

# Die approximale Präparation bei Adhäsivinlays – Vergleich sonoabrasiver und konventioneller Verfahren

## Zusammenfassung

Die Anforderungen an eine «perfekte» Approximalkavität für Adhäsivinlays wie exakte Kantenwinkel, defektfreie gleichmässige Randbereiche und Oberflächen sowie harmonisch abgerundete Konturübergänge sind präparationstechnisch nicht einfach umzusetzen. In dieser Untersuchung wurden zwei neu entwickelte sonoabrasive Airscaleransätze (Sonicprep Vario 60/75) mit rotierenden Techniken ohne und mit zusätzlicher Anwendung der Cavishape-Feile des EVA-Systems verglichen. Mit jeder der Methoden wurden jeweils acht standardisierte Kavitäten an menschlichen Zähnen präpariert. Die Qualität der Randbereiche und Oberflächen wurden quantitativ im REM evaluiert. Bezüglich der verschiedenen Beurteilungskriterien Randqualität, Randverlauf, Oberflächenqualität und Bearbeitungszeit wurden tendenziell oder signifikant bessere Ergebnisse für die sonoabrasive Technik dokumentiert. Nach Präparation mit oszillierenden Ansätzen wurden ca. 90% perfekte laterale Randanteile gefunden. Signifikant günstigere Resultate wurden für die oszillierenden Methoden auch bei den Flächenbewertungen ermittelt.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass mit den neu entwickelten Ansätzen bei geringerem Zeitaufwand ausgezeichnete Präparationsergebnisse erzielt werden können.

Acta Med Dent Helv 5: 111–118 (2000)

Schlüsselwörter: Approximale Präparationen, Adhäsivinlays, Sonoabrasiv-Verfahren

Zur Veröffentlichung angenommen: 19. Juli 2000

Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. B. Hugo, Universität Würzburg,  
Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie,  
Pleicherwall 2, D-97070 Würzburg  
Tel. 0049/(0)931/201-7242, Fax 0049/(0)931/201-7240  
E-Mail: burkard.hugo@mail.uni-wuerzburg.de

BURKARD HUGO<sup>1</sup>, ALEXANDROS STASSINAKIS<sup>2</sup>,  
VERENA KONOPIK<sup>1</sup> und BERND KLAIBER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität Würzburg

<sup>2</sup> Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin der Universität Bern

## Einleitung

Bei approximalen Kasten kavitäten für Adhäsivinlays scheint es sich auf den ersten Blick um eine banale, einfach auszuführende Präparationsform zu handeln. Diese Einschätzung beruht auf der Ähnlichkeit mit den im Praxisalltag häufig präparierten Amalgamkavitäten. Während das plastisch applizierte Material Amalgam in einem gewissen Rahmen Präparationsfehler verzeiht, sind zur Vermeidung von Misserfolgen die Präparationsanforderungen für die techniksensitive Restaurationsform der Adhäsivinlays genau einzuhalten. Für sprödbruchanfällige Restaurationsmaterialien wie Keramik sind rechtwinklige Kavitätenränder und Wände mit glatten Oberflächen sowie abgerundeten Konturübergängen zur «Frakturprävention» notwendige Voraussetzung (HAHN 1999). Adhäsive Inlays und Onlays werden in der Regel als Sekundärversorgungen, sehr häufig als Ersatz von Amalgamfüllungen, angewendet. Eine wesentliche Rolle spielt bei der «Umpräparation» bzw. «Umformung» der vorbestehenden Kavitäten die Substanzschonung. Approximale und okklusale Kästen müssen unter Berücksichtigung materialspezifischer Kavitätenvorgaben in eine Einschubrichtung gebracht werden. Der iatrogene Substanzverlust bzw. die Erweiterung gegen okklusal sollte auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Um diese Vorgaben für die approximale Kastenpräparation auf einfache Art und Weise erfüllen zu können, wurden spezielle sonoabrasive Ansätze entwickelt (Sonicprep Vario 60 und Vario 75, KaVo, Biberach, Deutschland), die durch ihre Form eine «approximale Idealkavität» für Adhäsivinlays vorgeben.

In der vorliegenden Untersuchung wurden konventionelle rotierende Verfahren, ohne und in Kombination mit EVA-Feilen, mit der sonoabrasiven Technik verglichen.

## Material und Methoden

Es wurden vier unterschiedliche Verfahren zur Präparation approximaler Kästen für adhäsive Inlays und Onlays bezüglich der Kriterien Randqualität, Randverlauf, Oberflächenqualität und Zeitaufwand miteinander verglichen. Das hierzu verwendete Instrumentarium wird in Abbildung 1 gezeigt.

Als anzustrebende Präparationsform wurden idealerweise eine Divergenz der approximalen Kästen von 6° gegen okklusal, eine Schichtstärke der approximalen Restaurationswand von minimal einem Millimeter und ein lateraler bzw. zervikaler Kantenwinkel zwischen 60° und 90° vorgegeben. Die lateralen und zervikalen Kastenwände sollten möglichst eben ausgeführt werden und die Übergänge zwischen den Wänden gleichmässig gerundet ausgeführt sein (ROULET & HERDER 1989) (Abbildung 2).

16 extrahierte menschliche Molaren wurden in Gruppen zu je vier Zähnen randomisiert ausgewählt und mit Kunststoffnachbarzähnen versehen in Phantommodelle montiert. Die rotierende Vorpräparation der MOD-Kavität erfolgte an den natürli-



Abb. 1 Angewendetes Instrumentarium von links nach rechts: Konusförmiger Schleifer und zwei Finierer (Cerinlay-Set), stirnseitig belegter Finierer, Cavishape-Feile, Sonicprep Vario 60 und 75

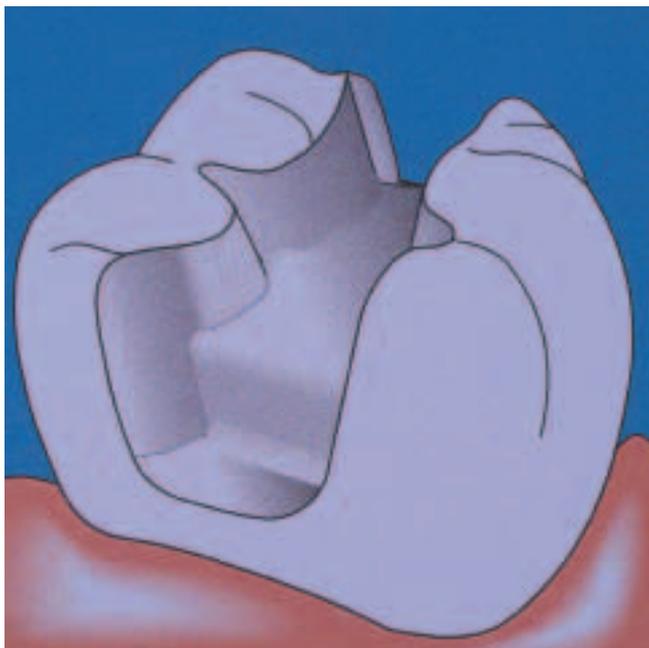


Abb. 2 Gestaltung der adhäsiven Inlaykavität im Approximalbereich: Kantenwinkel 60°–90°, gerundete Übergänge und Innenkanten sowie minimale Materialstärken von etwa einem Millimeter

chen Zähnen mittels konusförmiger Schleifer (Nr. 1080 Cerinlay-Set, Intensiv, Viganello-Lugano, Schweiz) ausserhalb des Modells. Es wurde auf eine gleichmässige Dimensionierung der 32 Kastenkavitäten geachtet, wobei die Breite ca. 3,5 mm und die Höhe ca. 4,5 mm betrug. Die approximalen Ränder wurden nicht bearbeitet, und Schmelzunregelmässigkeiten, so genannte Schmelzohren, wurden belassen. Die Zähne wurden zur nachfolgenden Feinpräparation in die Phantommodelle zurückgesetzt. Für die konventionelle rotierende *Finierung* (ROT) kam der mit 25 µm Korngrösse diamantierte Finierkonus aus dem Cerinlay-Set (Nr. 1025, Ø 1,3 mm, ISO Nr. 545514) mit einer Drehzahleinstellung von ca. 20000–40000 U/min im Schnelllaufwinkelstück zum Einsatz. Für die Finierung der zervikalen Stufe wurde der von LUSI & GYGAX (1996) empfohlene ausschliesslich stirnseitig belegte Tcb-Diamantschleifer (Diamantierung 25 µm, Ø 1,3 mm, Intensiv Nr. 01425) angewendet (LUSI 1995, LUSI & GYGAX 1996). Die iatrogene Beschädigung der Nachbarzahnfläche sollte hier wie auch bei den nachfolgenden Verfahren möglichst vermieden werden.

Bei der zweiten Methode (EVA) wurde zur Entfernung der lateralen Schmelzohren bzw. zur Bearbeitung der approximo-zervikalen Krümmung die mit 40 µm Korngrösse diamantierte *Cavishape-Feile* (F 140, Intensiv) im «Precontrol-Kopf» in Kombination mit dem Blauringwinkelstück bei einer Drehzahleinstellung von 20000–40000 U/min eingesetzt. Die zervikale Stufe wurde, wie bei Technik 1 angegeben, mit dem stirnseitig belegten Finierer bearbeitet.

Für die sonoabrasive Präparationstechnik mit dem Sonicflex-Airscaler standen zwei Prototypen-Ansätze «Sonicprep Vario 60 und Vario 75» (VAR 60 und VAR 75) zur Verfügung. Diese entsprechen in ihrer Grundform einem Trapezoid und waren auf den Präparationsflächen mit einer 25-µm-Diamantbelegung versehen. Der nach okklusal divergent gestaltete Ansatz Vario 60 weist einen umlaufenden Kantenwinkel von 60° auf, wobei laterale und zervikale Flächen durch ausgeprägte Rundungen miteinander verbunden waren. Von zervikal bis zur Ansatzmitte betrug der Divergenzwinkel 4° und im weiteren Verlauf gegen okklusal dann 8°. Bei dem nahezu formkongruenten Ansatz Vario 75 wurde der zervikale Randwinkel mit 75° geringfügig flacher ausgeführt (Abbildung 3).

Die sonoabrasiven Präparationsansätze wurden unter Berücksichtigung der geplanten Einschubrichtung mit leichtem Druck gegen eine laterale Kastenwand und die zervikale Krümmung geführt und nach Aktivierung des Antriebs in Position gehalten. In kurzer Zeit übertrugen sich die Ansatzbereiche, die Kontakt zum Zahn hatten, auf die Zahnsubstanz. Ohne das Instrument zu schwenken, folgte die Bearbeitung der Zervikalregion und der zweiten Lateralfläche. Um die Führung des Ansatzes zu stabilisieren, kann dessen Rückseite auf der Nachbarzahnfläche



Abb. 3 Sonicprep Vario 75. Von links nach rechts Ansicht der Lateral- und Gesamtpräparationsfläche sowie der Zervikalfläche (a), Arbeitsposition (b)

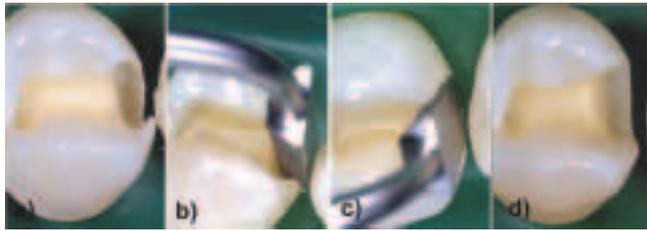


Abb. 4 Ausgangssituation nach rotierender Präparation mit ausgeprägten lateralen «Schmelzhornen» (a). Der Präparationsansatz wird während der Entfernung des Schmelzüberhanges auf der Nachbarzahnfläche abgestützt (b und c). Die fertiggestellte Kavität (d)

abgestützt wurden. Da die schmalen Instrumente die Kavitäten nicht formschlüssig ausfüllten, waren durch Rotation um die Längs- und Querachse individuelle Korrekturen des lateralen und zervikalen Randwinkels möglich. Der Airscaler wurde kurzzeitig mit einem Antriebsluftdruck von 3,5 bar für die Grundpräparation und anschliessend für die Feinbearbeitung mit 2,2 bar betrieben (Abbildung 4).

Der Zeitaufwand für die approximale Feinpräparation wurde mittels Stoppuhr dokumentiert. Nach Entfernung der Zähne aus dem Modell wurden die Kavitäten repliziert und im Rasterelektronenmikroskop (DSM 940, Zeiss, Oberkochen, Deutschland) bewertet. Die spezifischen Bewertungskriterien für Randqualität, Randverlauf und Abschrägungsflächen, die unterteilt nach lateralen und zervikalen Bereichen bei 100-facher bzw. 50-facher Vergrößerung ausgewertet wurden, sind in Tabelle I zusammengefasst.

Um eine achsengerechte Orientierung der Proben im Rasterelektronenmikroskop zu ermöglichen, wurden diese für die Beurteilung der Oberflächenqualität in der Kurvatur getrennt und die Segmente einzeln ausgewertet.

Die Daten der quantitativen Randanalyse wurden anhand des *Chi-Quadrat*- und des *Mann-Whitney-U-Tests* unter Verwendung der *Bonferroni-Korrektur* (WILKINSON 1989) auf dem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$  ausgewertet.

## Ergebnisse

Die REM-Abbildungen 5 und 6 sind für die jeweilige Bearbeitungstechnik charakteristisch.

Die Mittelwerte der Randqualitäten für laterale und zervikale Bereiche sind in Abbildung 7 dargestellt. Mit der rein rotierenden Präparation (ROT) wurden lateral im Vergleich zu den anderen Techniken signifikant weniger defektfreie (Score A) oder defektarme (Score B) Randbereiche gefunden ( $p \leq 0,05$ ). Bezüglich der zervikalen Randqualität wurden nur zwischen der Technik mit der Cavishape-Feile und beiden Sonoabrasiv-Methoden (VAR 60 und VAR 70) Unterschiede in Form von höhe-

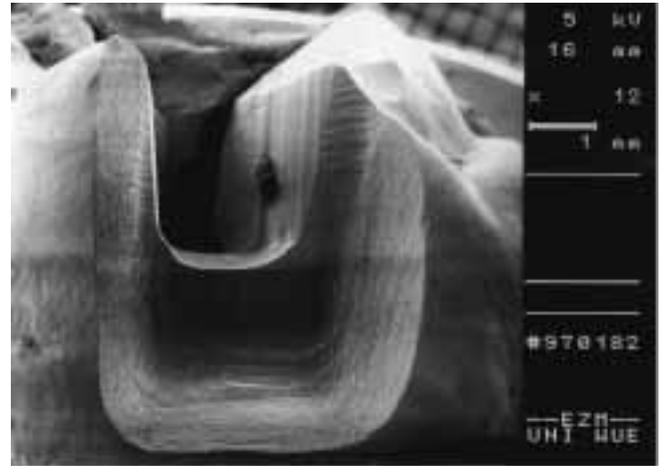


Abb. 5 Die REM-Ansicht der Adhäsivinkavität nach Präparation mit Sonicprep Vario 75 zeigt einen gleichmässig gerundeten Übergang zwischen lateraler und zervikaler Kavitätenwand. Vergrößerung 12:1

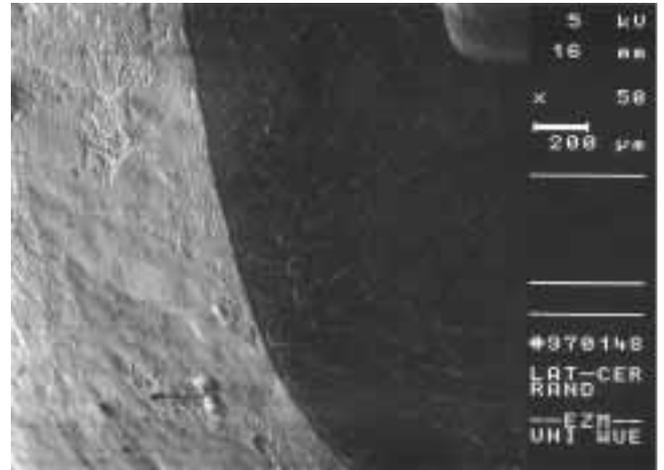


Abb. 6A Approximo-zervikale Kurvatur nach Präparation mit Sonicprep Vario 60. Randqualität, Randverlauf und Oberfläche wurden mit Score A bewertet. Vergrößerung 50:1

ren B-Bewertungen für die rotierende Finierung des Zervikalbereichs gefunden.

Die A-Bewertungen des lateralen *Randverlaufs* waren mit 81,4% für rotierende Präparation signifikant niedriger als nach Bearbeitung mit dem Vario-75-Ansatz mit 95,4%. Die rotierende Finierung der zervikalen Region (ROT) ergab häufiger B-Bewertungen (22%) als die sonoabrasiven Methoden (VAR 60: 7,1%; VAR 75: 0% ( $p \leq 0,05$ ), (Abbildung 8).

Tab. I Beurteilungskriterien für die approximalen Kavitätenränder und -wände bei Adhäsiv-Inlaypräparationen

	Randqualität REM-Vergrößerung 100-fach	Randverlauf REM-Vergrößerung 50-fach	Oberflächenqualität REM-Vergrößerung 50-fach
<b>Score A</b>	perfekter Rand	gleichmässiger Verlauf	75%–50% WF* ist plan
<b>Score B</b>	kleine Defekte ( $\leq 50 \mu\text{m}$ )	leicht unregelmässig, wellig	50%-25% WF* ist plan
<b>Score C</b>	grosse Defekte ( $\geq 50 \mu\text{m}$ )	stark unregelmässig, zackig	< 25% WF* ist plan
<b>Score D</b>	nicht beurteilbar	nicht beurteilbar	nicht beurteilbar

\* Beurteilung der Kavitätenwandflächen (WF) angrenzend an den Kavitätenrand

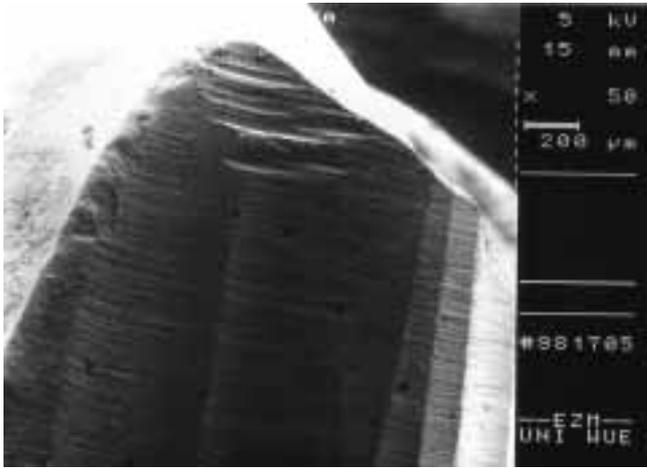


Abb. 6B Laterale Wand nach rotierender Finierung. Die stark wellige Oberfläche wurde mit Score C bewertet. Vergrößerung 50:1



Abb. 6C Approximo-zervikale Krümmung nach rotierender Finierung und Instrumentierung mit Cavishape-Feile. Randqualität und Randverlauf wurden mit Score B bewertet. Vergrößerung 50:1

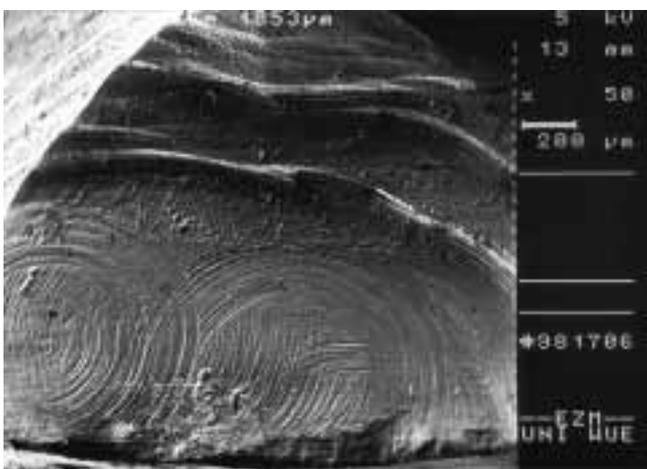


Abb. 6D Zervikale Bodenfläche nach rotierender Finierung mit stirnbelegtem Schleifer. Randqualität wurde mit Score B bewertet. Vergrößerung 50:1

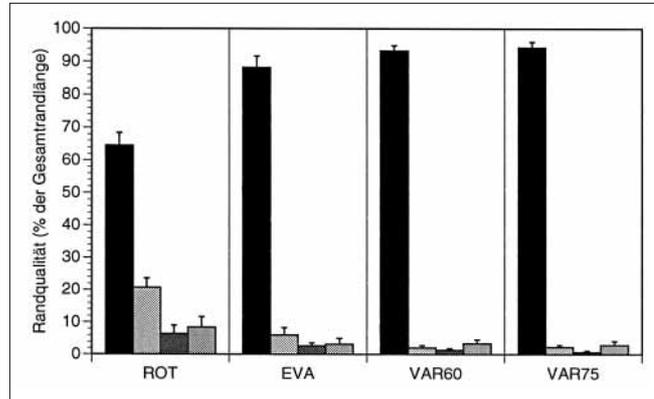


Abb. 7A Randqualität der lateralen Kastenwände

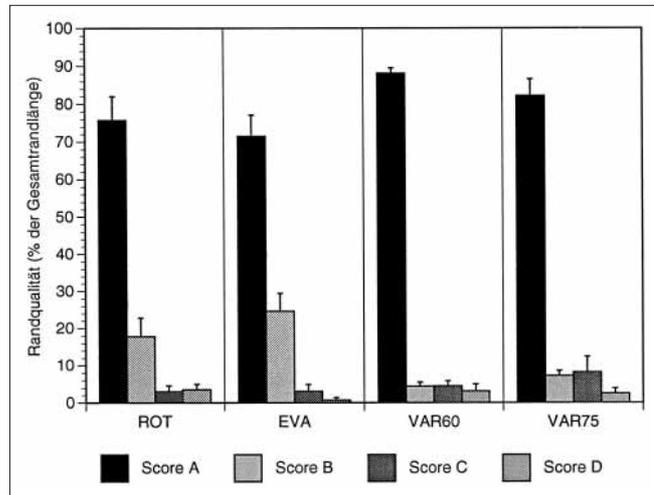


Abb. 7B Randqualität der zervikalen Kastenwände

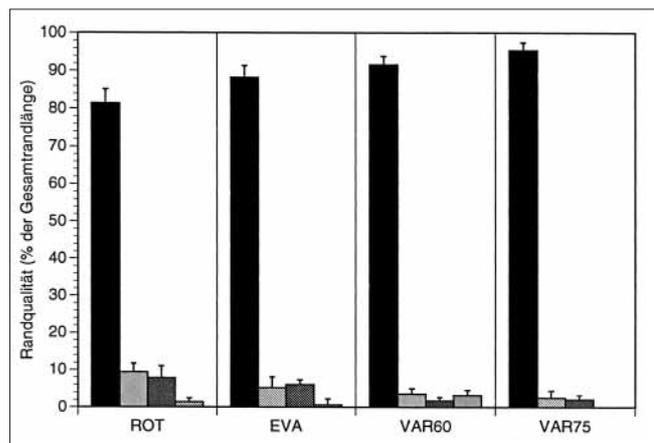


Abb. 8A Randverlauf der lateralen Kastenwände

Die Ergebnisse zur lateralen Flächenbewertung ergaben hoch signifikante Unterschiede mit niedrigen A- und höheren C-Bewertungen für das rotierende Verfahren (ROT). Die rotierende Finierung der zervikalen Stufe (ROT und EVA) wurde bezüglich Score A und Score C schlechter bewertet als das sonoabrasive Verfahren (Abbildung 9).

Die Bearbeitungszeiten mit den Vario-Ansätzen waren mit ca. 1,5 min deutlich kürzer als nach rotierender bzw. Feileninstrumentierung (Abbildung 10).

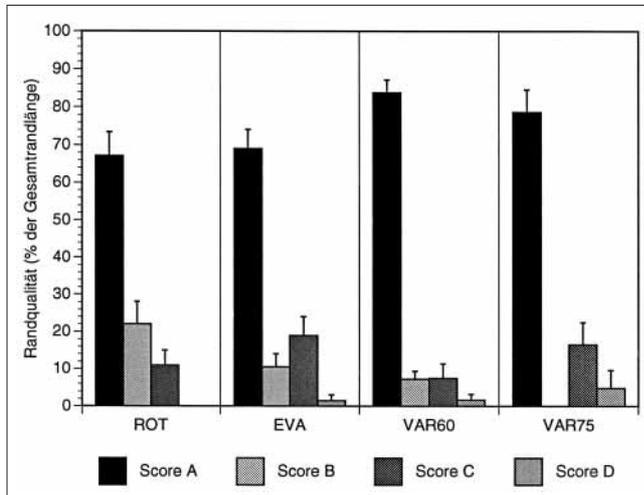


Abb. 8B Randverlauf der zervikalen Kastenwände

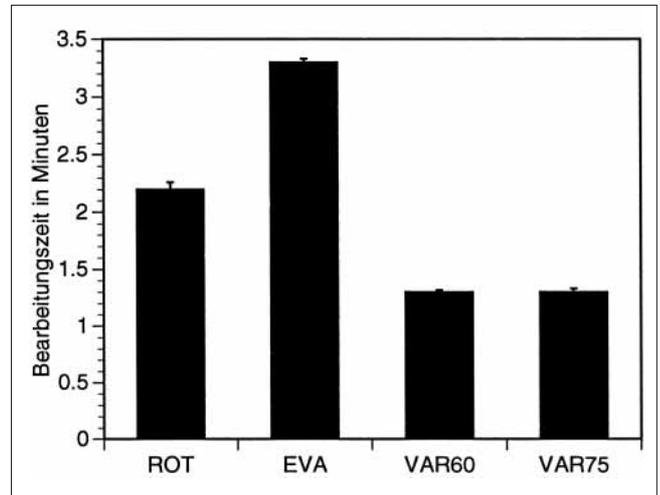


Abb. 10 Bearbeitungszeit für die Finierpräparation

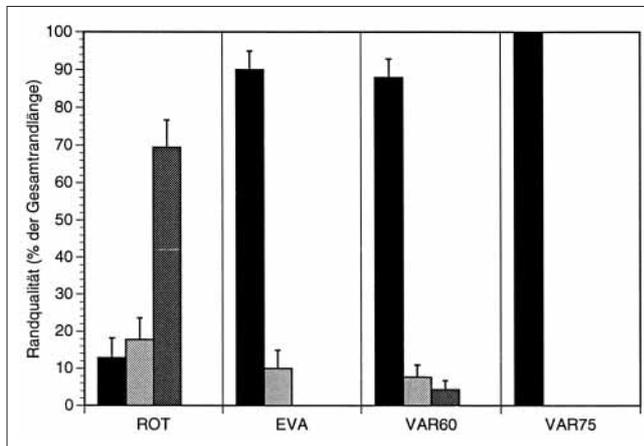


Abb. 9A Oberflächenqualität der lateralen Kastenwände

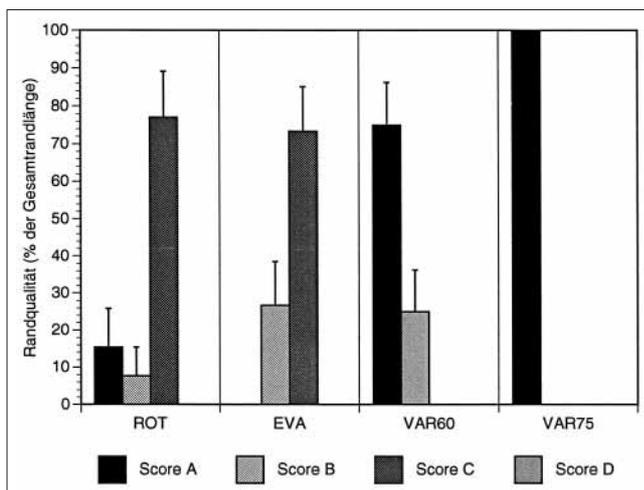


Abb. 9B Oberflächenqualität der zervikalen Kastenwände

## Diskussion

Adhäsiv befestigte Inlays und Onlays sind heute als Restaurationstechniken für die Sekundärversorgung im Seitenzahnbereich wissenschaftlich anerkannt (SCHMALZ et al. 1994).

Klinisch kontrollierte Langzeitstudien zu adhäsiv befestigten Komposit- oder Keramikinlays stehen, wenn die Liegedauer der Restaurationen mehr als 4 oder 5 Jahre betragen soll, nur in begrenztem Umfang zur Verfügung. Die Misserfolgsraten dieser Untersuchungen variieren mit 3,9% und 15% (KANZLER & ROULET 1996, WALTHER & REISS 1996, VAN DIJKEN et al. 1998). VAN DIJKEN und Mitarbeiter (1998) erklären diese ausgeprägte Variabilität durch Faktoren wie Anwendung unterschiedlicher Materialien, Techniksensitivität des Verfahrens, Behandlungseinfluss und Einfluss der Präparationen und des Befestigungsverfahrens (MILLEDING et al. 1995).

Bedingt durch die geringe strukturelle Stabilität und die von der Tragedauer bzw. der Belastung abhängende Ermüdung der Inlaywerkstoffe, ist die konsequente Anwendung der Adhäsivtechnik ein Hauptaspekt zur Vermeidung von Misserfolgen. Die Planung und Ausführung der Kavitätenpräparation kann als weiterer bedeutender Faktor in diesem Zusammenhang betrachtet werden. Durch die Präparationsmassnahmen werden die Eigenstabilität und die Spannungsentwicklung sowohl der Restzahnsubstanz als auch des Inlays, die Passgenauigkeit und damit die Breite der Kompositfuge sowie durch die Kavitätenrandgestaltung die Qualität und Dauerhaftigkeit der adhäsiven Verbundes wesentlich beeinflusst. Die Präparationsempfehlungen in der Literatur basieren hauptsächlich auf der klinischen Erfahrung der Autoren (NATHANSON 1987, SOOM 1987, JÄGER et al. 1988, ROULET & HERDER 1989, FUZZI et al. 1989), und nur selten liegen wissenschaftliche Untersuchungen zur Absicherung der Empfehlung vor (HICKEL & KUNZELMANN 1990).

Da die Hauptindikation von Adhäsivinlays oder -onlays im Ersetzen von (Amalgam-)Restaurationen besteht, ist die grundsätzliche Kavitätenform bereits vorgegeben. Vorbestehende, zumeist nach Black'schen Regeln (BLACK 1908) präparierte kastenförmige Kavitäten müssen zur Eingliederung eines Festkörpers konisch umpräpariert werden. Die für Adhäsivinlays empfohlenen Divergenzwinkel für okklusale und approximale Kästen variieren zwischen 0° und 10° (FUZZI et al. 1989, BANKS 1990, KREJCI et al. 1991, SCHÄFFER & HÖLBLING 1990). Die empfohlenen Kavitätenrandwinkel liegen zwischen 90° und 120°. Die Mindestschichtstärke der Restaurationen sollte je nach Lokalisation zwischen 1,0 mm und 2,5 mm (NATHANSON 1987, ROULET & HERDER 1989) betragen. Für intraoral hergestellte Kompositinlays wird sogar ein grösserer Divergenzwinkel von mindestens 15°–18° empfohlen (DIETSCHI & SPREAFICO 1997),

um die Inlays nach der Modellation wieder aus der Kavität entfernen zu können. Zu berücksichtigen ist bei diesen Techniken dann allerdings, dass durch stark divergente Präparationsgestaltung die okklusale Restaurationsextension deutlich zunimmt und damit die Frakturgefahr des restaurierten Zahnes erhöht wird (BURKE et al. 1993).

In einer Untersuchung von MOSCOVICH und Mitarbeitern (1998) entfernten die 20 teilnehmenden Zahnärzte bei der konventionell-rotierenden Umformung von Amalgamkavitäten in Inlaykavitäten im Durchschnitt mehr als doppelt so viel Zahnsubstanz als zur Entfernung der Unterschnitte nötig gewesen wäre.

In einer eigenen Studie zur «Kavitätenpräparation klinisch eingesetzter Adhäsivinlays» (ZEHNDER 1998) wurden je 100 Modellstümpfe aus Privatpraxen bzw. von Universitätsassistenten vermessen und analysiert. Auch aus dieser Untersuchung geht hervor, dass bei der klinischen Umsetzung einer idealisierten Inlaykavität die Hauptproblematik bei der approximalen Präparation zu suchen ist.

Die Neuentwicklung sonoabrasiver Präparationsansätze für Adhäsivinlays sollte daher unter der Prämisse «Substanzschonung» exakte Kavitätengeometrien bei geringer Techniksensitivität ermöglichen. Die Vario-Ansätze können durch den flächigen Präparationskontakt relativ einfach achsengeneigt ausgerichtet und gehalten werden. Die hierbei entfernte Zahnsubstanz beschränkt sich auf das zur Übertragung der Ansatzform notwendige Minimum. Der Präparationsfortschritt kann durch Unterbrechen der Sonoabration kontrolliert und bei einfachem Wiederaufnehmen der vorhergegangenen Ansatzposition fortgesetzt werden. Wird der Ansatz nicht geschwenkt, überträgt sich dessen Divergenzwinkel auf die Kavität. Zu grosse substanzfordernde Divergenzen können so verhindert werden. Der zervikale Divergenzwinkel der Vario-Ansätze geht von 4° ab der Instrumentenmitte in einen 8°-Winkel über. Bei profunden Präparationen wird so durch die Zunahme der Divergenz die Handhabung der Inlays erleichtert. Der Kantenwinkel der Vario-Präparationsansätze beträgt lateral 60° sowie zervikal 60° bzw. 75°. Durch die Ausführung der Ansätze und in geringem Mass durch deren Positionierung beim Präparieren werden die Kantenwinkel der Komposit- oder Keramikrestorationen in einem Bereich von 55° bis 90° liegen. Dünn auslaufende und damit bruchanfällige Inlayränder können somit vermieden werden.

Es ist bekannt, dass konventionelle Kastenpräparationen durch z.T. ungestützte oder überwiegend parallel angeschnittene Schmelzprismen (BOYDE 1985) zu schlechten Schmelzätzmustern führen (MUNECHIKA et al. 1984, SCHÄFFER 1993). Bei der Adhäsivinlay-Technik kommt es, im Gegensatz zur direkten Technik, durch die relativ geringe Schichtdicke des Befestigungskomposits zur Verringerung der Polymerisationskontraktion und damit nicht zu negativen Auswirkungen auf die Randqualität der Restauration (HUGO 1996). Techniken, die das Abschrägen der Schmelzränder unmittelbar vor der adhäsiven Eingliederung empfohlen haben, konnten sich nicht durchsetzen (FETT et al. 1991).

Die Anwendung von sonoabrasiven Ansätzen mit 90° Kantenwinkel führte bei ca. 50% der approximalen Kastenränder zu kleinen und grösseren Schmelzausplatzern (HUGO et al. 1996). Die Ergebnisse dieser Untersuchung hingegen zeigen, dass sich bereits eine Verkleinerung des kritischen 90°-Kantenwinkels um 15° bis 30° positiv auf die Qualität der Schmelzränder auswirkt. Über 82% der Randbereiche waren nach Bearbeitung mit dem Vario 60 und Vario 75 defektfrei. Auch mit der Cavishape-

Feile bearbeitete Kavitätenwände waren weitestgehend defektfrei. Obwohl die lateralen und zervikalen Randbereiche bei der rotierenden Technik mit Feinkornschleifern nachfiniert wurden, kam es relativ häufig, in ca. 27% der Randlänge, zu Schmelzdefekten. Primär durch Schmelzausplutzer vorgeschädigte Randbereiche lassen auf eine Gefügebrauchung der angrenzenden Schmelzstruktur schliessen und erhöhen damit das Risiko für ein späteres Versagen der adhäsiven Verbundzone.

Durch das Präparationsinstrumentarium bedingte *Unregelmässigkeiten der lateralen und zervikalen Kastenwände* wurden durch das «Flächenkriterium» erfasst. Starke Abweichungen, insbesondere in den randnahen Wandpartien, führen ebenso wie Abweichungen von einem geradlinigen *Randverlauf* zu undeutlichen Präparationsgrenzen und lösen – in der Abfolge Abdrucknahme, Modell- und Restaurationsherstellung sowie Einprobe und Befestigung – eine ganze Reihe von Problemen aus. Im Rahmen der technischen Herstellung der Inlayrestorationen entstehen dann unterdimensionierte oder übermodellerte Randbereiche. Bereits bei der Einprobe führen übermodellerte Ränder und unregelmässige Oberflächen zum Verkleben der Restauration und lassen keine passgenaue Endposition zu. Wird bei der Einprobe oder dem Einsetzen dann die Einsatzkraft erhöht, können diese «Übermodellationen» inklusive weiterer Randalteile von Inlay oder Zahn frakturieren.

Gleichmässige «scharfkantige» Randverläufe und ebene Wandflächen sollten auf Grund passgenauer Restaurationen dünne homogene Schichtstärken des Befestigungskomposits ermöglichen, und damit sollte eine gleichmässige Verteilung der Polymerisationsspannung erreicht werden. Das Ausmass der Polymerisationsspannung nimmt mit der Breite der Klebefuge zu und kann so durch passgenaue Versorgungen klein gehalten werden (KUNZELMANN & HICKEL 1990).

Der Vergleich der verschiedenen Methoden ergab signifikant günstigere *Flächenbewertungen* für die oszillierenden Techniken gegenüber den rotierenden Finierverfahren. Der Vario-75-Ansatz erreichte lateral wie zervikal zu 100% perfekte Bewertungen und schnitt tendenziell besser als der Vario-60-Ansatz ab. Während die laterale Wandbearbeitung der Technik mit der Cavishape-Feile gut bewertet wurde, imponierten für die rotierende zervikale Finierung wie auch für die rein rotierende Technik über 70% C-Bewertungen. Auf die Bedeutung der zervikalen Passgenauigkeit einer Restauration und die Risiken der Sekundärkariesentwicklung gerade in dieser Region wurde bereits hingewiesen. Bei der Bewertung der *lateralen Randverläufe* können alle Methoden als gut eingestuft werden, wobei der Vario-75-Ansatz signifikant besser als das rotierende Verfahren abschneidet. Die Ergebnisse zervikal ergaben tendenzielle Vorteile für die sonoabrasive Instrumentierung.

Die *Konturübergänge* zwischen den verschiedenen Kavitätenwänden wie auch die Ausführung der approximo-zervikalen Krümmung lassen sich nur schwer quantitativ erfassen. Die umlaufende Präparationsfläche der Vario-Ansätze geht mit gleichmässigen Rundungen in die plane Rückseite über. Die ausgeprägte Rundung der Krümmung verbindet zervikale und laterale Wandanteile. Bei der Umformung der Ausgangskavität bilden sich die Merkmale des sonoabrasiven Ansatzes, und damit die deutlich abgerundeten Übergänge, auf die Zahnsubstanz ab. Dies wurde durch die rasterelektronenmikroskopische Auswertung bestätigt.

Bei der rotierenden Finierung überträgt sich die Abrundung der Stirnseite des Schleifers auf die Zahnsubstanz. Die hieraus resultierenden Kastenkavitäten wiesen eher scharfkantig begrenzte Eckpräparationen auf. Auch die Bearbeitung mit der

rund abgebogenen Cavishape-Feile führte im Kurvaturbereich nicht zu flächig gerundeten Übergängen. Die Übergangsbereiche hatten einen relativ kleinen Radius und waren zum Teil nicht formverändernd mit dem Feilenende bearbeitet worden. Diese Ergebnisse stimmen mit klinischen Resultaten zur Cavishape-Anwendung überein (LUSSI et al. 1992).

Spannungsoptische Untersuchungen zu «klassischen» Kastenkavitäten mit scharfkantig begrenzten Ecken oder abgerundeten Übergängen zeigten das Vorkommen von Spannungsspitzen bei der erstgenannten Gruppe und führten zur Empfehlung von gerundeten Präparationsformen (SCHREIBER & MOTSCH 1968, GUARD et al. 1968, JOHNSON et al. 1968). Scharfe Konturübergänge können auch in sprödebrüchigen Keramikrestaurationen unter funktionellen Belastungen zu Kerbspannungen mit Rissinduktionen oder Risswachstum führen (HAHN 1999). In einer Studie von HICKEL & KUNZELMANN (1990) wurde der Einfluss der approximalen Kavitätenpräparation auf die Randspaltbreite bei Cerec®-Inlays untersucht. Bei runden U-förmigen Kastenpräparationen traten hoch signifikant kleinere Randspalten als bei eckigen Kavitäten auf. Die grössten Spaltbreiten wurden im Bereich der «Eckpunkte» gemessen.

Im klinischen Alltag spielt der Zeitfaktor für die Wirtschaftlichkeit einer Methode eine bedeutende Rolle. Während die ausschliesslich rotierende Präparation und die Cavishape-Instrumentierung sich bezüglich des Zeitaufwands nur geringfügig unterschieden, war bei Anwendung der Vario-Ansätze die Finierzeit durchschnittlich um 40%–50% verkürzt.

## Wertung

- Das rotierende Instrumentarium führte bei approximalen Kastenkavitäten häufiger zu Randdefekten und zu sehr unregelmässigen Oberflächen. Die lateral zervikalen Übergänge der Kurvatur waren eckig ausgeführt.
- Unter Verwendung der Cavishape-Feile erhielten wir gleichmässige Seitenwände, während zervikale Unregelmässigkeiten der Oberfläche durch das rotierende Instrumentarium bestimmt wurden.
- Die speziell für die Präparation bei Adhäsivinlays entwickelten Vario-60- und Vario-75-Ansätze führten reproduzierbar zu Kastenkavitäten mit geringer Divergenz gegen okklusal und abgerundeten Konturübergängen. Bezüglich der verschiedenen Beurteilungskriterien *Randqualität, Randverlauf, Flächenbewertung und Bearbeitungszeit* wurden tendenziell oder signifikant bessere Ergebnisse beim sonoabrasiven Verfahren dokumentiert. Dem Erhalt des zervikalen Schmelz-pools wird durch den Randwinkel des Vario-75-Ansatzes eher Rechnung getragen. Dieser sollte daher dem Vario-60-Instrument vorgezogen werden.

## Summary

BURKARD HUGO, ALEXANDROS STASSINAKIS, VERENA KONOPIK and BERND KLAIBER: **New preparation method for class II adhesive inlays – comparison of sonoabrasive and conventional techniques in vitro** (in German). *Acta Med Dent Helv* 5: 111–118 (2000)

The purpose of this study was to compare a new method for preparation of class II adhesive inlays to conventional methods and to evaluate the margin and surface quality. The new partially diamond-coated preparation tips vibrated at a high frequency in the sonic range (6.5 kHz) and were driven by a pneumatic Aircaler (Sonicflex 2000N, KaVo, Biberach, Germany). In this in

vitro study two different sonoabrasive tips for class II box shaped cavities were compared with rotating preparation technique with finegrit diamond instrument and another oscillating technique, based on the EVA-System and the diamond-coated Cavishape-File. The sonoabrasive tips had a four-edged cross-section and a 60-degree marginal angle or 75-degree marginal angle.

With each method eight preparations were cut in a model on natural teeth with standardized proximal «box cavities». The margins and surfaces were evaluated quantitatively in the SEM. After preparation with oscillating tips, about 90% perfect lateral margins were found. The differences to rotating methods were significant. Also preparations with oscillating instruments showed a significantly better quality of cavity surfaces. We conclude that the newly designed sonoabrasive tips for adhesive inlays allowed the preparation of interproximal box shaped cavities with excellent finished margins, equal contours and surfaces.

## Résumé

Le but de l'étude était de comparer une nouvelle méthode de préparation de cavités de classe II pour inlays adhésifs à des méthodes de préparation conventionnelles, ainsi que d'évaluer la qualité respective des marges et de la surface. Les nouveaux embouts de préparation, partiellement diamantés, vibraient à haute fréquence dans la fourche sonique (6,5 kHz) à l'aide d'un Aircaler pneumatique (Sonicflex 2000N, KaVo, Biberach). Dans cette étude in vitro deux embouts sonoabrasifs différents pour cavités de classe II à forme de boxes ont été comparés à une technique de préparation rotative avec fraises diamantées à fins grains, ainsi qu'à une autre technique oscillante, basée sur le système EVA et les embouts diamantés Cavishape. Les embouts sonoabrasifs avaient un profil quadrangulaire et un angle marginal soit de 60 degrés, soit de 75 degrés.

Pour chaque méthode, huit préparations de cavités proximales de type «box» ont été réalisées sur un modèle avec dents naturelles. Les marges et les surfaces ont été évaluées quantitativement sous microscope électronique à balayage (MEB).

Après préparation avec embouts oscillants, environ 90% de marges latérales parfaites ont été enregistrées. Les différences par rapport aux méthodes rotatives étaient significatives. Les préparations effectuées avec instruments oscillants montraient également une qualité de surface supérieure. Il a été conclu que la nouvelle configuration d'embouts sonoabrasifs pour la préparation de cavités d'inlays adhésifs permettait d'effectuer des préparations de cavités proximales de type «box» caractérisées d'excellentes lignes de finition, de contours réguliers et d'une bonne qualité de surface.

## Literaturverzeichnis

- BANKS R G: Conservative posterior ceramic restorations: A literature review. *J Prosthet Dent* 63: 619–626 (1990)
- BLACK G V: Operative Dentistry; Vol I. Medico Dental Publishing Co., Chicago 1908
- BOYDE A: Anatomical considerations related to tooth preparation. In: VANHERLE G, SMITH D C (eds.) *Posterior composite resin dental restorative materials*. St. Paul: Peter Szulc Publishing, 1985: 377–403
- BURKE, F J, WISON N H, WATTS D C: Effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. *Oper Dent* 18: 230–234 (1993).

- DIETSCHI D, SPREAFICO R: Adhäsive metallfreie Restaurationen. Quintessenz Verlag, Berlin (1997): 67–69, 99\*, 146\*\*
- FETT H P, MÖRMANN, W H, KREJCI I, LUTZ F: The effect of short bevel and silanization on marginal adaptation of computer-machined mesio-occlusodistal inlays. *Quintessence Int* 22: 823–829 (1991)
- FUZZI M, BONFIGLIOLI R, DI FEBBO G, MARIN C, CALDARI R, TONELLI M P: Das Keramikinlay im Seitenzahnbereich: Klinisches Vorgehen und Labortechnik. *Int J Parodont Rest Zahnheilk* 9: 275–288 (1989)
- GUARD W, HAACK D, IRELAND R: Photoelastic stress analysis of buccolingual sections of Class II cavity restorations. *J Am Dent Assoc* 57: 631–635 (1968)
- HAHN R: Zahnfarbene Inlays. In: Heideman, D (Hrsg.) *Kariologie und Füllungstherapie*: 233, Urban & Schwarzenberg, München 1999
- HICKEL R, KUNZELMANN K-H: Der Einfluss der Kavitätenpräparation auf die Randspaltbreite bei Cerec®-Inlays. *Dtsch Zahnärztl Z* 45: 675–677 (1990)
- HUGO B, STASSINAKIS A, HOTZ P, KLAIBER B: Reproduzierbare Präparation standardisierter Klasse-II-Kavitäten. *Dtsch Zahnärztl Z* 51: 746–750 (1996)
- HUGO B: Neue Präparations- und Restaurationsmethoden zur defektbezogenen Versorgung approximaler Karies. Teil II. *Quintessenz* 47: 1057–1069 (1996)
- JÄGER K, MEIER H, HARDER P: Direktes Porzellan-Inlay. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 98: 501–507 (1988)
- JOHNSON E W, CASTALDI C R, GAU D J, WYSOCKI G P: Stress pattern in operatively prepared human teeth, studied by three-dimensional photoelasticity. *J Dent Res* 47: 548–558 (1968)
- KANZLER R, ROULET J-F: Margin quality and longevity in vivo of sintered ceramic inlays luted with adhesive techniques. In: *CAD/CIM in Aesthetic Dentistry*. (Ed.) MÖRMANN W H Quintessence Publishing, Chicago: 537–552 (1996)
- KREJCI I, LUTZ F, KREJCI D: Zahnfarbene Seitenzahnrestaurationen: *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 101: 1163–1168 (1991)
- KUNZELMANN K-H, HICKEL R: Spannungsentwicklung durch Polymerisations schrumpfung bei Komposite-Klebern. *Dtsch Zahnärztl Z* 45: 699–700 (1990)
- LUSSI A: Verletzung der Nachbarzähne bei der Präparation approximaler Kavitäten. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 1259–1264 (1995)
- LUSSI A, GYGAX M: Präparationstechnik zur signifikanten Minimierung von Nachbarzahnverletzungen. *Acta Med Dent Helv* 1: 3–6 (1996)
- LUSSI A, HUGO B, HOTZ P: The effect of 2 finishing methods on the micromorphology of the proximal box margin. An in vivo study. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 102: 1175–1180 (1992)
- MILLEDING P, ÖRTENGREN U, KARLSSON S: Ceramic inlay systems: some clinical aspects. *J Oral Rehab* 22: 571–580 (1995)
- MOSCOVICH H, KREULEN C M, CREUGERS N H J: Factors affecting post-operative sensitivity in Celay Ceramic Inlays. *J Dent Res* 78: 229 (Abstract No 0991) (1999)
- MOSCOVICH H, SNOEK P A, CREUGERS N H J: Substance loss in converting amalgam restorations into adhesive porcelaine inlays. Abstr. No 1220 IADR San Francisco, 1998
- MUNECHIKA T, SUZUKI K, NISHIYAMA M, OHASHI M, HORIE K: A comparison of the tensile bond strength of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prisms in human teeth. *J Dent Res* 63: 1079–1082 (1984)
- NATHANSON D: Etched porcelain restorations for improved esthetics, Part II: Onlays. *Compend Contin Educ Dent* 8: 105–109 (1987)
- ROULET J-F, HERDER S: Seitenzahnversorgung mit adhäsiv befestigten Keramikinlays. Quintessenz Verlag, Berlin 1989
- SCHÄFFER H, HÖBLING M: Vollkeramik-Restaurationen aus Optec Hsp. *Dental Labor* 38: 1593–1600 (1990)
- SCHÄFFER H: (Hrsg. SCHÄFFER H) *Keramikinlays. Materialkundliche und klinische Aspekte – Experimentelle Untersuchungen*. (Habilitationsschriften der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde) Quintessenz Verlag, Berlin 1993
- SCHMALZ G, FEDERLIN M, GEURTSSEN W: Sind Keramik-Inlays und -Veneers wissenschaftlich anerkannt? *Dtsch Zahnärztl Z* 49: 197–208 (1994)
- SCHREIBER S, MOTSCH A: Kritische Untersuchungen der klassischen Kavitätenpräparationsregeln mit Hilfe spannungsoptischer Verfahren. *Dtsch Zahnärztl Z* 23: 171–178 (1968)
- SOOM U: Glaskeramik. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 97: 1409–1416 (1987)
- VAN DIJKEN J W, HOGLUND-ABERG C, OLOFSEN A L: Fired ceramic inlays: a 6-year follow up. *J Dent* 26: 219–225 (1998)
- WALTHER W, REISS B: Six year survival analysis of Cerec restorations in a private practice. In: *CAD/CIM in Aesthetic Dentistry*. (Ed.) MÖRMANN W H Quintessence Publishing, Chicago: 199–204 (1996)
- WILKINSON L: *Systat. The system for statistics*. Systat, Evanston IL: 444 (1989)
- ZEHNDER M: Kavitätenpräparationen klinisch eingesetzter Adhäsivinlays. *Med Dissertation, Bern/Schweiz* (1998)