sur les faces biseautées et que sa position soit bien précise

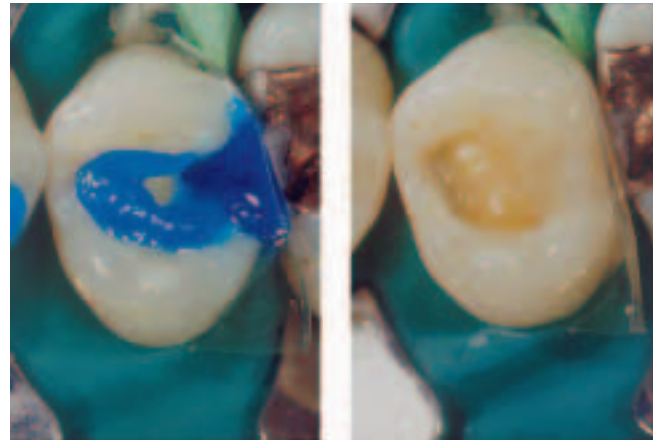


Abb. 10 Links: Konditionierung der Kavität mit Phosphorsäure und nachfolgende Applikation des Schmelz-Dentin-Haftvermittlers (Syntac®) auf sämtliche Verbundflächen – Kavität und Inlay; rechts: Die Kavität wird zur Hälfte mit Tetric®Ceram aufgefüllt und das Inlay bis zum zervikalen Anschlag eingebracht

Fig. 10 A gauche: mordançage de la cavité avec l'acide phosphorique et application de l'agent liant de l'émail et dentine (Syntac) sur toutes les surfaces de contact – Cavité et inlay; à droite: la cavité est à moitié remplie avec Tetric Ceram; l'inlay est amené jusqu'à la butée cervicale

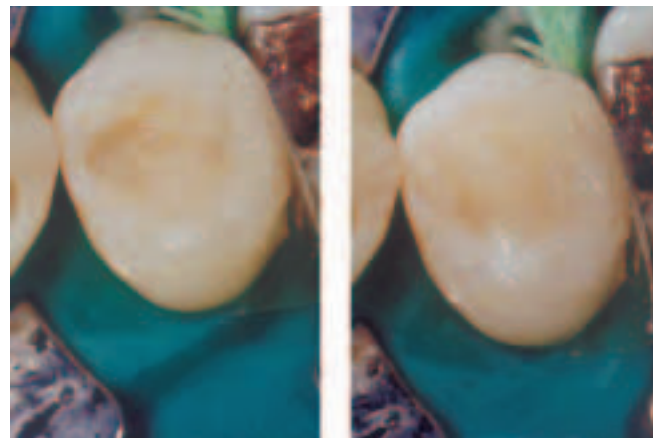


Abb. 11 Links: Nach der Modellierung des palatinalen Höckerabhangs folgt die Lichtpolymerisation von okkusal für 60 s und jeweils von bukkal bzw. palatinal für 20 s; rechts: Fertigstellung der Kauflächenmodellierung

Fig. 11 A gauche: après modelage de la cuspidale palatine, on polymérise par la lumière la face occlusale pendant 60 sec et à chaque fois, la face vestibulaire ou palatine pendant 20 sec; à droite: modelage final de la face masticatrice

einem Planstopfer in einer Schichtdicke von ca. einem Millimeter auf die zervikalen wie auch lateralen Kavitätenwände adaptiert und das Inlay mit langsam ansteigendem Druck in die Kavität eingebracht. Nach Erreichen der Endposition wird der Kunststoffhalter durch seitliches Wegdrehen entfernt. Das Inlay wird beim Erreichen der Endposition zusammen mit der Matrize gegen den Nachbarzahn gedrückt und dadurch automatisch ein Approximalkontakt erzeugt. Überquellendes Komposit muss nicht entfernt, sondern kann direkt für die Restauration der okklusalen Kavität verwendet werden.

Eine alternative Befestigungstechnik ist mit mittelviskösem Komposit (Tetric Flow®) möglich (Abb. 12–15). Wegen des guten Anfließverhaltens empfiehlt sich nach der approximalen Applikation auch die dünn-schichtige Benetzung des okklusalen Kas-

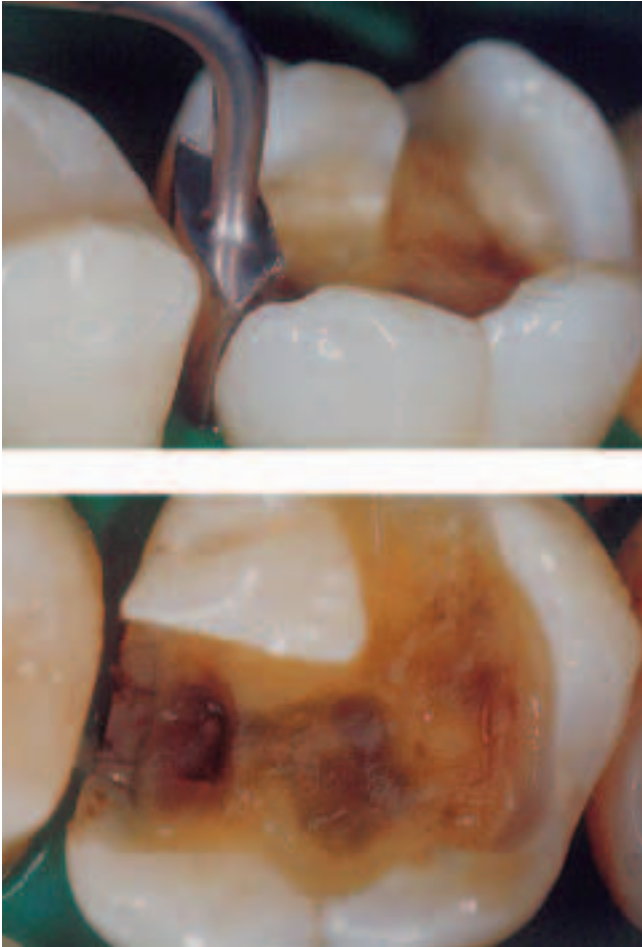


Abb. 12 Oben: In der Folgesitzung Entfernen der Amalgamfüllungen an Zahn 26; unten: An Zahn 26 mesial Finierpräparation mit SONICSYS approx-Ansatz Nr. 3, die in permanentem Kontakt mit der ausgearbeiteten Approximalfläche von Zahn 25 durchgeführt wird

Fig. 12 En haut: après élimination de l'amalgame sur la 26; en bas: sur la 26 M, finition avec l'Insert SONICSYS Approx N° 3, en contact permanent avec la face proximale de la 25

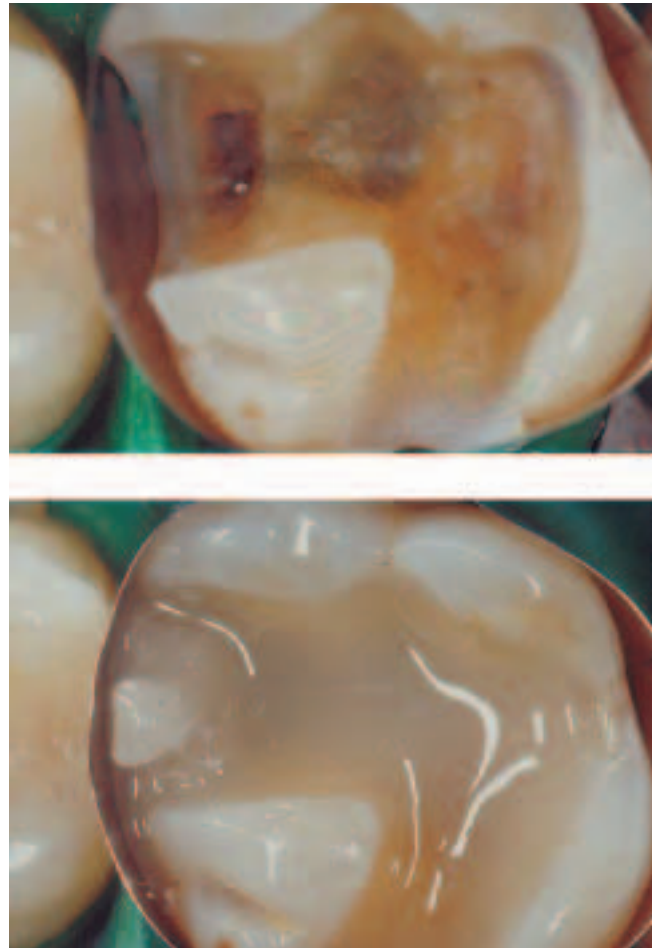


Abb. 13 Oben: Kavität mit deutlicher Abbildung der zirkulären Schmelzabschrägung; unten: Nach Schmelz- und Dentinkonditionierung wird das mittelvisköse Komposit Tetric®Flow sowohl in den approximalen Kasten als auch als dünne Schicht auf den okklusalen Kavitätenboden appliziert. Nach Positionierung des Approx-Inlays folgt die Lichthärtung

Fig. 13 En haut: cavité avec un biseautage circulaire important de l'émail; en bas: après mordantage de l'émail et de la dentine, application du composite à viscosité moyenne, Tetric Ceram, sur les box proximaux comme sur le fond occlusal de la cavité mais en couche fine. Après le positionnement de l'Inlay Approx, la polymérisation à la lumière

tenbodens. Die Lichtpolymerisationszeit der Inlays von okklusal sollte jeweils 60 s betragen. Hierbei ist auf eine möglichst gute optische Ankoppelung des Lichtleiters an das Inlay zu achten. Sind sowohl die mesiale wie auch die distale Approximalfläche zu restaurieren, kann die Inlayapplikation beidseits gleichzeitig erfolgen.

Nach Wiederherstellung der Zahnaussenwände kann die verbleibende okklusale Kavität je nach Ausdehnung mit horizontalen bzw. schräg applizierten Schichten rekonstruiert werden. Zur Formung von Inlaypartien, die nach der Polymerisation aus der Okklusalfäche herausragen, eignen sich feinkörnige Diamantschleifer. Die weitere Ausarbeitung und Politur entspricht dem Vorgehen bei der Kompositfüllungstechnik.

Bewertung

Mit SONICSYS approx wurde zum ersten Mal der Versuch unternommen, durch standardisierte kastenförmige Präparation die verschiedentlich beschriebenen Vorteile bei adhäsiver Be-

festigung passgenauer Formkörper im kritischen Approximalbereich zu nutzen. Beim klinischen Vergleich mit der direkten Kompositversorgung ist ein entsprechender oder geringerer Zeitaufwand bei Anwendung dieses Systems zu veranschlagen. Die Hauptvorteile sind in der reduzierten Techniksensitivität bei der Präparation und der Applikationstechnik zu sehen. Aufwendige und damit fehleranfällige proximale Kompositstechniken entfallen. Im Weiteren wird durch die Eingliederung des Keramikformkörpers eine physiologische Gestaltung des Approximalkontaktes gewährleistet. Die bisherigen klinischen Ergebnisse können durchwegs positiv bewertet werden. In-vivo-Studien mit Langzeitergebnissen liegen, bedingt durch den kurzen Zeitraum, in dem dieses System zur Verfügung steht, noch nicht vor. Da es sich aber vor allem um eine Entwicklung zur Präparationstechnik handelt und die proximale Restauration nach bewährtem Vorgehen mit erprobten Füllungsmaterialien stattfindet, können günstige Langzeitergebnisse analog der adhäsiven Keramikinlaytechnik erwartet werden [15, 41].

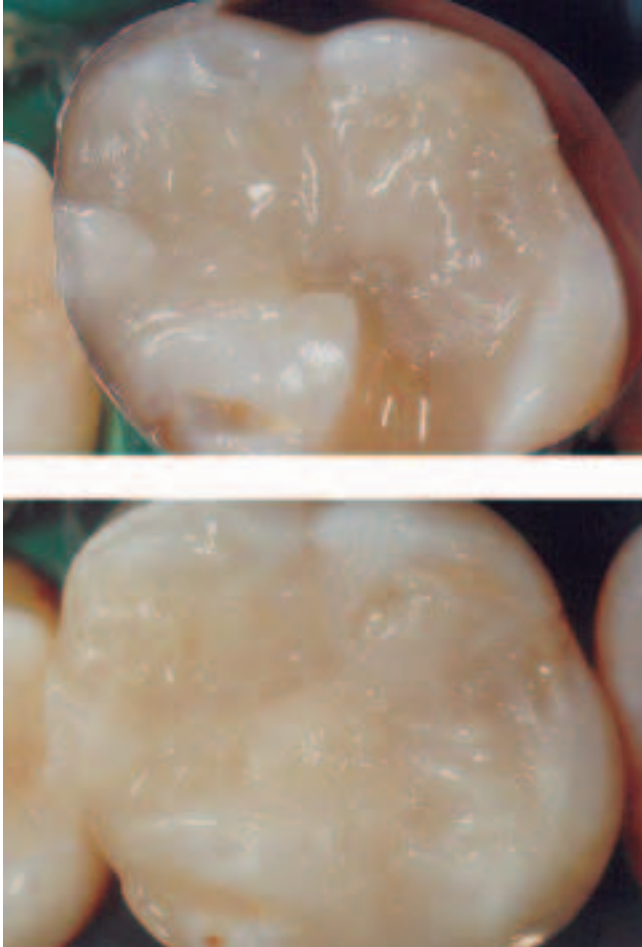


Abb. 14 Oben: «Standard»-Schichttechnik zur Versorgung ausgedehnter Klasse-II-Kavitäten: Einseitiger Aufbau der Höckerabhänge und Gestaltung der Randleiste um den Haltegriff – Lichtpolymerisation; unten: Modellation der gegenüberliegenden Höckerabhänge – Lichthärtung. Die Zentralfissur kann kontrolliert ausgearbeitet werden

Fig. 14 En haut: technique de taille «standard» dans le traitement des classes II étendues. Construction de la cuspide et de la crête proximale autour de la poignée – Polymérisation à la lumière; en bas: modelage de la cuspide opposée – durcissement à la lumière. La fissure centrale peut être travaillée sous contrôle



Abb. 15 Fertiggestellte Kompositrestaurationen mit jeweils einem SONICSYS approx-Inlay an Zahn 25 und 26

Fig. 15 Restaurations en composite terminées avec chaque fois un Inlay SONICSYS Approx sur la 25 et 26

Sonoabrasive Präparation bei der adhäsiven Inlaytechnik

Grundlagen der approximalen Adhäsivinlaykavität

Bei der adhäsiven Inlaytechnik werden für die Okklusalkavität und die jeweiligen approximalen Kästen eine Divergenz von ca. 6 Grad und eine gemeinsame Einschubrichtung gefordert (Abb. 16). Die Schichtstärke der approximalen Wand sollte minimal 1 mm betragen. In der Literatur werden zur Erzielung stabiler Restaurationsränder der Komposit- oder Keramikinlays ähnliche Kantenwinkel wie bei Amalgamfüllungen (60° bis 90°) empfohlen [6, 9, 13]. Diese für den adhäsiven Verbund nicht optimale Randgestaltung ist offensichtlich bei dem geringen Volumen des schrumpfenden Befestigungskomposits von untergeordneter Bedeutung und führt nicht zu klinischen Misserfolgen. Konventionelles Umpräparieren der approximalen Kästen mit rotierenden Instrumenten ist häufig mit hohem Substanzverlust und unnötiger Erweiterung der okklusalen Extension verbunden. Bei der «Umpräparation» standardisierter Amalgam-MOD-Kavitäten in adhäsive Inlaykavitäten dokumentieren MOSKOVICH et al. [25] in ihrer Studie einen zwei- bis dreimal höheren Substanzverlust als zur Elimination der Unterschnitte nötig wäre. Um die Applikation der Restauration zu vereinfachen, werden in der klinischen Praxis die Divergenzwinkel im Vergleich zu den theoretischen Vorgaben häufig deutlich vergrößert [25]. Bei rotierender Präparation von Kastenkavitäten werden im weiteren unregelmässige Randverläufe und Kanten-

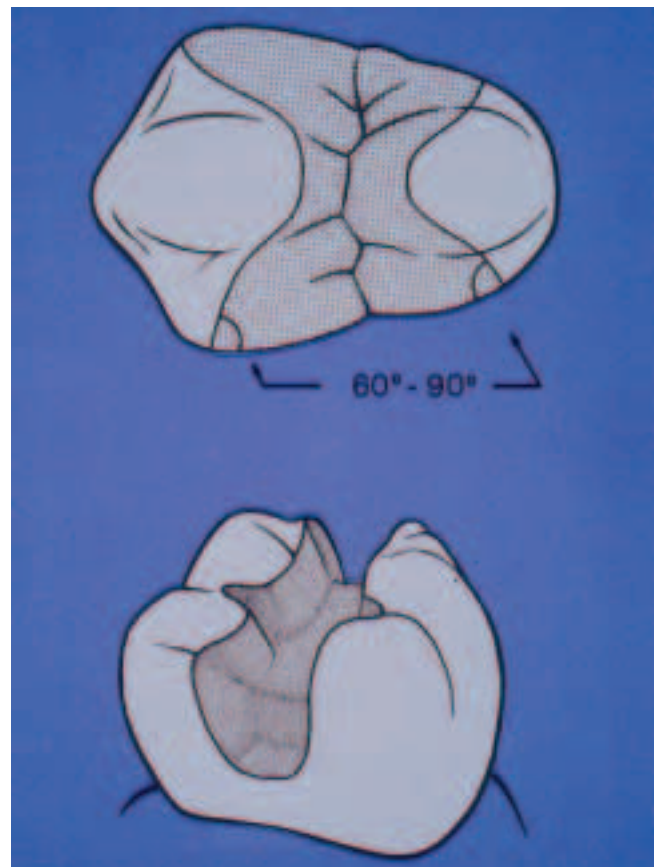


Abb. 16 Gestaltung der adhäsiven Inlaykavität im Approximalbereich: Kantenwinkel 60°–90°, gerundete Übergänge und Innenkanten sowie minimale Materialdicken von einem Millimeter

Fig. 16 Cavité pour inlay adhésif dans la zone proximale: angles de bord 60°–90°, tracé arrondi, parois internes et épaisseur minimum de 1 mm du matériau



Abb. 17 Gipsstumpf einer Adhäsivlaykavität mit verschiedenen Fehlern: Approximolateraler Kantenwinkel ist palatinal grösser als 100°, die bukkale Krümmung ist unregelmässig mit Unterschnitten in der lateralen Wand

Fig. 17 Moignon en plâtre de l'inlay adhésif présentant des erreurs: l'angle de bord est du côté palatin, supérieur à 100°, la courbure vestibulaire est irrégulière et présente des entailles dans la paroi latérale

winkel beobachtet, die instabile Schmelzstrukturen im Randbereich zurücklassen (Abb. 17, 18).

Gestaltung des Präparationsansatzes «Adhäsivlay»

Zur besseren Kontrolle bei der Umsetzung der gewünschten Kavitätengeometrien, wurde ein sonoabrasiver Präparationsansatz (Abb. 19) für die adhäsive Inlaykavität entwickelt (Prototyp, Fa. KaVo, Biberach). Dieser entspricht in seiner Grundform einem Trapezoid und ist auf den Präparationsflächen mit einer 25-mm-Diamantbelegung versehen [31]. Der nach okklusal divergent gestaltete Ansatz weist einen umlaufenden Kantenwinkel von 60° auf, wobei laterale und zervikale Flächen durch ausgeprägte Rundungen miteinander verbunden sind.

Ablauf der Finierpräparation

Der Präparationsansatz wird unter Berücksichtigung der geplanten Einschubrichtung mit leichtem Druck gegen eine laterale Kastenwand und zervikale Krümmung geführt und nach Aktivierung des Antriebs in Position gehalten. In kurzer Zeit werden sich die Ansatzbereiche, die Kontakt zur Zahnschmelzsubstanz haben, auf diese übertragen. Ohne das Instrument zu schwenken, fol-

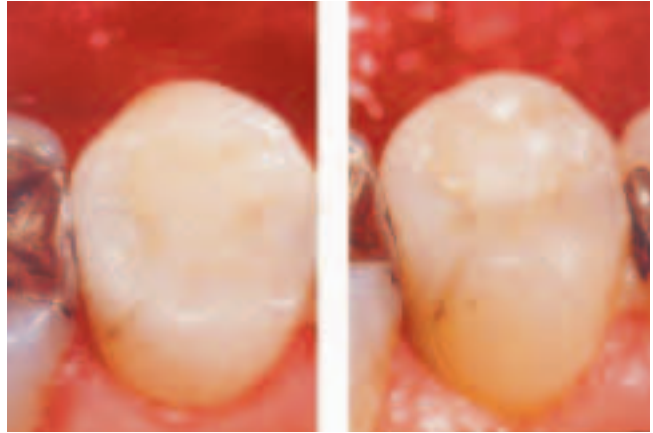


Abb. 18 Randverfärbung der lateralen Kastenwände bei einem Adhäsivlay nach 3 Monaten Tragedauer. Schmerzempfindungen weisen auf die Undichtigkeit der Restauration hin. Es lagen wahrscheinlich ein ungeeigneter Randwinkel bzw. ungestützte Schmelzprismen nach der Präparation vor

Fig. 18 Coloration du bord de la paroi latérale du box trois mois après la pose d'un inlay adhésif. Des sensations douloureuses témoignent d'un manque d'étanchéité de la restauration. Il s'agit vraisemblablement d'un angle de bord inapproprié ou de prismes d'émail non soutenus avant la préparation

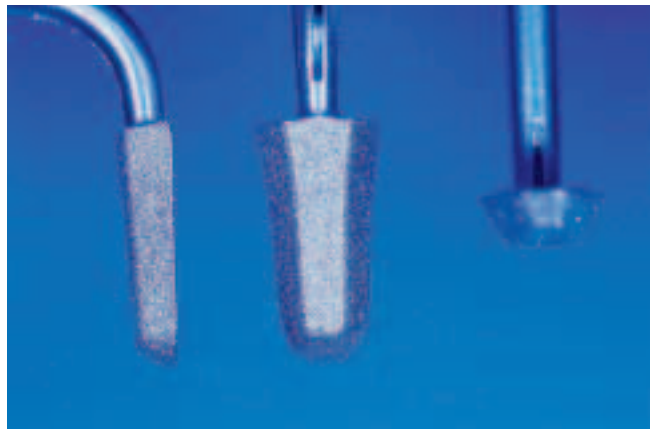


Abb. 19 SONICSYS-Ansatz für die proximale Präparation bei Adhäsivlays. Von links nach rechts Ansicht der Lateral- und Gesamtpräparationsfläche sowie der Zervikalfläche. Das Instrument ist gekennzeichnet durch einen umlaufenden 60-Grad-Randwinkel, eine Divergenz von 4° bzw. 8° und abgerundete Übergänge

Fig. 19 Inserts SONICSYS pour les préparations proximales d'inlays adhésifs. De gauche à droite, vue des surfaces latérales, de l'ensemble des faces de préparation ainsi que des cervicales. On reconnaît le tracé de l'instrument: un angle de bord à 60°, une divergence de 4° ou de 8° et une courbe arrondie

gen die Bearbeitung der Zervikalregion und der zweiten Lateralfäche. Um die Führung des Ansatzes zu stabilisieren, sollte dessen Rückseite auf der Nachbarzahnfläche abgestützt werden. Da das schmale Instrument die Kavitäten nicht formschlüssig ausfüllt, sind durch Rotation um die Längs- und Querachse individuelle Korrekturen des lateralen und zervikalen Randwinkels möglich (Abb. 20–22).

Bewertung

Durch diese Finierpräparation kann unter Schonung von Zahnhartsubstanz die gewünschte Geometrie auf die Ausgangskavität übertragen werden (Abb. 23). Es wird nur soviel Zahnschmelz-

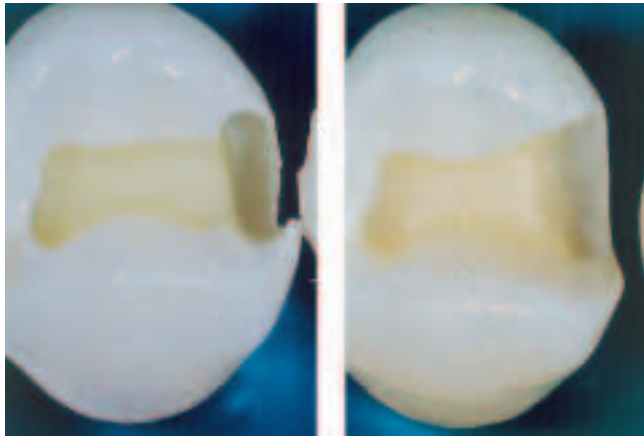


Abb. 20 Links: Ausgangssituation nach rotierender Präparation mit ausgeprägten lateralen «Schmelzohren»; rechts: Fertiggestellte Kavität für eine Adhäsivinlayversorgung. Die proximale Finierpräparation erfolgte ausschliesslich mit dem entsprechenden SONICSYS-Ansatz

Fig. 20 A gauche: situation de départ, après la préparation aux instruments rotatifs, avec les «oreilles» d'émail; à droite: cavité prête pour l'inlay. La finition proximale se fait uniquement avec l'insert SONICSYS

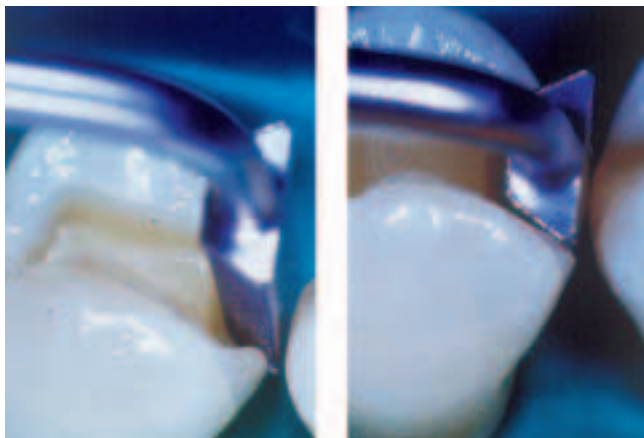


Abb. 21 Links: Der Präparationsansatz wird während der Entfernung des lateralen Schmelzüberhanges auf der Nachbarzahnfläche abgestützt; rechts: Der gewünschte Randwinkel ist erreicht

Fig. 21 A droite: l'insert s'appuie sur la dent voisine pendant l'élimination des pans d'émail latéraux; à droite: angle de bord désiré

entfernt, wie zur Abbildung der instrumentenseitig vorgegebenen Form im Randbereich der Kavität notwendig ist. Approximalkavitäten mit definierter Materialdicke der Inlays, geringer okklusaler Divergenz, winkelgenauen präzisen Randbereichen und gleichmässig gerundeten approximo-zervikalen Kurvaturen können so auf einfache Art und Weise hergestellt werden.

Sonoabrasive Präparation bei der Goldgusspräparation

Grundlagen der approximalen Goldgusskavität

Unter den zahlreichen Methoden für die proximale Goldgusspräparation hat sich heute die hohlschliffartige Abschrägung des Kastens durchgesetzt (Abb. 24) [19]. Herstellungs- und materialtechnische Eigenschaften führen bei gegossenen Restaurationen zu Dimensionsabweichungen und

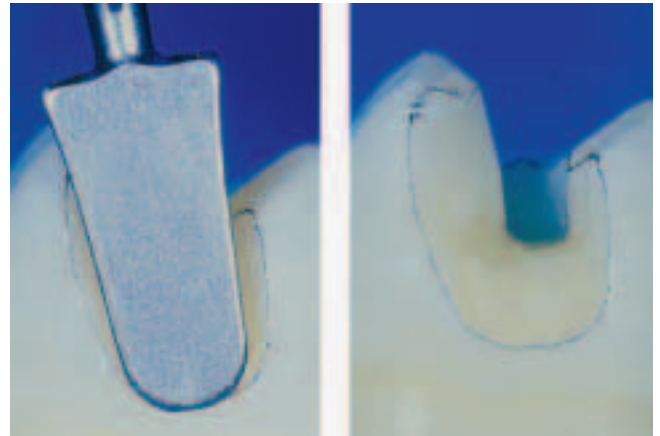


Abb. 22 Links: Zur Bearbeitung der zervikalen Kastenwand wird der Ansatz parallel verschoben; rechts: Die postoperative Kavität erfüllt die Anforderungen an eine «ideale» Adhäsivinlaypräparation

Fig. 22 A gauche: dans le travail des parois de box dans la zone cervicale, l'insert est maintenu parallèle; à droite: la cavité, après préparation, répond aux exigences d'une préparation «idéale» pour inlay adhésif

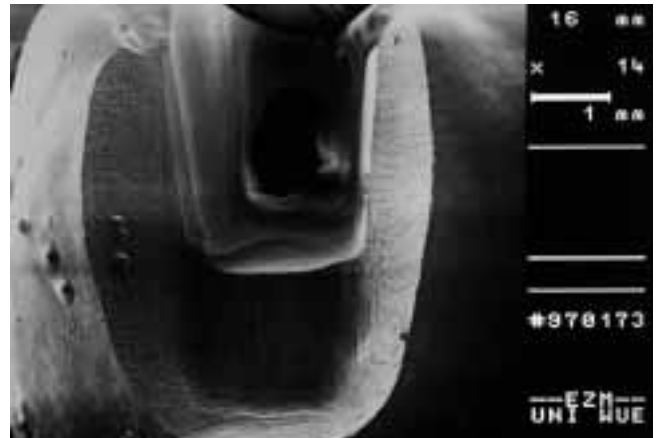


Abb. 23 Die REM-Ansicht der Adhäsivinlaykavität zeigt den gleichmässig gerundeten Übergang zwischen lateraler und zervikaler Kavitätenwand

Fig. 23 La vue REM de la cavité d'inlay montre l'arrondi régulier du bord entre la paroi latérale et cervicale

Ungeauigkeiten, die sich besonders im Randbereich ungünstig auswirken. Eine spitzwinklige Randabschrägung vermindert den Spalt im Randbereich von Gussfüllungen und damit auch die Dimension der Zementierungsfuge. Die Dicke des Spaltes wird bestimmt durch den Winkel zwischen der Schlißfläche der Abschrägung und der Einschubrichtung, wobei sich aus einem kleinen Winkel ein kleiner Randspalt ergibt. Dieser Winkel sollte im Bereich von 30° bis 45° liegen. Ab einem Winkel grösser als 45° resultieren ein breiterer Zementspalt und ein nicht finierbarer Restaurationsrand. Unter 30° hat die nur schwer erkennbare Präparationsgrenze häufig zu kurze, dünne oder überkonturierte Metallränder zur Folge [17, 35]. Um Unterschnitte zu vermeiden, muss der proximale Aussenschliff den Zahn in einer leicht zur Einschubrichtung geneigten Ebene durchschneiden. Die präparationstechnische Umsetzung der komplexen Anforderungen dieser Präparationsform allein mit rotierenden Instrumenten ist relativ schwierig, wobei besonders

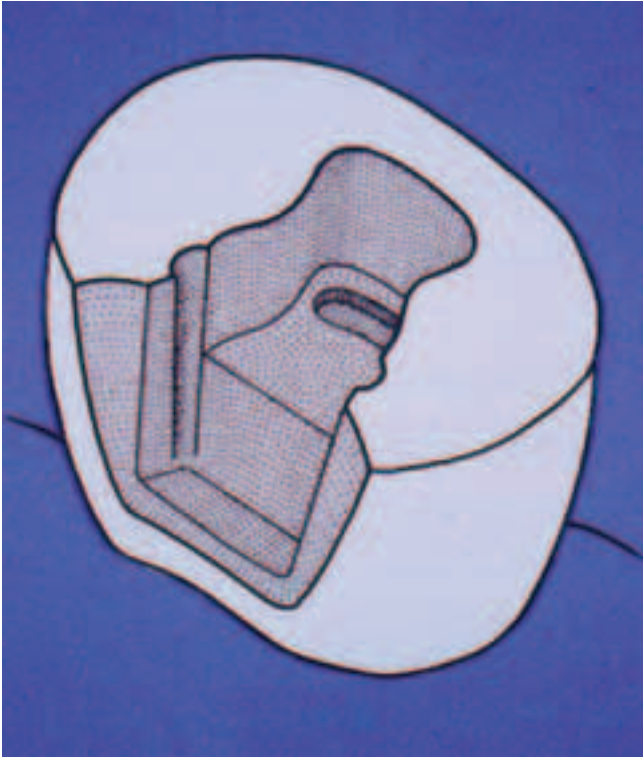


Abb. 24 Grundprinzipien der approximalen Kavität für Goldgussrestaurationen

Fig. 24 Principe de base de la cavité pour la restauration en or coulé

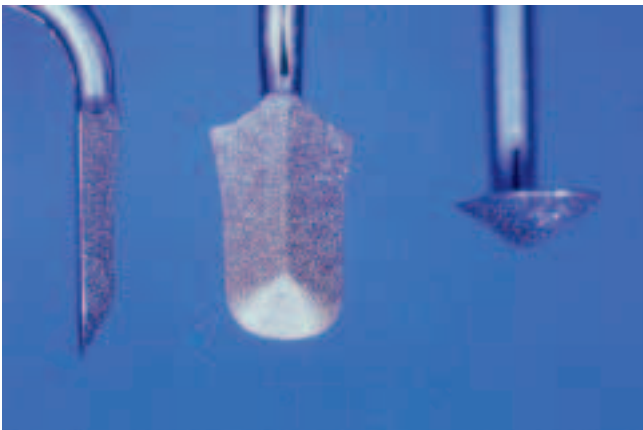


Abb. 25 SONICSYS-Ansatz für proximale Abschrägung bei Goldgussrestaurationen. Das Instrument hat einen dreieckigen Querschnitt und einen umlaufenden Randwinkel von 30 Grad

Fig. 25 Inserts SONICSYS pour le biseautage des restaurations en or coulé. L'instrument a un profil de coupe triangulaire et un angle de bord de 30°

bei Durchführung der Abschrägung mit flammenförmigen Finierern akute Verletzungsgefahr für den Nachbarzahn besteht.

Gestaltung des Präparationsansatzes «Goldguss»

Bei Goldinlays und Teilkronen kann die Grundpräparation inklusive der approximalen Kastenkavitäten rotierend mit zylinderförmigen oder leicht konischen Schleifern erfolgen. Die Hauptschwierigkeit bei der Goldgusspräparation besteht bei der Durchführung des approximalen Aussenschliffs. Der hierzu

vorgesehene sonoabrasive Präparationsansatz «Goldguss» (Prototyp, Fa. KaVo, Biberach) hat einen wappenförmigen Umriss und einen dreieckigen Querschnitt (Abb. 25). Der zervikale Anteil des Instrumentes verbindet die Lateralfäche mit einem Halbkreis und entspricht einem Kegelsegment. Der umlaufende Kantenwinkel wurde lateral wie zervikal auf 30° eingestellt.

Finierpräparation mit dem «Goldgussansatz»

Für die Abschrägung der lateralen Kastenwände wird der Ansatz leicht geneigt zur Einschubrichtung am Zahn positioniert und unter Druck gegen den lateralen Kastenrand gehalten. Durch Rotation um die Längsachse sind Veränderungen des lateralen Randwinkels möglich. Bei korrekter Einstellung des Neigungswinkels wird die approximo-zervikale Kurvature be-

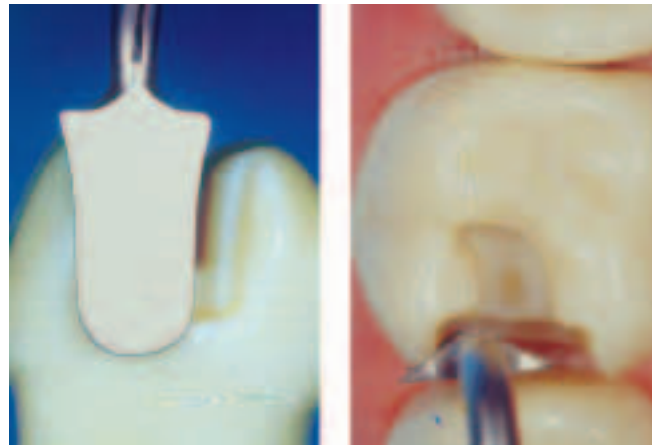


Abb. 26 Links: Approximale Ansicht der Präparation mit dem SONICSYS-Ansatz «Goldguss». Die Abschrägungen im Bereich der lateralen Kastenwand, der Krümmung sowie der zervikalen Stufen können gleichzeitig angelegt werden; rechts: Durch Rotation des Instrumentes ist eine Feinkorrektur des Randwinkels möglich

Fig. 26 A gauche: vue proximale de la préparation avec l'insert SONICSYS «or coulé». On peut, en même temps, biseauter les parois latérales du box, la courbure et la zone cervicale; à droite: par rotation de l'instrument, on peut, avec finesse, corriger l'angle du bord

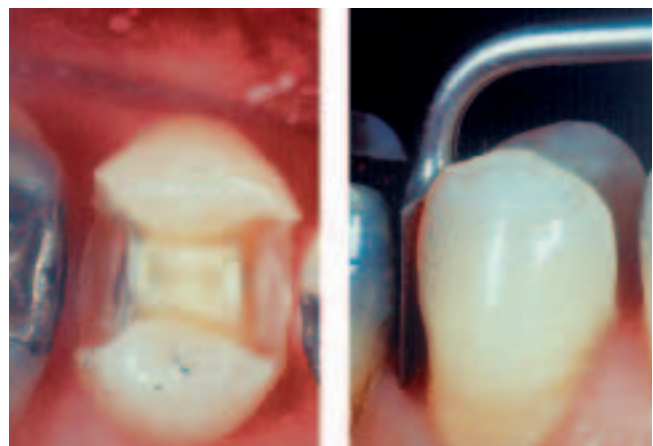


Abb. 27 Links: Kastenpräparation an Zahn 15; rechts: Der Ansatz wird in der gewünschten Abschrägungsebene am Zahn positioniert und dann aktiviert

Fig. 27 A gauche: préparation du box de la 15 à droite: l'insert est placé correctement par rapport à la surface à biseauter et, ensuite, activé

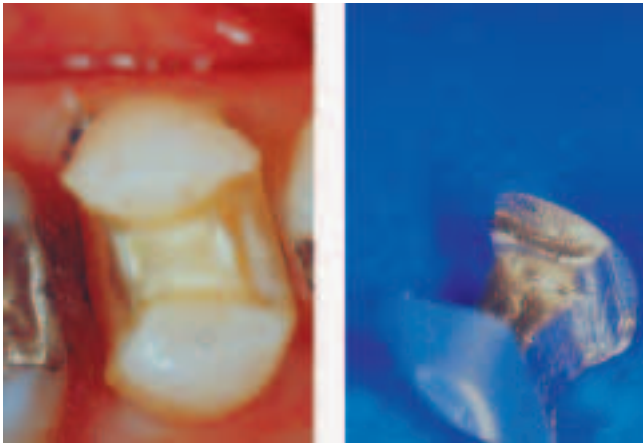


Abb. 28 Links: Fertiggestellte Abschrägungen für die Goldinlayversorgung; rechts: Auf der Innenseite der approximalen Inlayfläche ist die Grundform der Abschrägungsinstrumente abgebildet

Fig. 28 A gauche: biseautage terminée dans le traitement avec inlay en or; à droite: sur la face interne de l'inlay, on voit le dessin de l'instrument de biseautage

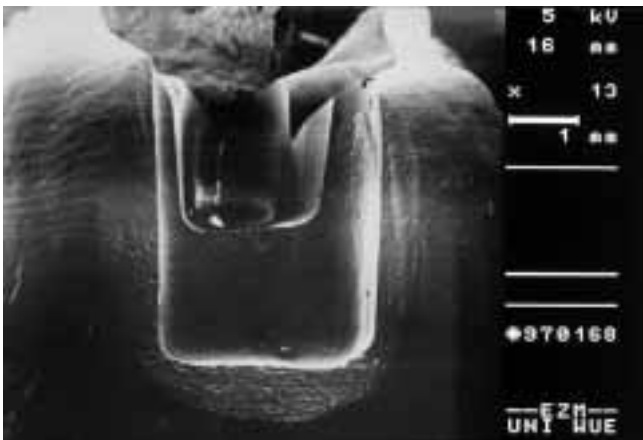


Abb. 29 REM-Darstellung der abgeschrägten Kastenpräparation nach Bearbeitung mit dem SONICSYS-Goldguss-Ansatz (Vergrößerung 13:1)

Fig. 29 Illustration REM de la préparation du box biseauté avec l'Insert SONICSYS or coulé (Agrandissement 13:1)

reits mit eingearbeitet. Durch Verschieben in Richtung der anderen Kastenwand bildet sich die zervikale Abschrägung aus. Die Instrumentenkante sollte hierbei immer etwas ausserhalb des Präparationsrandes geführt werden. Es folgt die Präparation der zweiten lateralen Abschrägung (Abb. 26–28).

Die erzielten Aussenschliffflächen sind plan, kontinuierlich miteinander verbunden und befinden sich genau in der zuvor eingestellten Präparationsebene. Die Randbereiche lassen sich durch den spitzeren Randwinkel [16] nahezu defektfrei präparieren und heben sich deutlich von der Zahnschubstanz ab (Abb. 29).

Das Halbtorpedo-Instrument (25-mm-Diamantierung) ist ebenfalls geeignet, um in engen Approximalräumen nach Kastenpräparation einen Hohlschliff anzulegen. Zunächst wird das Halbtorpedo an der zervikalen Stufe leicht schräg angesetzt, wobei die Instrumentenspitze etwas über den Rand hinausragt. Während der Bearbeitung des zervikalen Randes wird das Halbtorpedo aufgerichtet und gegen die lateralen Kastenwände

gedrückt. Die Instrumentenposition ist so zu wählen, dass sowohl auf Kosten der Zahnaussenfläche als auch der Kasteninnenseite Zahnschubstanz abgetragen wird. Im Gegensatz zur Anwendung des «Goldgussansatzes» sind beim Halbtorpedo mehrere individuelle Arbeitsschritte notwendig. Die grazilere Form des Halbtorpedos bietet allerdings Vorteile, wenn im Bereich der zervikalen Stufe nierenförmige Einziehungen die Zugänglichkeit einschränken.

Wertung der sonoabrasiven Präparations- und Restaurationstechnik

Mit dem dargestellten Präparationsverfahren wird durch die Konstruktion unterschiedlicher Instrumentenformen das bisherige Anwendungsspektrum der rotierenden Präparation deutlich erweitert und bestehende Probleme, wie z.B. die iatrogene Verletzung der Nachbarzähne weitgehend gelöst. Die Hauptziele der Präparationstechnik [18] wie schonende Arbeitstechnik, Präzision der Grundform und Randgeometrie sowie die rationelle Arbeitsgestaltung lassen sich mit diesem System erreichen. Die Ansätze haben nur einen geringen Raumbedarf, da sich der abtragende Diamantbelag ausschliesslich auf der Funktionsfläche befindet. Bei Erhaltung gesunder Zahnschubstanz ist daher auch im Approximalbereich eine minimalinvasive Präparation und Restauration durchführbar. Durch die partielle oder vollständige Übertragung der Ansatzgeometrie auf die Zahnschubstanz können komplexe Kavitäten für indirekt gefertigte oder vorgeformte Restaurationen reproduzierbar angefertigt werden. Ein zentraler Aspekt dieses Verfahrens ist die Reduktion der Techniksensitivität in verschiedenen Bereichen der Präparations- und Restaurationstechnik durch Standardisierung und Vereinfachung von fehleranfälligen Arbeitsabläufen. Aufbauend auf das ursprüngliche oszillierende Präparationsverfahren nach POSTLE, OMAN und RICHARDS [28, 29, 32] wurde versucht ein Gesamtsystem zu entwickeln, das den Erkenntnissen moderner Restaurationstechnik gerecht wird.

Danksagung

Der Entwicklungsgesellschaft der Firma KaVo (INNO), insbesondere Herrn W. Mössle sowie der Firma Vivadent und Herrn Dr. G. Unterbrink gilt mein besonderer Dank für die Unterstützung bei der Entwicklung der Instrumente.

Summary

The acceptance and use of amalgam as an everyday filling material is decreasing. Today, direct composite fillings are widely used to restore even extensive lesions in premolars and molars. The sonoabrasive method presented here uses special working tip geometries (SONICSYS approx) to allow a «finishing preparation» of standardized interproximal cavities. In this process, the «negative shape» of the working tip is transferred to the tooth. It is now possible, for the first time, to accurately restore class II box cavities using prefabricated ceramic inlays. Complicated layering techniques are no longer necessary and there is no risk of compromising interproximal contacts remaining occlusal defects can be restored with conventional composites.

The use of special SONICSYS working tips for ceramic and cast gold cavity preparations ensures precise cavity geometries with «close-to-perfect» margins. The sonoabrasive method greatly lowers the technique sensitivity of such difficult types of preparations.

Literatur

1. BESEK M, MÖRMANN W H, PERSI C, LUTZ F: Die Aushärtung von Komposit unter CEREC-Inlays. Schweiz Monatsschr Zahnmed 105, 1123 (1995).
2. BOTT H, HANNIG M: Optimierung plastischer Kompositfüllungen durch Keramikinserts. Dtsch Zahnärztl Z 49, 917 (1994).
3. BOWEN R L, EICHMILLER F C, MARJENHOFF W A: Glass-ceramic inserts anticipated for «megafilled» composite restorations. J Am Dent Ass 122, 71 (1991).
4. CHEUNG G S P: A scanning electron microscope investigation on the acid-etched cervical margin of Class II cavities. Quintessence Int 21, 299 (1990).
5. DIETSCHI D, SCAMPA U, CAMPANILE G, HOLZ J: In vitro evaluation of marginal adaptation and seal of two posterior composite restoration systems in relation with location and thickness of cervical enamel. Quintessence Int 26, 127 (1995).
6. DIETSCHI D, SCAMPA U, CAMPANILE G, HOLZ J: Marginal adaptation and seal of direct and indirect Class II composite resin restorations: An in vitro evaluation. Quintessence Int 26, 127 (1995).
7. DIETSCHI D, SPREAFICO R: Adhäsive metallfreie Restaurationen. Quintessenz Verlag, Berlin (1997) S. 67–69, S. 146*.
8. DONLY K J, WILD T W, BOWEN R L, JENSEN M E: An in vitro investigation of the effects of glass inserts on the effective composite resin polymerization shrinkage. J Dent Res 68, 1234 (1989).
9. ELDERTON R J: Cavo-surface angles, amalgam margin angles and occlusal cavity preparations. Br Dent J 156, 319 (1984).
10. FEILZER A J, DE GEE A J, DAVIDSON C L: Relaxation of Polymerization Contraction Shear Stress by Hygroscopic Expansion. J Dent Res 69, 36 (1990).
11. FEILZER A. J, DE GEE A J, DAVIDSON C L: Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of the Restoration. J Dent Res 66, 1636 (1988).
12. GODDER B, ZHUKOVSKY L, TRUSHKOVSKY R, EPELBOYM D: Microleakage reduction using glass-ceramic inserts. Am J Dent 7, 74 (1994).
13. HALLER B, BISCHOFF H: Metallfreie Restaurationen aus Presskeramik/Ein Leitfaden für Praxis und Labor. Quintessenz Verlag, Berlin 1993, S. 72–75.
14. HOFMANN N, KLAIBER B, HALLER B, HAGHI M, HAUSMANN P: Interproximal margin quality of class II resin restorations in vitro. J Dent Res 74, 930 (1995).
15. HOFMANN N, POPP M, KLAIBER B: Klinische und REM-Untersuchung gefräster Keramikinlays nach fünf Jahren Liegedauer. Vortrag auf der 9. Jahrestagung der DGZ, Berlin 1995.
16. HUGO B, STASSINAKIS A, HOTZ P, KLAIBER B: Reproduzierbare Präparation standardisierter Klasse-II-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z 51, 746 (1996).
17. KASHANI H G, KHERA S. C, GULKER I. A: The effects of bevel angulation on marginal integrity. J Am Dent Assoc 103, 882 (1981).
18. KIMMEL K: Zahnärztliche Präparationstechnik. Dtsch Zahnärztkal 56, 189 (1997).
19. KLAIBER B: Gussfüllung und Teilkrone. Dtsch Zahnärztkal 45, 59 (1986).
20. KREJCI I, PICCO U, LUTZ F: Dentinhaftung bei zahnfarbenen adhäsiven MOD-Sofortinlays aus Komposit. Schweiz Monatsschr Zahnmed 100, 1151 (1990).
21. LÖSCHE A C: Verbesserung der Randqualität von Kompositfüllungen durch lichtleitende und lichtstreuende Glaskeramikeinsätze. Med Diss, Berlin 1992.
22. LÖSCHE G M, NEUERBURG C M, ROULET J.-F: Die adhäsive Versorgung konservativer Klasse-II-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z 48, 26 (1993).
23. LÖSCHE G M: Klasse-II-Kompositfüllungen mit und ohne konfektionierte Glaskeramik-Inserts. Dtsch Zahnärztl Z 51, 389 (1996).
24. LUTZ F, LEUTHARD P: Verschleissfeste MOD-Kompositfüllungen durch Einpolymerisation von zentrischen Stops aus Keramik. 4-Jahres-Resultate. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 88, 740 (1978).
25. MOSCOVICH H, SNOCK P A, CREUGERS N H: Substance loss in converting amalgam restorations into adhesive porcelain inlays. J Dent Res 74, Abstr. 1220 (1995).
26. MUNESHIKA T, SUZUKI K, NISHIYAMA M, OHASHI M, HORIE K: Comparison of the Tensile Bond Strengths of Composite Resins to Longitudinal and Transverse Sections of Enamel Prisms in Human Teeth. J Dent Res 63, 1079 (1984).
27. NOACK V: Der Einfluss von konfektionierten Glaskeramikeinsätzen auf die Randqualität von kleinen Klasse-II-Füllungen in unterschiedlicher Schmelzqualität. Med Diss, Berlin 1994.
28. OMAN C R, APPLEBAUM E: Ultrasonic cavity preparation II. Progress report. J Am Dent Assoc 50, 414 (1955).
29. POSTLE H H: Ultrasonic cavity preparation. J Prosth Dent 3, 153 (1958).
30. RADA R E: Class II direct composite resin restorations with beta-quartz glass-ceramic inserts. Quintessence Int 24, 793 (1993).
31. RELLER U, GEIGER F, LUTZ F: Quantitative investigation of different finishing methods in conventional cavity preparations. Quintessence Int 20, 453 (1983).
32. RICHARDS J R: High frequency dental tool and process of high frequency dental work. United States Patent, Application May 1954, Serial # 433.310; Patented Feb. 1959 # 2.874.470.
33. ROBIN P: Instrumentation pour la technique des obturations coniques en porcelaine. Le progrès dentaire 28, 257 (1901).
34. SCHERRER S, DE RIJK W G, BELSER U C, MEYER J M: Effect of cement film thickness on the fracture resistance of a machinable glass-ceramic. Dent Mater 10, 172 (1994).
35. SHILLINGBURGH H T, JACOBEI R, BRACKETT S E: Grundlagen der Zahnpräparation. Quintessenz, Berlin 1988, S. 45.
36. STACHNISS V, PUST M: Keramik-Inserts und konfektionierte Inlays als Amalgam-Nachfolgetechnologien. Dtsch Zahnärztl Z 51, 736 (1996).
37. STACHNISS V, STOLL R, WANG Z, PUST M: Vorgefertigte kegelförmige keramische Einlagefüllungen als Amalgam-Alternative. Zahnärztl Welt 104, 90 (1995).
38. TANI Y, NAMBU T, ISHIKAWA A A, KATSUYAMA S: Polymerization shrinkage and contraction force of composite resin restorative inserted with megafiller. Dent Mater J 12, 182 (1993).
39. TJAN A H, DINGMAN T A, WOOLSY B L: Mikroleakage of posterior composite resin restorations using beta quartz glass-ceramic inserts. Asian J Aesthet Dent 1, 81 (1993).
40. UNTERBRINK G L, MÜSSNER R: Influence of light intensity on two restorative systems. J Dent 23, 183 (1995).
41. WALTHER W, RESS B, TOUTENBURGH H: Longitudinale Ereignisanalyse von CEREC-Einlagefüllungen. Dtsch Zahnärztl Z 49, 914 (1994).
42. WILLEMS G, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VANHERLE G: Composite resins in the 21st century. Quintessence Int 24, 641 (1993).