

Klinische Erfahrungen mit adhäsiv befestigten, glasfaserverstärkten Inlaybrücken

Auswertung einer prospektiven klinischen Studie nach 24 Monaten

Till Nicolaus Göhring, Patrick Schmidlin und Felix Lutz

Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Zürich

Zweitpublikation einer Arbeit der Autoren, Erstpublikation im *American Journal of Dentistry*

Schlüsselwörter:

Faserverstärkung, Komposit, Inlay, Brücke, Inlaybrücke

Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. Till Nicolaus Göhring
Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Zürich, Plattenstrasse 11, CH-8028 Zürich
Tel. 01/634 34 70 oder 01/634 32 84, Fax 01/634 43 08

(Texte français voir page 135)

qualität war im ersten Jahr statistisch signifikant ($p < .001$) aber nicht mehr zwischen den Resultaten der 1- und 2-Jahres-Untersuchung. Bevor adhäsive Komposit-Inlaybrücken als Standardversorgung empfohlen werden können, müssen die physikalischen Eigenschaften der Materialien verbessert werden.

Einleitung

Eine Vielzahl neuer Materialien für metallfreie, zahnfarbene Rekonstruktionen sind in den vergangenen Jahren auf den Markt gekommen. Wie es üblich geworden zu sein scheint (HELLWIG

Im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie wurden 40 adhäsive, glasfaserverstärkte Inlaybrücken untersucht. Die Brücken wurden mit dem Targis- und Vectris-Faserverbund-Kompositsystem angefertigt und mit einer ultraschallunterstützten, hochviskösen Insertionstechnik mit Restauraionskomposit (Tetric Ceram/Tetric) eingesetzt. Vierzig Brücken wurden klinisch nach einem Jahr und 25 nach zwei Jahren anhand modifizierter USPHS-Kriterien nachuntersucht. Fünf- und zwanzig als Brückenanker dienende Inlays und 12 Brückenglieder wurden quantitativ im Rasterelektronenmikroskop untersucht und statistisch ausgewertet (ANOVA). Obwohl die meisten Brücken klinisch gut oder sehr gut bewertet wurden, mussten vier Brücken ersetzt werden: Bei zwei Brücken hatte sich ein Ankerinlay gelöst und bei zwei Brücken war das Verblendmaterial komplett vom Glasfasergestüt abgesichert. Zwei weitere Abscherungen von Verblendmaterial wurden intraoral repariert. Frakturen von Glasfasergestüben wurden nicht beobachtet. Die rasterelektronenmikroskopische Randalanalyse an der Grenzfläche Zahnhartsubstanz zu Befestigungskomposit zeigte $96,5 \pm 3,0\%$ kontinuierlichen Rand zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung, $91,0 \pm 5,7\%$ nach einem Jahr und $89,6 \pm 5,2\%$ nach 2 Jahren. Der Rückgang der Rand-

1998), waren bei der Markteinführung der meisten Materialien nur sehr wenige In-vitro-Daten und praktisch keine klinischen Daten verfügbar. Bis heute beschränkt sich das Datenangebot auf einige In-vitro-Studien, Vorstellungen von klinischen Konzepten (BEHR et al. 1999, FREILICH et al. 2000, GÖHRING et al. 2001) und Fallberichte (ROSENTHAL et al. 1997, VALLITTU 1999). Über das klinische Langzeitverhalten der Materialien gibt es nach wie vor keine Informationen. Studien über einen Beobachtungszeitraum von ein bis zwei Jahren sind die einzigen klinischen Informationen (GÖHRING et al. 1999b, GÖHRING et al. 1999c, VALLITU et al. 2000, GÖHRING et al. 2001)

Da die angegebenen physikalischen Eigenschaften viel versprechend klangen, schien es möglich zu sein, mit diesen Materialien die Idee der konservativen Inlaybrücken aus den frühen 1960er Jahren wieder aufzugreifen (SINGER 1968, BOITEL 1969). Durch die Möglichkeit, mit einer erprobten Adhäsivtechnik auf retentive Präparationen verzichten zu können, schienen sogar deutlich zierlichere Ankerkavitäten-Präparationen möglich zu sein (GÖHRING et al. 1999a). Daher startete 1997 an der Universität Zürich eine prospektive klinische Studie mit glasfaserverstärkten Inlaybrücken (GÖHRING et al. 1999a, GÖHRING et al. 1999b). Ziel dieser Studie war es, das klinische Potenzial glasfaserverstärkter Inlaybrücken aus Komposit zu evaluieren.

Material und Methode

Sechzig glasfaserverstärkte Komposit-Inlaybrücken wurden im Rahmen einer klinischen Studie zwischen März 1997 und März 1999 eingegliedert. Die Studie war von der Ethikkommission der Universität Zürich genehmigt worden. Die Patienten wurden schriftlich und mündlich über die Studie aufgeklärt und erteilten eine schriftliche Einwilligung. Vor Behandlungsbeginn wurde eine ausführlicher dentaler Befund dokumentiert, der dentale, parodontale, funktionelle und röntgenologische Untersuchungen beinhaltet. $21,9 \pm 18,8$ Tage nach Eingliederung der Brücken wurden die «Baseline»-Untersuchungen durchgeführt. Vier Patienten konnten nicht für die «Baseline»-Untersuchung aufgebeten werden und mussten aus der Studie ausgeschlossen werden. Die Nachuntersuchungen begannen im Mai 1998 und werden mit dem gleichen Protokoll über voraussichtlich 5 Jahre weitergeführt. Bis März 2000 wurden 29 Patienten – 13 Frauen im Alter zwischen 30 und 66 und 16 Männer zwischen 19 und 66 – mit 40 Inlaybrücken, die eine Tragezeit von $14,6 \pm 3,2$ Monaten aufwiesen, nachuntersucht. Neunzehn Patienten – 9 Frauen und 10 Männer – mit 25 Inlaybrücken wurden nach $14,6 \pm 3,2$ und $24,9 \pm 2,9$ Monaten nachuntersucht.

Präparation der Ankerkavitäten

Die Pfeilerzähne wurden unter der Prämisse präpariert, so wenig gesunde Zahnhartsubstanz wie möglich zu entfernen. In den meisten Fällen wurden bestehende Restaurationen entfernt und die Kavitäten ohne weitere Modifikationen als Ankerkavitäten verwendet. Wenn die Pfeilerzähne kariesfrei waren oder nur initiale kariöse Läsionen aufwiesen, wurden Slot-Präparationen angelegt, die es ermöglichten, den zur Verstärkung der Brücke notwendigen Glasfaserstrang mit einer mindestens 1 mm dicken Verblend-Komposit-Schicht zirkulär zu ummanteln (Abb. 1). Nach der Grobpräparation wurde das Dentin mit einem 3-Komponenten-Adhäsivsystem (Syntac Classic & Heliobond, Ivoclar-Vivadent AG, Schaan, FL) versiegelt. Daraufhin wurden die Präparationsgrenzen mit diamantierten Ultraschallansätzen (VIP-Set 4294, Komet, Besigheim, D) und einem Ultraschallgerät (Mini Piezon, EMS, Nyon, CH) (GÖHRING et al. 1999a, GÖHRING et al. 1999b). Bei der Präparation der Pfeilerzähne wurde bei devitalen und vitalen Pfeilerzähnen gleich vorgegangen. Es wurde vorgezogen, diese Zähne durch adhäsive Techniken zu stabilisieren, statt die Zahnhartsubstanz mit Stiftaufbauten oder Schrauben zu schwächen.

Nach der Abformung (Permadyne, Espe, Seefeld i. Obb., D) und provisorischer Versorgung (Vectris Pontic, Fermit, Ivoclar-Vivadent AG, Schaan, FL) wurden die Werkstücke mit einem vereinfachten, auf die Anforderungen für Inlaybrücken abgestimmten Verfahren hergestellt. Das Glasfasergerüst (Vectris, Ivoclar-Vivadent AG) wurde mit dem Feinhybrid-Komposit Targis (Ivoclar-Vivadent



Abb. 1 Slot-Inlay-Präparationen als Ankerkavitäten. Die Brücke zum Zeitpunkt der 12-Monats-Nachuntersuchung klinisch und im REM. Auf dem REM-Bild sind die Bereiche markiert, die in den Abbildungen 2 bis 4 im Detail dargestellt sind.

Fig. 1 Préparations de type «slot» servant de cavités d'ancrages pour les inlays. Vues cliniques et au MEB du bridge au moment du contrôle 12 mois après la pose. Sur le cliché MEB sont marquées les zones illustrées en détail dans les Fig. 2 à 4.

AG) verblendet (GÖHRING et al. 1999a, GÖHRING et al. 1999b). Nach der Vergütung wurde die abschliessende Hochglanzpolitur mit Gummirädern (EXA Dental Universal Polierer, Edenta, Au, CH), Filzrädern (Diafix ALPHA, Kerr, Romulus, Michigan, USA), selbstabradierenden Bürstchen (Multifix V, Kerr) und einem Baumwollschwabbel (Polirapid, Singen, D) durchgeführt.

Adhäsive Befestigung

Nach der Entfernung des Provisoriums wurden die Ankerkavitäten mit rotierenden Nylon-Bürstchen (Hawe Neos, Bioggio, CH) und Wasserspray gereinigt. Wenn Präparationsgrenzen im Dentin lagen, wurden diese noch einmal vorsichtig mit Ultraschallansätzen (VIP-Set 4294 Komet, Besigheim, D) nachfiniert (PETERS et al. 2000). Die Brücke wurde zur Probe in die Kavitäten gesetzt und auf Farbe, Passgenauigkeit und Schleimhautkontakt überprüft. Eine Okklusionskontrolle wurde zu diesem Zeitpunkt nicht durchgeführt. Nachdem Kofferdam angelegt worden war, wurden die Kavitätenränder konditioniert (GÖHRING et al. 1999a, GÖHRING et al. 1999b). Zur besseren Benetzung wurde abschliessend die gesamte Kavität und die Präparationsgrenzen mit Heliobond bedeckt. Das Bond wurde mit ölfreier Luft gleichmässig ausgedünnt und Restaurationskomposit wurde mit Cavifil-Patronen appliziert und mit einem Kugelstopfer (MB 2, Deppeler, Rolle, CH) sorgfältig in den Ankerkavitäten verteilt. Auf Grund der Ergebnisse der 1-Jahres-Nachuntersuchung wurde das Einsetzkomposit von Tetric Ceram auf Tetric (beide Ivoclar-Vivadent AG) umgestellt. Die sehr trockene Konsistenz zeigte Benetzungsschwierigkeiten vor allem an der Grenzfläche Einsetzkomposit zu Werkstück (GÖHRING et al. 1999b). Die Brücken wurden in das hochvisköse, rein lichtpolymerisierende Kompositmaterial gesetzt und mit Hilfe von Ultraschall (SP-Tip, Minipiezon, EMS) in die Kavität versenkt. Nach der Überschussentfernung und einer abschliessenden Ultraschallanwendung wurde das Komposit mit einem geringen Überschuss polymerisiert. Die Polymerisation erfolgte transdental mit einer leistungsstarken Polymerisationslampe mit mindestens 1000 MW/cm^2 (Optilux 500 mit «Turbo»-Lichtleiter, Demetron Inc, Danbury, CT/USA) (GÖHRING et al. 1999a, GÖHRING et al. 1999b). Die geringen okklusalen Überschüsse wurden entfernt und nachdem Kofferdam entfernt worden war, wurde die Okklusion überprüft und falls notwendig mit

Feinstkorndiamanten korrigiert (8 µm Diamant FG9205, Intensiv, Viganello, CH). Die approximale Überschussentfernung wurde mit EVA-Feilen (Proxoshape 40, 15 und 8 µm, Intensiv) und flexiblen Disks (Soflex, 3M, St. Paul, MN/USA) durchgeführt. Abschliessend wurden alle bearbeiteten Bereiche mit selbstabrasiven Bürstchen (Occlubrush, Hawe Neos) poliert und die Zähne fluoridiert (Elmex fluid, Gaba AG, Therwil, CH).

«Baseline», 1- und 2-Jahres-Untersuchung

Die «Baseline»-Untersuchungen wurden durchschnittlich $21,9 \pm 18,7$ Tage nach dem Einsetzen der Brücken durchgeführt. Im Rahmen der «Baseline», 1-Jahres ($14,6 \pm 3,2$ Monate)- und 2-Jahres ($24,9 \pm 2,9$ Monate)-Nachuntersuchungen wurden die okklusale Kontakte und die Farbe und Oberfläche der Werkstücke und der Fuge überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Die Vitalität der Pfeilerzähne wurde mit CO²-Schnee getestet und die Brücken wurden anhand modifizierter USPHS-Kriterien bewertet (RYGE & SCHNEIDER 1973). Da Plaque Wachstum und Gingiva-zustand, gemessen mit dem Plaque-Index (PI) (LÖE & SILNESS 1963) und dem Gingiva-Index (GI) (SILNESS & LÖE 1964) im Rahmen der 1-Jahres-Nachuntersuchung an den Pfeilerzähnen keinen signifikanten Unterschied zu Kontrollzähnen zeigte (GÖHRING et al. 1999b, GÖHRING et al. 1999c), wurden diese Befunde im Rahmen der 2-Jahres-Nachuntersuchung nicht ausgewertet. Im Rahmen der «Baseline» und 2-Jahres-Recalls wurden digitale Röntgenaufnahmen angefertigt und auf Hinweise auf Über- oder Unterschüsse, Randspalten und Sekundärkaries überprüft (Digora FMX, Orion Corp. Soredex, Helsinki, SF). Um Veränderungen in der marginalen Adaptation zu quantifizieren, wurden bei jedem Recall Abformungen der okklusale, bukkale, oralen und – soweit möglich – approximalen Flächen angefertigt (President light, Surface activated, Coltène/Whaledent, Altstätten, CH). Dafür wurden Restaurationen und Pfeilerzähne mit rotierenden Nylonbürstchen (Hawe Neos), Zahnpasta (Signal AntiCaries, Lever-Fabergé, Zug, CH) und viel Wasser gereinigt. Zum Zeitpunkt des 1-Jahres-Recalls wurden randomisiert 12 Brücken mit 25 Pfeilerzähnen für die rasterelektronenmikroskopischen Follow-up-Analysen ausgewählt. Replika wurden aus Epoxid-Harz angefertigt (Stycast 1266, Emersum&Cuming, Westerlo, B) und mit Gold bedampft (Sputter SCD 030, Balzers Union, Balzers, FL). Die marginale Adaptation wurde sowohl an der Grenzfläche Zahnhartsubstanz zu Befestigungskomposit als auch an der Grenzfläche Befestigungskomposit zu Werkstück quantitativ durch einen sorgfältig kalibrierten Untersucher am Rasterelektronenmikroskop (REM; Amray 1810/T, Amray Inc., Bedford, Mass./USA) bei 200facher Vergrößerung analysiert. Die Kriterien «Kontinuierlicher Rand», «Randspalt», «Schmelzrandfraktur» und «Kompositfraktur» wurden untersucht und als Prozentsatz der gesamten untersuchten Randlänge angegeben (Abb. 2 und 3). Aus technischen Gründen konnten nur okklusale und direkt zugängliche Anteile der approximalen Randanteile analysiert werden. Die REM-Analyse begann mit den 1-Jahres-Replikas, da auf Grund des polymerisierten Überschusses an Bond (Heliobond) es manchmal schwierig war, die gesamte Randlänge auf den «Baseline»-Replikas zu identifizieren. Die 1-Jahres-Replikas wurden mit den «Baseline»-Replikas verglichen und es wurde geplant, diese nach den gleichen Kriterien nach 2, 3 und 5 Jahren erneut auszuwerten.

Die quantitativen Resultate der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung wurden mit Hilfe der Varianzanalyse auf statistische Signifikanz untersucht. Das Signifikanzniveau wurde auf 95% festgesetzt.



Abb. 2 Ausschnitt aus Abb. 1: Perfekte marginale Adaptation zwischen Targis, Befestigungskomposit (Tetric) und Schmelz, okklusale. Vergleich zwischen «Baseline» und 12-Monats-Recall (2003).

Fig. 2 Vue de détail de la Fig. 1: Adaptation marginale parfaite entre le matériau Targis, le composite de collage (Tetric) et l'émail dans la région occlusale. Comparaison entre la situation initiale et celle du recall à 12 mois (2003).



Abb. 3 Ausschnitt aus Abb. 1: Leichte Imperfektionen am Zahn-zu-Komposit-Interface nach 12 Monaten, okklusale/palatinal. Leichte Schmelzaussprengungen und ein kurzer Randspalt (1003).

FFig. 3 Vue de détail de la Fig. 1: Légères imperfections d'adaptation au niveau de l'interface entre tissu dentaire et composite après 12 mois dans les zones occlusale et palatine. Eclats d'émail et joint marginal en retrait (1003).

Ergebnisse

Sechsfünfzig «Baseline»-Untersuchungen wurden durchgeführt. Die meisten Ankerkavitäten waren Slots, zwei- oder dreiflächige Inlays (Tab. I). In Tabelle II ist die Verteilung der Brückenglieder dargestellt. Die Resultate der klinischen Untersuchung nach den USPHS-Kriterien ist in Tabelle III aufgeführt. Die meisten Kriterien konnten zum Zeitpunkt der 1- und 2-Jahres-Nachuntersuchungen mit «alpha» bewertet werden. Bei der Bewertung der Farbe der Werkstücke musste festgestellt werden, dass bereits zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung der ursprünglich vorhandene Oberflächenhochglanz einem deutlich matterem «Seidenglanz» gewichen war. Da das Kriterium Oberflächenglanz in den USPHS-Kriterien nicht bewertet wurde, wurden bei ansonsten korrekter Farbe in diesen Fällen «alpha»-Wertungen gegeben. Innerhalb der ersten beiden Jahre wurde kein Bruch eines Brückengerüsts festgestellt. Allerdings wurden klinisch bereits nach einem Jahr sieben Frak-

turen im Verblendmaterial registriert. In drei dieser Fälle handelte es sich um minimale Abplatzungen im Verblendmaterial (Targis), die mit Soflex-Diks (3M) geglättet wurden. In vier Fällen hatte sich das Verblendmaterial vom Glasfasergerüst (Vectris) abgeschert. Zwei dieser Delaminationen wurden intraoral mit Komposit (Tetric) repariert. Eine dieser Reparaturen war zumindest bis zum 2-Jahres-Recall erfolgreich, die andere versagte an der gleichen Stelle wieder und musste wie die beiden anderen Delaminationen neu angefertigt werden. Nach einem Jahr wurde ein Retentionsverlust an einem Slot in einem Unterkieferprämolare festgestellt. Ein weiterer Retentionsverlust wurde nach 23 Monaten festgestellt, ebenfalls an einem Slot in einem Unterkieferprämolare. In diesem Fall lag allerdings eine sehr ungünstige okklusale Relation vor.

Pfeilervitalität, postoperative Überempfindlichkeit und Sekundärkaries

Bei keinem der Pfeilerzähne wurde im Untersuchungszeitraum ein Vitalitätsverlust festgestellt. Weniger als 10% der Pfeilerzähne

Tab. I Die meisten Brückenanker waren Slots, zwei- oder dreiflächige Inlays. Wurzelkanalbehandelte Pfeilerzähne (WK) wurden in gleicher Weise behandelt wie vitale Zähne; es wurden keine Stiftaufbauten verwendet. Die beiden Vollkronenpräparationen waren vorbestehend und wurden mit Inlayankern kombiniert.

Brückenanker	Total	Mesial	Distal
Slot	21	17 ²	4
2-flächige Inlays	37	19	18
2-flächige Inlays (WK)	3	3	–
3-flächige Inlays	32	15	17
3-flächige Inlays (WK)	5	2	3
>3-flächige Inlays	11	3	8
>3-flächige Inlays (WK)	2	–	2
Vollkrone	1	1	–
Vollkrone (WK)	1	–	1
Endo-Krone ¹	4	1	3
n=56 Inlaybrücken	117	61	56

¹ Endo-Kronen-Präparationen wurden an Stelle von Stiftaufbauten verwendet, wenn die wurzelkanalbehandelten Ankerzähne tief zerstört waren. Als Retentionen wurden 2 mm tiefe «Endo-Inlays» in die Zugangskavitäten präpariert.

² Je ein Retentionsverlust nach 12 und 23 Monaten.

Tab. II Verteilung der Brückenglieder.

Lokalisation	Anzahl					
	«Baseline»	1-Jahres-Recall	Delamination	2 Jahres-Recall	Delamination	REM-Analyse
Oberkiefer						
Mittlere Schneidezähne	2	2		2		
Laterale	2	2		2		
Erste Prämolaren	10	7	1 ¹ /1 ²	5	1 ¹ /–	1
Zweite Prämolaren	6	5		4		2
Erste Molaren	13	10	1 ¹ /1 ²	6		3
Unterkiefer						
Zweite Prämolaren	2	2		2		1
Erste Molaren	25	19		9		5
Zweite Molaren	4	1				
Total	64	48	2¹/2²	31	1¹/–	12

¹ Teilweise, reparierbare Delamination des Gerüsts.

² Totale, nicht reparierbare Delamination des Gerüsts.

zeigten leichte postoperative Überempfindlichkeit zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung. Diese verschwanden ohne zusätzliche Therapie in fünf Fällen innerhalb der ersten sechs Wochen und in einem Fall nach 3 bis 4 Monaten. Zum Zeitpunkt der 1- und 2-Jahres-Untersuchungen wurde keine postoperative Überempfindlichkeit angegeben. Weder klinisch noch röntgenologisch fanden sich Hinweise auf Sekundärkaries (Tab. III).

Patientenzufriedenheit

Alle Patienten schätzten die Brücken zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung als ästhetisch «gut» oder «sehr gut» ein. Die Oberflächentextur wurde durch die Patienten ebenfalls als «sehr gut» eingeschätzt, da subjektiv kein Unterschied zwischen Werkstückoberfläche und natürlicher Zahnhartsubstanz festgestellt wurde. Dreiundfünfzig Brücken wurden in Bezug auf Kaukomfort als «sehr gut», zwei als «gut» und eine als «zufriedenstellend» eingeschätzt. Zum Zeitpunkt der 1-Jahres-Untersuchung wurde eine vormals mit «gut» bewertete Brücke als «sehr gut» und die vormals mit «zufriedenstellend» bewertete Brücke als «gut» eingestuft. Keine Veränderungen in der subjektiven Einschätzung von Ästhetik und Kaukomfort gab es zwischen 1- und 2-Jahres-Untersuchung.

Die Patienten, bei denen auf Grund einer Delamination oder eines Retentionsverlustes eine Neuanfertigung der Brücke notwendig wurde, wurden vor die Wahl gestellt, eine konventionelle, verblendkeramische Brücke oder eine neue glasfaserverstärkte Inlaybrücke ohne finanzielle Nachteile zu erhalten. Alle Patienten entschieden sich für einen erneuten Versuch mit einer Inlaybrücke.

REM-Analyse

Bei den im ersten Jahr (1997) angefertigten Brücken wurde nach ein und zwei Jahren weder klinisch noch rasterelektronenmikroskopisch übermässiger okklusaler Verschleiss auf den Brücken festgestellt. Während des Untersuchungszeitraums wurden verschiedene Veränderungen am Targis-Material festgestellt, die sich zunächst vor allem in Konsistenz und Viskositätsänderungen bei der labortechnischen Fertigung zeigten. Während klinisch keine eindeutigen Zeichen für ein verändertes Verschleissverhalten festgestellt werden konnten, zeigten die rasterelektronenmikroskopischen Bilder vor allem bei 1998 an-

Tab. III Modifizierte USPHS-Kriterien. 40 Inlaybrücken wurden zur «Baseline» und nach einem, 25 zusätzlich nach 2 Jahren nachuntersucht.

	«Baseline»				1 Jahr				2 Jahre			
	a	b	g	d	a	b	g	d	a	b	g	d
1- und 2-Jahres-Recall												
Brücken [n=25/40]												
Fraktur (Gerüst)	25/40				25/40				25			
B'Glieder [n=31/48]												
Fraktur/Delamination	31/48				29/41				29			
Farbpassung	29/46				29/46				29			
Oberflächentextur	29/46				27/41				27			
Verschleiss	31/48				31/46				29			
B'Anker [n=53/85]												
Fraktur	53/85				53/84				53			
Farbpassung	51/81				51/80				51			
Oberflächentextur	48/81				47/78				47			
Verschleiss	53/85				53/83				52			
Marginale Integrität	52/84				49/79				44			
Marginale Verfärbung	53/85				53/84				49			
Postop. Überempfindlichkeit	47/79				53/85				53			
CO ₂ Positiv	43/72				43/72				43			
Sekundärkaries	53/85				53/85				53			

^a Reparierbare Delamination, beide repariert, eine erfolgreich bis 2-Jahres-Recall.

^b Totale, irreparable Delamination des Gerüsts.

^c Retentionsverlust eines Ankerinlays.

gefertigten Brücken sehr deutlich Anzeichen für übermäßigen Verschleiss (Abb. 4 und 5). Die marginale Adaptation wurde sowohl zwischen Zahnhartsubstanz und Befestigungskomposit als auch zwischen Befestigungskomposit und Werkstück als sehr gut eingestuft. Obwohl in den ersten 12 Monaten raster-elektronenmikroskopisch ein statistisch signifikanter Rückgang an «kontinuierlichem Rand» an der Grenzfläche Zahnhartsubstanz zu Befestigungskomposit festgestellt wurde ($p < 0,0001$), war die Randqualität insgesamt nach ein und zwei Jahren sehr hoch. Die Abnahme der marginalen Adaptation zwischen der

1- und 2-Jahres-Untersuchung war statistisch nicht signifikant (Abb. 6). Klinisch konnten keine Verfärbungen der Befestigungsfugen festgestellt werden.

An der Grenzfläche Befestigungskomposit zu Werkstück wurde weder zwischen «Baseline» und 1-Jahres-Recall noch zwischen 1- und 2-Jahres-Recall ein statistisch signifikanter Rückgang an «kontinuierlichem Rand» festgestellt (Abb. 7). Nach dem Wechsel des Befestigungsmaterials von Tetric Ceram auf Tetric wurden keine Randimperfectionen mehr festgestellt, die auf eine mangelhafte Benetzung zurückzuführen wären.

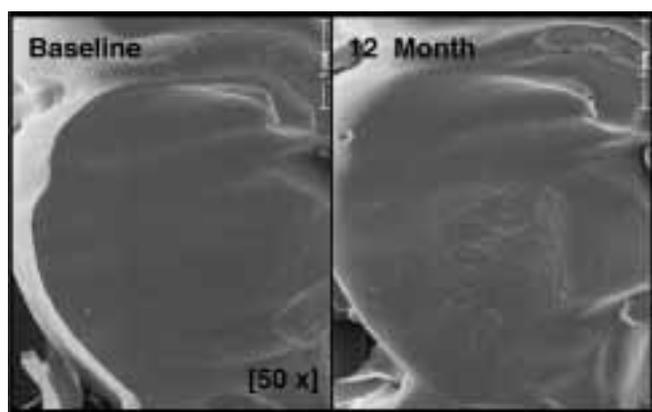


Abb. 4 Ausschnitt aus Abb. 1: Deutliche Verschleisspuren konnten auf praktisch allen Brücken nachgewiesen werden, die seit Ende 1997 eingegliedert worden waren. Auf der Oberfläche des Brückengliedes sind Zeichen von Materialermüdung, kleine Frakturlinien und Aussprengungen von Füllerkomplexen erkennbar (503).

Fig. 4 Vue de détail de la Fig. 1: D'importantes traces d'usure ont été mises en évidence sur la presque totalité des bridges qui avaient été incorporés depuis la fin 1997. A noter des signes de fatigue du matériau à la surface de l'élément intermédiaire, de même que de petites lignes de fracture et des irrégularités dues aux éclats de matériau de charge (503).

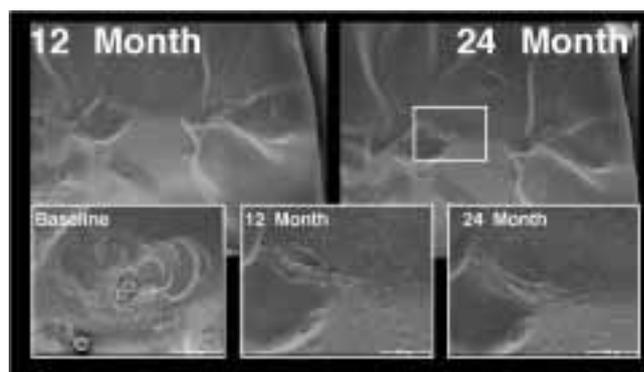


Abb. 5 Ein weiteres Beispiel, das an einem distalen Ankerinlay den Verschleiss im okklusalen Kontaktpunktbereich illustriert. Bereits zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung nach ca. 3 Wochen finden sich Anzeichen für eine Materialermüdung. Nach einem Jahr können Risse und Materialaussprengungen festgestellt werden, die sich bis zum 2-Jahres-Recall langsam weiterentwickelt haben (1003).

Fig. 5 Cet autre exemple illustre l'usure survenue sur un inlay d'ancrage distal, dans la région du point d'occlusion. De tels signes de fatigue de matériau ont été observés dès la 3^e semaine après la pose, au moment du contrôle «baseline». Après une année, des fissures et des éclats de matériau d'enrobage ont été observés, défauts qui ont continué à progresser lentement jusqu'au recall à 2 ans (1003).

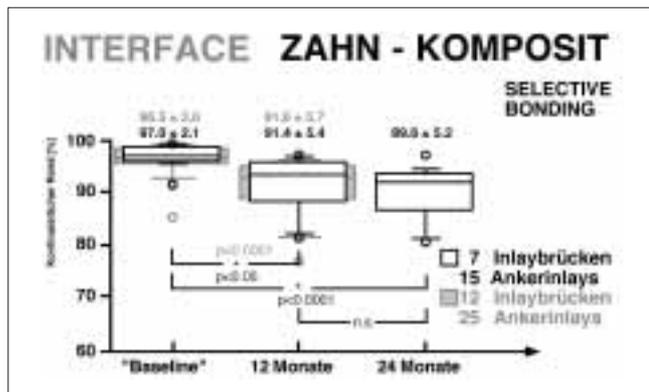


Abb. 6 Am Interface Zahnhartsubstanz zu Befestigungskomposit wurde zwischen «Baseline»- und 1-Jahres-Nachuntersuchung ein statistisch signifikanter Rückgang der marginalen Adaptation festgestellt ($p < 0,05$). Zwischen 1- und 2-Jahresnachuntersuchung konnte keine weitere statistisch signifikante Abnahme der marginalen Adaptation mehr festgestellt werden (weisse Boxplots). Mit den Daten von 25 Ankerinlays (hellgraue Boxplots) konnten die 1-Jahresresultate bestätigt werden. Auch wenn ANOVA einen statistisch signifikanten Rückgang der marginalen Adaptation zeigte, sind 91% «kontinuierlicher Rand» noch immer ein sehr gutes Ergebnis.

Fig. 6 A l'interface entre les tissus dentaires durs et le composite de collage, les analyses ont montré une perte statistiquement significative de la qualité d'adaptation marginale entre les examens «baseline» et le contrôle à 1 an ($p < 0,05$). En revanche, aucune détérioration supplémentaire de l'adaptation marginale n'a été observée pour l'intervalle entre les contrôles à 1 et à 2 ans (cases blanches dans le graphique). Les données relevées sur 25 inlays d'ancrage (cases gris clair dans le graphique) ont permis de confirmer les résultats à 1 an. Même si l'analyse ANOVA a fait état d'une détérioration significative de la qualité d'adaptation marginale, les 91% de «joint marginal continu» peuvent être considérés comme un très bon résultat.

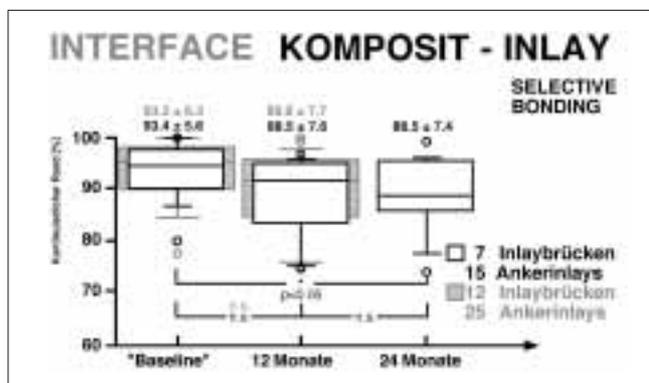


Abb. 7 Am Interface Befestigungskomposit-Ankerinlay konnte weder zwischen «Baseline»- und 1-Jahres-, noch zwischen 1- und 2-Jahres-Nachuntersuchung ein statistisch signifikanter Rückgang der Verbundqualität festgestellt werden (weisse Boxplots). Mit mehr Daten konnte auch hier das Ergebnis für das 1-Jahres-Recall bestätigt werden (hellgraue Boxplots).

Fig. 7 Interface entre composite de collage et inlay d'ancrage: aucune perte statistiquement significative de la qualité d'adhésion n'a été constatée, ni dans l'intervalle entre «baseline» et contrôle à 1 an, ni pour l'intervalle entre les contrôles à 1 et à 2 ans (cases blanches dans le graphique). Des données supplémentaires (cases gris clair dans le graphique) ont permis de confirmer les résultats à 1 an, pour ces zones également.

Zusätzlich zu den bereits klinisch festgestellten Schäden im Targis-Material wurden im REM nach einem Jahr drei weitere Ab-splitterungen festgestellt. Beim Vergleich mit den «Baseline»-Replikas zeigten sich in allen drei Fällen schon von Beginn an

freiliegende Glasfasern, die entweder bei der labortechnischen Herstellung oder möglicherweise bei der okklusalen Adjustierung exponiert worden waren (Abb. 8). Auch eine bevorstehende weitere Delamination kündigte sich durch einen klinisch noch nicht feststellbaren Riss in der Hauptfissur des Brückengliedes an (Abb. 9).

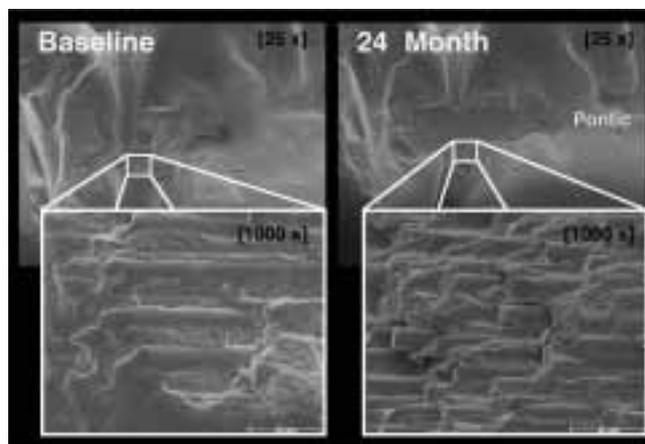


Abb. 8 Wenn Glasfasern während der labortechnischen Herstellung oder bei der okklusalen Adjustierung an der Werkstückoberfläche exponiert werden, kommt es durch die Feuchtigkeitsaufnahme zu einem Ablösen der Kompositmatrix von den Glasfasern. Durch Fortleitung der Feuchtigkeit entlang der Glasfasern in das innere des Werkstücks kommt es zu einer Schwächung des Verbundes zwischen Gerüst und Verblendung (25/1000 \times).

Fig. 8 En cas d'exposition des fibres de verre à la surface des pièces prothétiques, que ce soit durant le travail au laboratoire ou lors de l'ajustement occlusal en bouche, l'absorption d'humidité provoque le décollement de la matrice de composite par rapport aux fibres de verre. La conduction de l'humidité le long des fibres de verre en direction de l'intérieur de la pièce entraîne un affaiblissement de la cohésion entre l'armature et le revêtement esthétique (25/1000 \times).

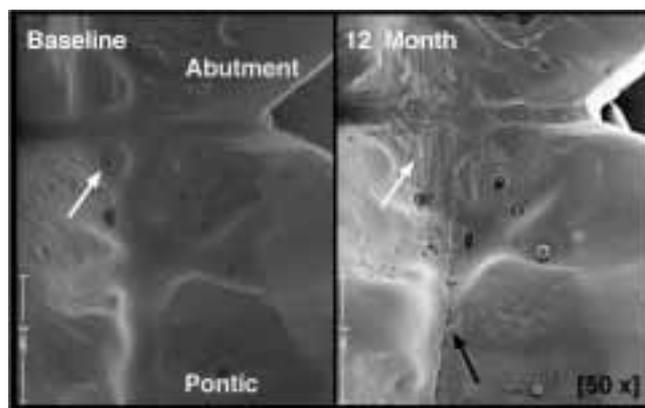


Abb. 9 Der Vergleich der beiden Aufnahmen zeigt, dass auch hier bereits zum Zeitpunkt der «Baseline»-Untersuchung Glasfasern exponiert waren (weisser Pfeil). Nach 12 Monaten finden sich grossflächige okklusale Delaminationen, und ein klinisch nicht wahrnehmbarer Riss in der Zentralfissur des Brückengliedes (schwarzer Pfeil) lässt ein bevorstehendes Abscheren der Verblendung vom Fasergerüst erahnen (50 \times).

Fig. 9 La comparaison des deux clichés montre que dans ce cas, des fibres de verre avaient été mises à nu dès le moment de l'examen «baseline» (flèche blanche). Après 12 mois, présence de zones importantes de délamination, ainsi qu'une fêlure cliniquement non visible, située au niveau de la fissure occlusale centrale de l'élément intermédiaire du bridge (flèche noire), qui laisse présager un décollement imminent du revêtement esthétique par rapport à l'armature en fibres de verre (50 \times).

Diskussion

Nach ein und zwei Jahren konnten glasfaserverstärkte Inlaybrücken, die mit einer sorgfältig durchgeführten, hochviskosen Adhäsivtechnik befestigt worden waren, in den meisten untersuchten Kriterien als klinisch erfolgreich bewertet werden. Durch die Versiegelung des Dentins sofort nach der Präparation mit einem Adhäsiv-System konnte trotz einer temporären Versorgungsphase mit einem nicht dicht schliessenden Provisorium das Auftreten von postoperativen Überempfindlichkeiten auf weniger als 10% reduziert werden. Mindestens einer der beiden Retentionsverluste hätte wahrscheinlich vermieden werden können, wenn sorgfältiger auf eine Stabilisierung der Okklusion geachtet worden wäre. Die Analyse der marginalen Adaptation zeigte das Potenzial heutiger Feinhybrid-Komposits in Kombination mit einem funktionierenden, dreiteiligen Adhäsiv-System. Der Rückgang der Randqualität war in den ersten 12 Monaten am deutlichsten. Im zweiten Jahr konnte kein weiterer, statistisch signifikanter Rückgang der marginalen Adaptation beobachtet werden. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit Ergebnissen aus In-vitro-Studien an Kompositinlays. Wenn man zu diesem Zeitpunkt die Resultate der Studie mit In-vitro- oder klinischen Langzeitstudien vergleicht, scheint ein plötzliches Versagen der Adhäsivbrücken in Bezug auf marginale Adaptation unwahrscheinlich (VAN DIJKEN et al. 1996, GÖHRING et al. 2001).

Die Umstellung des Befestigungskomposits von Tetric Ceram zu Tetric brachte, neben der klinisch etwas vereinfachten Insertion, vor allem den Vorteil einer besseren Benetzung an der Grenzfläche Befestigungskomposit zum Werkstück mit sich. Randimperfectionen, die auf eine nicht vollständige Benetzung des Werkstückes zurückzuführen wären, wurden nach der Umstellung nicht mehr beobachtet.

Die Farbanpassung des Befestigungskomposits (Tetric) und des Verblendkomposits war zufrieden stellend. Ausser einem für den Seitenzahnbereich nicht störenden Rückgang des Oberflächenglanzes wurden keine erkennbaren Farbveränderungen festgestellt. Dies bestätigt die Resultate einer In-vitro-Studie (DOUGLAS 2000). Andere physikalische Eigenschaften von Targis müssen verbessert werden. Während die Verschleissfestigkeit in einer vorläufigen Studie noch akzeptabel erschien (GÖHRING et al. 1999b), wurden klinisch und vor allem im REM in dieser Studie deutliche Anzeichen für einen übermässigen Verschleiss gefunden. Dieser war auf jeden Fall zu hoch für ein Material, das für langfristig stabile definitive Versorgungen eingesetzt werden soll. Dringend notwendig sind auch Verbesserungen der Bruchzähigkeit des Verblendmaterials. Während das Vectris-Glasfasermaterial (Elastizitätsmodul 36 000 N/mm²) nahezu unzerbrechlich erscheint, kann das harte, aber spröde Targis (Elastizitätsmodul 11 000 bis 12 3000 N/mm²) von dem Gerüstmaterial abscheren. Andere Autoren beschreiben ähnliche Probleme mit Verblendmaterial auf Glasfaserverstärkungen (ALTIERI et al. 1994). Durch die Anwendung der Glasfasergerüste konnten Frakturen der approximalen Verbinder zwischen Ankerinlay und Brückenglied, wie sie von BEUCHAT et al. 1999 für unverstärkte Kompositbrücken beschrieben wurden, vollständig vermieden werden (BEUCHAT et al. 1999). Neben der Verbesserung der Materialeigenschaften durch die Hersteller versuchen die Autoren, über Verbesserungen in der Gestaltung der Gerüste einen besseren Schutz vor Delaminationen zu erzielen, um die positiven Eigenschaften der Glasfasern besser zu nutzen. Insgesamt ist die Kombination von Komposit und Glasfasern sehr anfällig auf Verarbeitungsfehler während der Herstellung. So können man-

gelhafte Adaptation des Komposits an das Fasergerüst und Luftpfeinschlüsse im Komposit eine vollständige Polymerisation verhindern und zu einer deutlichen Strukturschwächung führen. Auch führt die Exposition von Glasfasern und der nachfolgende Kontakt mit der Feuchtigkeit der Mundhöhle zu einem Ablösen der Kompositmatrix von den Glasfasern und damit zu einer Schwächung oder Zerstörung des Verbundes. Es muss daher bei der Anfertigung solcher Werkstücke sichergestellt werden, dass sowohl während der Herstellung als auch nach der Eingliederung durch Einschleifen oder Verschleiss keine Fasern an den Werkstückoberflächen freigelegt werden.

Die Beobachtungszeit der vorliegenden Studie ist kurz und es ist notwendig über einen längeren Zeitraum klinische Daten zu erheben. Solange die physikalischen Eigenschaften und die Haltbarkeit unter klinischen Bedingungen durch die Materialhersteller nicht verbessert werden, können Brückenrestaurationen aus faserverstärktem Komposit nicht als Standardbehandlung empfohlen werden. Wenn eine konservative Inlaybrücke indiziert ist, sollten die Patienten informiert werden, dass der Verlust an gesunder Zahnhartsubstanz bei einer solchen Versorgung deutlich geringer ist, dass eine konventionelle, metallkeramische Vollkronenbrücke zum derzeitigen Zeitpunkt eine langfristig sicherere Prognose aufweist.

Literatur

- ALTIERI JV, BURSTONE C J, GOLDBERG A J, PATEL A P: Longitudinal clinical evaluation of fiber-reinforced composite FPDs: A pilot study. *J Prosthet Dent* 71: 16–22 (1994)
- BEHR M, ROSENTRIT A, LEIBROCK S, SCHNEIDER-FEYRER S, HANDEL G: In-vitro study of fracture strength and marginal adaptation of fiber-reinforced adhesive fixed partial inlay dentures. *J Dent* 27: 163–168 (1999)
- BEUCHAT M, KREJCI I, LUTZ F: Minimalinvasive unverstärkte adhäsive Kompositbrücken: Klinisches Vorgehen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 109: 507–519 (1999)
- BOITEL R H: Stiftenverankerungen für Kronen- und Brückenarbeiten. *Dtsch Zahnärztl Z* 24: 705–707 (1969)
- DOUGLAS R D: Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application *J Prosthet Dent* 83: 166–170 (2000)
- FREILICH M A, MEIERS J C, DUNCAN J C, GOLDBERG A J: Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago pp 9–47 (2000)
- GÖHRING T, KREJCI I, LUTZ F: Adhäsive Inlaybrücken aus glasfaserverstärktem Komposit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 109: 369–379 (1999)
- GÖHRING T, MÖRMANN W, LUTZ F: Clinical and scanning electron microscopic evaluation of fiber-reinforced inlay FPDs: Preliminary results after one year. *J Prosthet Dent* 82: 662–668 (1999)
- GÖHRING T N, PETERS O A, LUTZ F: Adhäsive Inlaybrücken aus glasfaserverstärktem Komposit – Resultate der Untersuchung nach 12 Monaten. *Deutsch Zahnärztl Z* 54: 721–725 (1999)
- GÖHRING T N, PETERS O A, LUTZ F: Marginal adaptation of bonded slot-inlays anchoring four-unit fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 86: 81–92 (2001)
- HELLWIG E: Does advertising render dental research superfluous. *Clin Oral Invest* 2: 101 (1998)
- LÖE H, SILNESS J: Periodontal disease in pregnancy. Prevalence and severity. *Acta odontol scand* 21: 533–551 (1963)
- PETERS O, GÖHRING T N, LUTZ F: Effect of eugenol-containing sealer on marginal adaptation of dentine-bonded resin fillings. *Int Endot J* 33: 53–59 (2000)

- ROSENTHAL L, TRINKER T, PESCATORE C: A new system for posterior restorations: A combination of ceramic optimized polymer and fiber-reinforced composite. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 9: 6–10 (1997)
- RYGE G, SNYDER M: Evaluating the clinical quality of restorations. *J Am Dent Assoc* 87: 369–377 (1973)
- SILNESS J, LÖE H: Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta odontol scand* 22: 121–135 (1964)
- SINGER H: Inlays und Onlays als Brückenanker. *Zahnärztl Prax* 19: 73–76 (1968)
- VALLITTU P K: Prosthodontic treatment with a glass fiber-reinforced resin-bonded fixed partial denture: A clinical report. *J Prosthet Dent* 82: 132–135 (1999)
- VALLITTU P K, SEVELIUS C: Resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures: a clinical study. *J Prosthet Dent* 84: 413–418 (2000)
- VAN DIJKEN J W, HORSTEDT P: Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays. *J Dent* 24: 389–394 (1996)