

W. Bömicke<sup>1</sup>, S. Kappel<sup>1</sup>, T. Stober<sup>1</sup>, P. Rammelsberg<sup>1</sup>

# Die klinische Bewährung metallkeramischer Front- und Seitenzahnadhäsivbrücken

## *Clinical performance of anterior and posterior porcelain-fused-to-metal resin-bonded fixed dental prostheses (RBFDPs)*



W. Bömicke

**Einführung:** Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war es, die klinischen Überlebens- und Erfolgsraten von drei- und viergliedrigen, metallkeramischen Front- und Seitenzahnadhäsivbrücken mit retentivem Präparationsdesign zu ermitteln. Darüber hinaus sollte die Patientenzufriedenheit in Bezug auf die Ästhetik und Funktion der Restaurationen analysiert werden.

**Material und Methode:** Anhand der formulierten Ein- und Ausschlusskriterien konnten 89 Restaurationen, die bei 84 Patienten (48 [57 %] männlich, mittleres Alter 51, 2 Jahre) eingegliedert waren, ausgewertet werden. Fünf der Patienten besaßen 2 Klebebrücken. 45 (50,6 %) der 89 Klebebrücken befanden sich im Frontzahnbereich. In 33 (37 %) Fällen wurde zur Verankerung der Restauration ein Adhäsivflügel mit einem Teilkronen- (n = 10), einem Inlay- (n = 1) oder einem Kronenbrückenanker (n = 22) kombiniert. Die Mehrheit der Klebebrücken (n = 75, 84,3 %) war dreigliedrig. Behandlung, Dokumentation und eingesetzte Materialien waren standardisiert. Patienten bewerteten die Ästhetik und die Funktion ihrer Restaurationen anhand einer numerischen Analogskala. Die Überlebens- und Erfolgswahrscheinlichkeiten wurden anhand der Kaplan-Meier-Methode berechnet und die Erfolgswahrscheinlichkeiten von Front- und Seitenzahnrestaurationen miteinander verglichen (Log-rank-Test, p = 0,05).

**Ergebnisse:** Während der mittleren Beobachtungszeit von 3,9 Jahren (Standardabweichung [SD] 2,5 Jahre, Minimum 0,4 Jahre, Maximum 8,5 Jahre) traten 11 Komplikationen auf, von denen 3 eine Neuanfertigung der betroffenen Restaurationen notwendig machten. Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit aller Restaurationen lag bei 98,4 % (95 % Konfidenzintervall [CI] 88,9–99,8 %). Die 5-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit lag bei 87,5 % (CI 74,1–94,2 %) und war für Front- und Seitenzahnrestaurationen vergleichbar

**Introduction:** The objective of this study was to retrospectively assess the clinical performance of porcelain-fused-to-metal resin-bonded fixed dental prostheses (RBFDPs) with retrospectively prepared adhesive retainers in the anterior and posterior dentition. Furthermore the patients' esthetic perception and perceived function of the restoration were evaluated.

**Materials and Methods:** 84 patients (48 [57 %] male; mean age 51.2 years) with 89 RBFDPs inserted since 2004 and with a clinical follow-up were included in the analysis. 45 (50.6 %) prostheses were anterior restorations. 56 (63 %) were conventional RBFDPs with 2 adhesive retainers. 33 were of mixed type with an inlay retainer (n = 1), a partial crown retainer (n = 10), and a full crown retainer (n = 22). 75 (84.3 %) were three-unit RBFDPs. A standardized procedure was followed for treatment and data collection. Patients also evaluated esthetics and function by use of a numerical rating scale. Survival and success rates were estimated using the Kaplan-Meier method and success rates were compared for anterior and posterior restorations (log rank test, p = 0.05).

**Results:** During the mean observation period of 3.9 years 11 complications occurred, 3 of which led to renewals. Estimated five-year survival and success were 98.4 % (95 % confidence interval [CI] 88.9–99.8 %) and 87.5 % (CI 74.1–94.2 %) for all restorations, respectively. Log rank test revealed no significant difference (p = 0.8483) between success of anterior and posterior restorations. Patient satisfaction with both esthetics and function was high being non-significantly different between anterior and posterior restorations.

**Conclusion:** RBFDPs with a retentive preparation design showed a good midterm clinical performance with comparable success rates for anterior and posterior restorations

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Heidelberg, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik

Peer-reviewed article: eingereicht: 12.11.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 17.02.2014

DOI 10.3238/dzz.2014.0208–0219

( $p = 0,8483$ ). Die Patientenzufriedenheit bezüglich Ästhetik und Funktion war für Front- und Seitenzahnbrücken gleichermaßen hoch.

**Diskussion:** Auf Basis der Ergebnisse und unter Berücksichtigung der Limitationen dieser retrospektiven Untersuchung können Klebebrücken mit einer guten mittelfristigen Prognose, verbunden mit einer hohen Patientenzufriedenheit bezüglich Ästhetik und Funktion, alternativ zum konventionellen Brückenzahnersatz im Front- und Seitenzahnbereich verwendet werden.

(Dtsch Zahnärztl Z 2014, 69: 208–219)

*Schlüsselwörter:* Klebebrücke; Adhäsivbrücke; Zufriedenheit; Ästhetik

and a high patient satisfaction regarding esthetics and function. They may therefore be considered as a minimally invasive therapeutic alternative to conventional fixed dental prostheses.

*Keywords:* resin-bonded bridge; resin-bonded fixed dental prosthesis; patient satisfaction; esthetics

## 1 Einleitung

Im Jahr 2005 fehlten einem Erwachsenen in der Altersgruppe der 35- bis 44-Jährigen durchschnittlich 2,7 Zähne [25]. Zum Ersatz dieser stehen unterschiedliche Therapiealternativen, z.B. der Lückenschluss mit Brückenzahnersatz oder implantatgetragenen Einzelkronen, zur Verfügung.

Der klassische Brückenzahnersatz bietet sich an, wenn Pfeilerzähne bereits ausgedehnte Restaurationen oder Zahnhartsubstanzdefekte aufweisen. In diesen Fällen können fehlende Zähne prognostisch günstig mit metall- oder vollkeramischen Brücken ersetzt werden [28, 45]. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit gibt für zahnetragene Brücken auf Metallbasis eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,2 % für den Zeitraum von 10 Jahren an [29]. Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit zirkoniumdioxid-basierter Brücken wird in der Literatur auf 94,29 % geschätzt [39].

Im Fall defektfreier Pfeilerzähne bieten dentale Implantate eine zahnhartsubstanzkonservierende Therapiealternative. Die 5-Jahres-Überlebensrate implantatgetragener Einzelkronen wurde in unterschiedlichen Übersichtsarbeiten auf 91–96,3 % geschätzt [20, 41]. Nach 10 Jahren lag die Implantat-Überlebenswahrscheinlichkeit immer noch bei 89,4 % [20] und war mit der von Endpfeilerbrücken vergleichbar [30].

Eine Implantatversorgung ist jedoch nicht immer möglich oder kann mit weiteren Risiken verbunden sein. Patientenbezogene Faktoren wie Rauchen, zurückliegende Bestrahlungen, die loka-

le Knochenqualität, das lokale Knochenangebot, die Einstellung des Patienten gegenüber einem chirurgischen Eingriff sowie ästhetische Vorstellungen und individuell-ökonomische Aspekte können gegen eine Implantation sprechen [24, 40].

Trotz der vielen Vorteile dentaler Implantate werden in Deutschland teilbezahnte Patienten in der Regel mit konventionellen Brücken rehabilitiert [25]. Betrachtet man den geringen Anteil (1,4 %) an Implantatversorgungen in der einleitend beschriebenen Kohorte der 35- bis 44-Jährigen [25], wird die Bedeutung von konventionellem Zahnersatz in der täglichen prothetischen Praxis umso deutlicher. Viele Patienten können demzufolge von einer minimalinvasiven Brückenversorgung profitieren.

Seit der Einführung der sogenannten Rochettebrücke 1973 [35] wurden zahlreiche Abwandlungen dieser sehr ursprünglichen Adhäsivbrücke vorgestellt und klinisch eingesetzt. Insbesondere junge Patienten, deren Zähne meist noch über eine ausgedehnte Pulpakammer verfügen, profitieren, wenn zur Befestigung von Zahnersatz wenig oder keine Zahnhartsubstanz entfernt

werden muss. In der Literatur wurde der Vitalitätsverlust von Pfeilerzähnen als eine der häufigsten biologischen Komplikationen im Zusammenhang mit einer konventionellen Brückenversorgung beschrieben [29].

Adhäsivbrücken bieten eine hohe ästhetische Vorhersagbarkeit. Die Gefahr, dass in Folge von Rezessionen Kronenränder oder Implantatschultern exponiert würden, wie dies bei konventionellen Brücken- bzw. Implantatversorgungen der Fall wäre, besteht nicht.

Auch die Überschaubarkeit der Therapiedauer macht die Adhäsivbrücke für Patienten attraktiv. Während im Rahmen einer Implantatversorgung in der Regel Einheilzeiten abgewartet werden müssen, lässt sich die Adhäsivbrücke innerhalb weniger Behandlungssitzungen inkorporieren.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Adhäsivbrücken wurde für den mittleren Beobachtungszeitraum von 5 Jahren auf 87,7 % berechnet [31]. Als häufigste technische Komplikation wurde der Retentionsverlust (Debonding) identifiziert. Vor allem das Präparationsdesign scheint die Prognose einer Adhäsivbrücke maßgeblich beeinflussen zu können. In zahlreichen Untersuchun-

n	Mittlerer Schneidezahn	Seitlicher Schneidezahn	Eckzahn	Prämolar	Molar
Oberkiefer	16	15	6	21	3
Unterkiefer	19	2	4	9	8

**Tabelle 1** Verteilung der ersetzten Zähne. n = Anzahl.

**Table 1** Distribution of teeth replaced. n = number.



**Abbildung 1** Retentive Adhäsivbrückenpräparation mit einer approximalen Rille und einer zentralen Bohrung an Zahn 23 und einer approximalen und palatinalen Rille sowie einem okklusalen Kasten an Zahn 26. Unterschnitte wurden entfernt. Die zu beschleifenden Flächen wurden zuvor mit einem Filzmarker geschwärzt und die Okklusion mit entsprechenden Folien angezeichnet.

**Figure 1** The preparation design for tooth 23 consisted of a proximal groove and a palatal notch 1 mm deep; for tooth 26 it consisted of parallel proximal and oral grooves and an occlusal box 1 mm deep. Tooth substance was prepared to remove undercuts. Tooth surfaces to be prepared were painted black using a waterproof pen and static and dynamic contacts were analyzed before tooth preparation.



**Abbildung 2** Eingesetztes, aus einem lichthärtenden Kunststoff mithilfe einer Tiefziehschiene stuhlgefertigtes Provisorium.

**Figure 2** Chairside fabricated light curing resin temporary.

gen traten Retentionsverluste besonders häufig bei Brücken auf, die an unbeschleunigten Zähnen verankert wurden [4, 7, 11, 18]. Dem steht gegenüber, dass eine retentive Präparation der Pfeilerzähne das Risiko eines Debondings um den Faktor 3,7 bis 20 verringern konnte [4, 34].

Studien zeigten auch, dass Restaurationen nach einem Retentionsverlust in der Regel wieder befestigt werden können und dass auch im Falle einer Neuanfertigung nicht zwingend von einem erhöhten Risiko für ein erneutes Scheitern der Adhäsivbrücke ausgegangen werden muss [23].

Positive Resultate bei der klinischen Erprobung vollkeramischer Adhäsivbrücken [1, 15, 21, 22, 36, 38] und geringe Verlustraten bei der Verwendung einflügeliger Designs [9, 14, 22, 36, 38, 43] unterstützen die Weiterentwicklung der Adhäsivbrücke hin zu einer verbesserten Ästhetik bzw. erneut verringerten Invasivität.

Im Rahmen dieser retrospektiven Untersuchung sollte die klinische Bewährung retentiv präparierter, metallkeramischer Adhäsivbrücken im Front- und Seitenzahnbereich analysiert werden. Ein Hauptaugenmerk lag dabei auf der Bestimmung der Überlebens- und Erfolgsrate. Diese sollten anhand des

Auftretens technischer und biologischer Komplikationen berechnet werden. Im Nebenzielkriterium sollten Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen exploriert werden. Die Zufriedenheit der Patienten bezüglich Ästhetik und Funktion der Restaurationen wurde ebenfalls ausgewertet.

## 2 Material und Methode

### 2.1 Patienten und Restaurationen

Alle Patienten, die sich in der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg mit einer anterioren Schalltlücke von bis zu 2 fehlenden Inzisiven im Oberkiefer und bis zu 4 fehlenden Inzisiven im Unterkiefer oder einer posterioren Schalltlücke von bis zu 2 fehlenden Zähnen und einer Lückenbreite  $\leq 18$  mm vorstellten, den Wunsch nach prothetischer Rehabilitation äußerten, schriftlich ihr Einverständnis zur Studienteilnahme gaben und ihren Willen bekundeten, an Nachsorgeuntersuchungen regelmäßig teilzunehmen, kamen für eine Adhäsivbrückenversorgung mit anschließender Dokumentation in Frage.

Um eine Adhäsivbrücke zu erhalten, mussten folgende Kriterien erfüllt sein: Der Gesundheitszustand der Patienten musste eine reguläre zahnärztliche Behandlung zulassen. Pfeilerzähne mussten kariesfrei sein. Pfeilerzähne, die mit einem Adhäsivflügel belegt werden sollten, durften nur minimal restauriert sein, d.h. nur kleine Füllungen aufweisen, die nicht verhinderten, dass die Restaurationsränder im Schmelz zum Liegen kamen. Die Zahnbeweglichkeit durfte Lockerungsgrad I nicht übersteigen. Pfeilerzähne mussten vital oder suffizient endodontisch behandelt sein und es durften keine klinischen oder radiologischen Zeichen einer akuten oder chronischen apikalen Parodontitis vorliegen. Der Parodontalzustand der Zähne musste stabil sein. Es durften keine Taschensondierungstiefen (ST)  $> 4$  mm oder  $= 4$  mm und Bluten auf Sondieren vorliegen. Adhäsivflügel durften mit Kronen-, Teilkronen- und Inlaybrücken anknüpfen zu Hybridbrücken kombiniert werden.

Ausschlusskriterien für die Versorgung mit einer Adhäsivbrücke waren eine unzureichende Mundhygiene, Bruxismus und aus ästhetischen Gründen im Fall einer Frontzahnrestauration eine

			Restaurationsart		Gesamt
			FZ-Brücke	SZ-Brücke	
<b>Restauration</b>			45 (50,6)	44 (49,4)	89 (100)
<b>Geschlecht</b>	männlich	n (%)	30 (33,7)	22 (24,7)	52 (58,4)
	weiblich		15 (16,9)	22 (24,7)	37 (41,6)
<b>Mittleres Patientenalter in Jahren (SD)</b>			49,3 (18,2)	52,1 (15,1)	51,2 (16,3)
<b>Kiefer</b>	Oberkiefer	n (%)	27 (30,3)	25 (28,1)	52 (58,4)
	Unterkiefer		18 (20,2)	19 (21,4)	37 (41,6)
<b>Brückenglieder</b>	3	n (%)	37 (41,6)	38 (42,7)	75 (84,3)
	4		8 (9)	6 (6,7)	14 (15,7)
<b>Verankerung</b>	konventionell	2 Klebeflügel	41 (46,1)	15 (16,9)	56 (63)
	hybrid	Klebeflügel-Krone	4 (4,5)	18 (20,2)	22 (24,7)
		Klebeflügel-Teilkrone	0	10 (11,2)	10 (11,2)
<b>Okklusion auf Zwischenglied</b>	statisch	ja	13 (14,6)	39 (43,8)	52 (58,4)
		nein	32 (36,0)	5 (5,6)	37 (41,6)
	dynamisch	ja	18 (20,2)	10 (11,2)	28 (31,4)
		nein	27 (30,3)	34 (38,3)	61 (68,6)
<b>Gegenkiefer</b>	Zähne	n (%)	43 (48,3)	40 (45,0)	83 (93,3)
	implantatgetragene Brücke		0	3 (3,4)	3 (3,4)
	Teleskopprothese		2 (2,2)	1 (1,1)	3 (3,3)

**Tabelle 2** Baselinecharakteristika der 89 Adhäsivbrücken. SD = Standardabweichung, FZ = Frontzahn, SZ = Seitenzahn, n = Anzahl.

**Table 2** Baseline clinical data for the 89 RBFDPs in anterior and posterior regions. SD = standard deviation, FZ-Brücke = anterior RBFDP, SZ-Brücke = posterior RBFDP, n = number.

ungünstige Lückenbreite oder lückige Zahnstellung. Patienten mit dem Wunsch nach einer konventionellen Brücke oder einer implantatgetragenen Restauration waren ebenfalls ausgeschlossen.

Diese retrospektive Analyse schloss alle Patienten ein, die im Zeitraum 2004 bis 2012 mit einer drei- oder viergliedrigen metallkeramischen Endpfeileradhäsivbrücke versorgt worden waren und klinisch nachuntersucht werden konnten. Für das Studienvorhaben lag ein positives Votum (33/2004) der Ethikkom-

mission der Medizinischen Fakultät Heidelberg vor.

Anhand der Einschlusskriterien konnten 84 Patienten (48 [57 %] männlich) mit insgesamt 89 Restaurationen identifiziert werden. Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung des Zahnersatzes lag bei 51,2 Jahren (Standardabweichung [SD] 16,3 Jahre, Minimum: 14,3 Jahre, Maximum: 80,8 Jahre). Fünf Patienten waren mit 2 Adhäsivbrücken versorgt. Bei 11,2 % der Restaurationen war einer der Pfeilerzähne endodontisch behandelt.

Die Verteilung der ersetzten Zähne kann Tabelle 1 entnommen werden. Die Eingliederungsbefunde sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

## 2.2 Klinische Vorgehensweise

Das klinische Vorgehen war standardisiert. Alle Patienten wurden von Zahnärzten der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg behandelt.

Für die Zahnpräparation wurden Feinkorndiamanten (30 µm) verwendet.



**Abbildung 3** Okklusale Ansicht der Brücke nach dem adhäsiven Einsetzen und einer abschließenden Politur.

**Figure 3** Occlusal view of the adhesively cemented and polished restoration.

Das retentive Präparationsdesign bestand im Frontzahnbereich aus einer approximalen Rille und einer 1 mm tiefen oralen Bohrung. Im Seitenzahnbereich wurden ein okklusaler Kasten von 1 mm Tiefe und eine approximale sowie orale Rille präpariert. Unterschnitte, die einen gemeinsamen Einschub der Adhäsivflügel verhinderten, wurden entfernt. Zusätzliche Zahnhartsubstanz wurde nur soweit abgetragen, dass eine Mindestmaterialstärke des Gerüsts von 0,5 mm erreicht werden konnte (Abb. 1). Alte Füllungen wurden ausgetauscht. Der umfassende Präparationsrand wurde möglichst supragingival mit einem Abstand von 0,5 mm zur marginalen Gingiva und speziell in der Front ca. 1,5–2 mm unterhalb der Schneidekante angelegt. Überkronte Pfeilerzähne wurden gemäß der von Goodacre et al. [17] publizierten Richtlinien präpariert. Die Präparationsgrenze wurde als Hohlkehle angelegt. Ein Substanzabtrag von zirkulär 1,2–1,5 mm und okkusal/inzisal 1,5–2 mm wurde angestrebt. Teilkronen wurden mit einem okklusalen sowie 2 approximalen Kästen präpariert. Die okklusale Reduktion betrug 0,5–1 mm. Am tragenden Höcker wurde eine 0,5–1 mm breite umlaufende Stufe angelegt. Die Präparationsgrenze wurde in Form eines Federrandes abgeschrägt.

Da auch für einen erfahrenen Zahnarzt die Präparation einer Adhäsivbrücke mit einem hohen Schwierigkeits-

grad verbunden ist, erfolgte ein sogenanntes „Backward-Planning“. An einartikulierten Gipsmodellen, die die spätere Situation mit Zahnersatz in Form eines Wax-up veranschaulichten, wurden mittels Parallelometer die optimale Lage und Ausdehnung der Retentionselemente bestimmt. Optional konnten die parallelen Elemente durch Einfräsen in eine Tiefziehschiene übertragen und damit am Patienten auf den Pfeilerzähnen angezeichnet werden.

Die provisorische Versorgung im Anschluss an die Präparation erfolgte entweder festsitzend mit einem direkt gefertigten Brückenprovisorium aus einem dualhärtenden Komposit (Luxatemp Automix Solar, DMG Dental-Material GmbH, Hamburg, Deutschland), welches nach dem Abformen mit einem eugenolfreien Zinkoxidzement (Temp-Bond NE, Kerr GmbH, Rastatt, Deutschland) eingesetzt wurde (Abb. 2), oder in Form einer Interimsprothese oder einer Schiene mit einpolymerisiertem Prothesenzahn. In letzteren Fällen wurde durch die Präparation freigelegtes Dentin mit einem Fluoridlack (Duraphat, GABA GmbH, Lörrach, Deutschland) abgedeckt.

Zur Abformung wurden konfektionierte, unperforierte Rimlock-Löffel verwendet. Die Abdrucknahme erfolgte als einzeitig, zweiphasige Doppelmischabformung unter Verwendung zweier Polyethermaterialien (Impregum Penta Soft und Permadyne Garant, 3M ESPE Dental

Products, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Deutschland). Der Gegenkiefer wurde mit Alginat (Omnident Alginat, Omnident Dental-Handelsgesellschaft mbH, Rodgau, Deutschland) abgeformt.

Es wurde ein Gesichtsbogen (Axioquick, SAM Präzisionstechnik GmbH, Gauting, Deutschland) angelegt und, wenn eine eindeutige Modellpositionierung in maximaler Interkuspidationsposition nicht gegeben war, ein Registrat in Form eines Silikonbisses (Futar D, Kettenbach GmbH & Co. KG, Eschenburg, Deutschland) genommen.

Im Rahmen der Gerüstanprobe wurden die Restaurationsränder mithilfe einer spitzen zahnärztlichen Sonde auf Ausdehnung und Passgenauigkeit hin untersucht. Eventuelle Störstellen zwischen den Innenflächen der Restauration und der Zahnoberfläche wurden mit einem dünn fließenden Silikon (Xantopren L blue, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Deutschland) sichtbar gemacht und mit einer Hartmetallfräse punktuell reduziert. Okklusionskontakte auf den Adhäsivflügeln wurden gemäß dem definierten Okklusionskonzept eingeschliffen und die minimale Gerüstdicke mit einem Tasterzirkel kontrolliert.

Der retentive Sitz des Gerüsts wurde besonders kritisch geprüft. Dabei durfte eine Kraft, die in Richtung der ungünstigsten zu erwartenden okklusalen Belastung (Scherbelastung) auf das Gerüst ausgeübt wurde, nicht zu einem Abheben des Brückengerüsts von den Pfeilerzähnen führen.

Die Farbnahme (Vita classical shade guide, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Deutschland) an den Pfeilerzähnen erfolgte mit eingesetztem Gerüst, um ein Durchscheinen des metallischen Adhäsivflügels bei der Verblendung des Brückenzwischengliedes berücksichtigen zu können.

Nach dem Verblenden wurden die Adhäsivbrücken nochmals nach genanntem Schema anprobiert. Wenn im Rahmen der Okklusionsprüfung Verblendungen eingeschliffen werden mussten, wurden diese mit speziellen Keramikpolierern (4313B.204, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Deutschland) wieder auf Hochglanz gebracht. Alternativ fand ein erneuter Glanzbrand statt.

Im Rahmen des vorab definierten Okklusionskonzepts lagen statische Kontakte auf den Pfeilerzähnen bzw. den Adhäsivflügeln wie auch den Brü-

ID	Design (FDI)	Art der Komplikation	Versagen	Intervention	Zeitraum bis zum Auftreten der Komplikation (Jahre)
14	13(A)-12(X)-11(C)	Ausgedehntes, adhäsives Verblendversagen mit Schneidekantenverlust an 11(C).	ja	Durch neue Adhäsivbrücke ersetzt.	5,45
32	24(A)-25(X)-26(P)	Kombiniert parodontal-endodontische Läsion des Zahnes 26.	nein	Endodontische Behandlung des Zahnes 26 und anschließende Amputation der mesiobukkalen Wurzel.	0,63
32	24(A)-25(X)-26(P)	Ausgedehntes, kohäsives Verblendversagen im Bereich der Okklusalfäche des Brücken-zwischengliedes 25(X).	ja	Durch neue Adhäsivbrücke ersetzt.	5,82
35	45(A)-46(X)-47(A)	Kariesfreie, ausgewaschene Zementfuge an 45(A).	nein	Versiegelung des Restaurationsrandes mit Komposit (Tetric, Ivoclar Vivadent).	7,36
40	23(A)-24(X)-24(C)	Gelöster Adhäsivflügel 23(A).	nein	Wiederbefestigung der Restauration (Panavia 21, Kuraray) nach vorangegangener vollständiger Entfernung.	2,03
44	17(C)-16(X)-14(A)	Kleiner, adhäsiver Verblenddefekt im Bereich des palatinalen Kronenrandes an 17(C).	nein	Politur des Defektbereichs.	7,46
52	42(A)-43(X)-44(P)	Kleiner Riss im Bereich der bukkalen Verblendung des Brücken-zwischengliedes 43(X).	nein	–	4,74
94	12(A)-11(X)-21(X)-22(A)	Restauration während einer Polyetherabformung vollständig dezementiert.	ja	Durch konventionelle Brücke ersetzt.	1,76
109	13(A)-12(X)-11(A)	Restauration vollständig dezementiert.	nein	Wiederbefestigung der Restauration (Panavia 21, Kuraray)	1,02
115	32(A)-31(X)-41(A)	Kleiner, kohäsiver Verblenddefekt im Bereich der Schneidekante des Brücken-zwischengliedes 31(X).	nein	Politur des Defektbereichs.	4,87
119	15(A)-14(X)-13(X)-12(A)	Kleiner Riss im Bereich der bukkalen Verblendung des Brücken-zwischengliedes 14(X).	nein	–	0,47

**Tabelle 3** Aufgetretene Komplikationen und notwendige Korrekturen bzw. Anschlussbehandlungen. ID = Identifikationsnummer; (A) = Adhäsivflügel; (C) = Kronenbrückenanker; (P) = Teilkronenbrückenanker; (X) = Brücken-zwischenglied.

**Table 3** Complications and subsequent intervention for the 89 RBFDPs. ID = identification number; (A) = adhesive retainer; (C) = crown retainer; (P) = partial crown retainer; (X) = pontic.

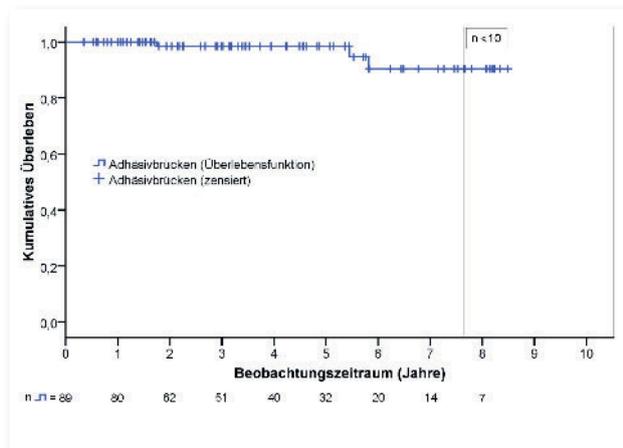
(Abb. 1–7, Tab. 1–3: W. Bömick)

cken-zwischengliedern. Dynamische Kontakte auf den Brücken-zwischengliedern dagegen sollten vermieden werden. In einigen Fällen wurde von dieser Vorgabe abgewichen (Tab. 2).

Zum Einsetzen der Restaurationen standen 2 dual härtende Kompositzemente (Panavia F 2.0, Kuraray Europe GmbH, Hattersheim am Main, Deutschland; Variolink II, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) und die korrespondierenden Haftvermittler zur Verfügung. Der Behandler konnte zwischen beiden Adhäsivsystemen frei wählen.

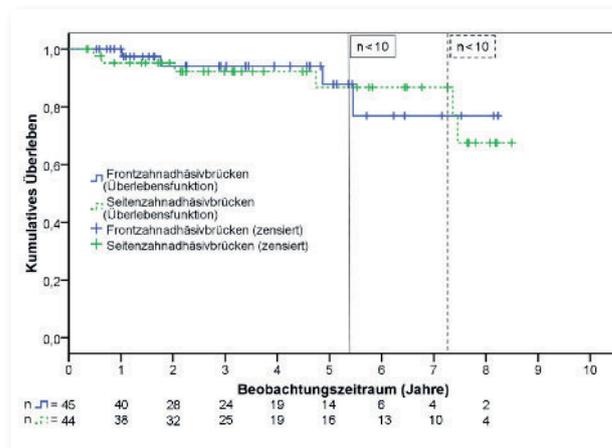
Bei der Verwendung von Variolink II (n = 61, 68,5 %) wurden die zu verklebenden Restaurationsflächen tribochemisch (Rocatec, 3M ESPE Dental Products, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Deutschland) konditioniert. Die Metalloberfläche wurde dazu mit 110 µm Aluminiumoxid (Rocatec Pre, 3M ESPE Dental Products, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Deutschland) und einem Druck von 2,8 bar abgestrahlt und dann mit gleichem Strahlendruck mit kiesel säuremodifiziertem Korund (Rocatec Plus, 3M ESPE Dental Products, 3M

Deutschland GmbH, Seefeld, Deutschland) silikatisiert, 5 min mit einem Silan (Espe Sil, 3M ESPE Dental Products, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Deutschland) kontinuierlich benetzt und anschließend luftgetrocknet. Schmelz (30 sec) und Dentin (10–15 sec) wurden mit 37 % Phosphorsäure geätzt. Die Säure wurde gründlich abgespült und ein dualhärtendes Bonding (Exite DSC, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) auf die getrocknete, jedoch noch feucht glänzende Zahnoberfläche aufgetragen, und für mindestens 10 sec



**Abbildung 4** Überlebenswahrscheinlichkeit der Restaurationen nach Kaplan-Meier. Die Anzahl (n) der Restaurationen unter Beobachtung ist unterhalb des jeweiligen Untersuchungszeitpunktes angezeigt. Die vertikale Linie markiert, dass die Anzahl der unter Risiko stehenden Restaurationen unter n = 10 gefallen ist.

**Figure 4** Kaplan-Meier survival curve for the failure incidents. The number (n) of restorations at risk is indicated below. The vertical line indicates that the number of restorations at risk dropped below n = 10.



**Abbildung 5** Erfolgswahrscheinlichkeit (Kaplan-Meier) von Front- und Seitenzahnrestorationen im Vergleich (Log-rank-Test,  $p = 0,8483$ ). Die Anzahl (n) der Restaurationen unter Beobachtung ist unterhalb des jeweiligen Untersuchungszeitpunktes angezeigt. Die vertikalen Linien (durchgezogene Linie für Frontzahnrestorationen, gestrichelte Linie für Seitenzahnrestorationen) markieren, dass die Anzahl der unter Risiko stehenden Restaurationen unter n = 10 gefallen ist.

**Figure 5** Kaplan-Meier success curves compared (log rank test,  $p = 0,8483$ ) for anterior and posterior restorations. The number (n) of the respective restorations at risk is indicated below. The vertical lines (solid line for anterior restorations, dashed line for posterior restorations) indicate that the number of restorations at risk dropped below n = 10.

sorgfältig einmassiert. Überschüssiges Bonding wurde vor dem Zementieren mit schwachem Luftstrom zu einer dünnen Schicht verblasen.

Die Klebeflächen der mit Panavia eingesetzten Restaurationen (n = 28, 31,5 %) wurden mit 50  $\mu$ m Aluminiumoxid und einem Druck von 3,5 bar abgestrahlt, anschließend für 3 min in einem Ultraschallbad mit Alkohol gereinigt und mit ölfreier Luft getrocknet. Zahnschmelz wurde selektiv mit 37 % Phosphorsäure 10 sec lang geätzt. Die Säure wurde gründlich abgespült und der Zahn getrocknet. Anschließend wurde ein selbsthärtendes, dualhärtendes Bonding (ED Primer II, Kuraray Europe GmbH, Hattersheim am Main, Deutschland) auf Schmelz und Dentin aufgetragen. Überschüssiges Bonding wurde nach 30 sec Einwirkzeit mit moderatem Luftstrom entfernt.

Ein Drittel der Restaurationen konnte unter Kofferdam zementiert werden. In den übrigen Fällen, vor allem bei Hybridbrücken, wurde mittels Parotiskissen und Watterollen relativ trockengelegt und die Zementfuge durch Retrakti-

onsfäden vor Speichel und Sulkusfluid geschützt. Nachdem Zementüberschüsse initial entfernt und alle Klebefugen durch Auftragen eines Gels (Liquid Strip, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein; Oxyguard II, Kuraray Europe GmbH, Hattersheim am Main, Deutschland) vor dem Zutritt von Sauerstoff isoliert worden waren, wurden die Pfeilerzähne von allen Seiten jeweils 20 sec lichtgehärtet.

Überschüssiger Zement wurde erneut entfernt und die Okklusion abschließend überprüft (Abb. 3). Zum Schluss wurde mit dem Patient die Verwendung von SuperFloss (Oral B, Procter & Gamble Germany GmbH, Schwalbach am Taunus, Deutschland) und Interdentalraumbürstchen (Curaprox, CURADEN SWISS GmbH, Stutensee, Deutschland) eingeübt.

### 2.3 Zahntechnik

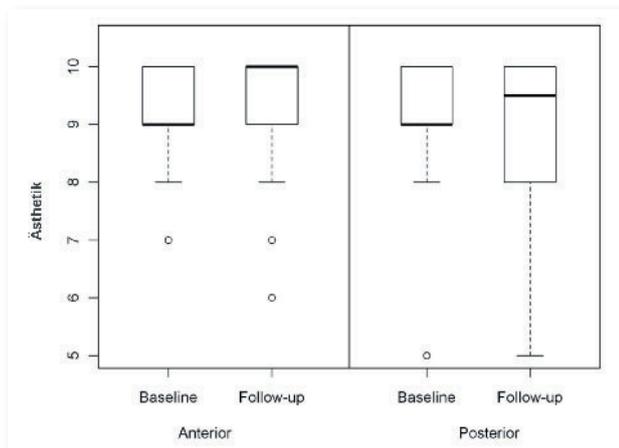
Alle Brückengerüste wurden im Gussverfahren von 3 zahntechnischen Labors (Labor 1 [n = 61, 68,5 %], Labor 2 [n = 14, 15,7 %], Labor 3 [n = 14, 15,7 %])

aus einer Nichtedelmetalllegierung auf Kobalt-Chrom-Basis hergestellt. Die Mindestdicke der Adhäsivflügel betrug 0,5 mm, der Mindestquerschnitt der Verbinder lag bei 5 mm<sup>2</sup>. Brückenzwischenmitglieder sowie Kronenbrückenanker wurden mit einer Feldspatkeramik verblendet. Es wurden dabei folgende Materialkombinationen (Gerüstmaterial/Verblendmaterial) verwendet:

- Labor 1: Remanium Star/Duceram Kiss (DENTAURUM GmbH & Co. KG, Ispringen, Deutschland)
- Labor 2: Wieland Denta NEM/Wieland Reflex (Wieland Dental + Technik GmbH & Co. KG, Pforzheim, Deutschland)
- Labor 3: Wirobond 280 (Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst GmbH & Co. KG, Bremen, Deutschland)/Vita VM13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Deutschland)

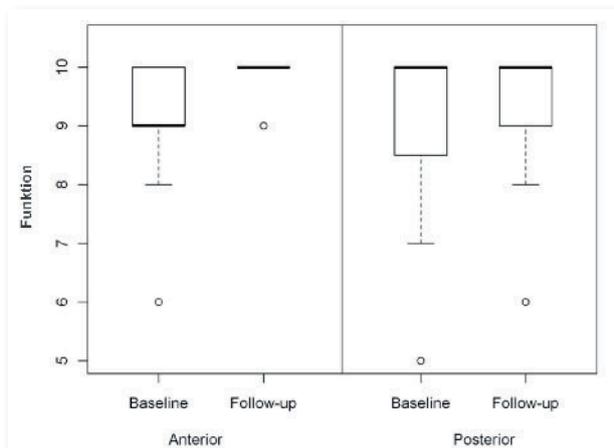
### 2.4 Dokumentation und Nachuntersuchung

Der Eingliederungsbefund (Baseline) und die jährlich durchgeführte kli-



**Abbildung 6** Boxplotdarstellung der Patientenbeurteilung (Skala 1–10) der Ästhetik von Front- bzw. Seitenzahnbrücken zum Zeitpunkt der Eingliederung (Baseline) und im Rahmen des Follow-Up.

**Figure 6** Box plots of patients' esthetic perception on a numerical rating scale (1–10) at baseline and follow-up visits grouped for anterior and posterior restorations



**Abbildung 7** Boxplotdarstellung der Patientenbeurteilung (Skala 1–10) der Funktion der Front- bzw. Seitenzahnrestauration zum Zeitpunkt der Eingliederung (Baseline) und im Rahmen des Follow-Up.

**Figure 7** Box plots of perceived function on a numerical rating scale (1–10) at baseline and follow-up visits grouped for anterior and posterior restorations.

nische Nachuntersuchung (Follow-Up) wurden anhand standardisierter Datenerhebungsbögen kontinuierlich dokumentiert. Diese standen jedem Behandler online zur Verfügung. Im Rahmen der Baseline-Dokumentation wurden das Geschlecht und Alter des Patienten, das Eingliederungsdatum, die Qualität der Verankerungselemente, die Position der Restauration (gemäß Fédération Dentaire Internationale [FDI]), die verwendete Legierung und Verblendkeramik, das Dentallabor, der verwendete Einsetzzement, die Benutzung von Kofferdam, das Vorhandensein statischer (8 µm Hanel Shimstockfolie, Coltène/Whaledent AG, Altstätten, Schweiz) und dynamischer (12 µm Hanel Okklusionsfolie, Coltène/Whaledent AG, Altstätten, Schweiz) Okklusionskontakte sowie die Qualität der Antagonisten notiert. Taschensondierungstiefen und Attachmentlevel wurden an je 6 Stellen der Pfeiler- und Kontrollzähne mittels millimeterskalierter Parodontalsonde (PCP-UNC 15, Hu-Friedy Mfg. Co., LLC, Tuttlingen-Möhringen, Deutschland) erhoben. Die Beweglichkeit der Pfeilerzähne [26] wurde bestimmt und deren Sensibilität mittels Kältespray (Endo Cold Spray, Henry Schein Dental Deutschland GmbH, Langen, Deutschland) getestet.

Die Baseline-Dokumentation beinhaltete zudem eine ästhetische (anatomische Form, Farbe) und funktionelle

(Abbeiß-, Kau- und Sprachfunktion, Hygienisierbarkeit) Beurteilung der Restaurationen durch die Patienten. Diese erfolgte anhand einer numerischen Analogskala (NRS) von 1 = „vollkommen unzureichend“ bis 10 = „perfekt“.

Datenerhebungsbögen, die im Rahmen des Follow-Up bzw. im Fall einer Komplikation verwendet wurden, enthielten zudem eine Checkliste möglicher Mängel. Diese beinhaltete die Notwendigkeit einer parodontalen oder endodontischen Behandlung, das Auftreten von Sekundärkaries an den Pfeilerzähnen, Pfeilerzahnfrakturen, ein- oder beidseitige Dezementierung der Restauration, Restorationsverlust, eine Restorationsfraktur sowie Verblenndrisse oder -teilverluste (Chipping). Die Untersuchung selbst fand unter einer dentalen OP-Leuchte mit einer zahnärztlichen Sonde und einem Spiegel statt. Das zu untersuchende Gebiet wurde dafür zunächst gereinigt und getrocknet.

## 2.5 Statistik

Anhand des Auftretens von Komplikationen, bzw. der Notwendigkeit eine Restauration zu ersetzen, wurden die Erfolgswahrscheinlichkeit (success rate) und die Überlebenswahrscheinlichkeit (survival rate) der Restaurationen berechnet. Überlebende bzw. komplikationsfreie Restaurationen wurden dabei zum Zeitpunkt ihrer aktuellen Nach-

untersuchung zensiert. Eine Restauration wurde als überlebend definiert, wenn sich diese zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in situ befand und nicht erneuert werden musste. Eine Restauration wurde als erfolgreich definiert, wenn über den gesamten Untersuchungszeitraum keinerlei Komplikationen aufgetreten waren. Die Erfolgs- und Überlebenswahrscheinlichkeit wurde mithilfe der Kaplan-Meier-Methode bestimmt und die Erfolgswahrscheinlichkeit von Front- und Seitenzahnrestaurationen mittels Log-rank-Test miteinander verglichen. Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem Vorhandensein bestimmter Ausgangsbefunde wurde mithilfe des Cox-Regressionsmodells überprüft. Whisker und Boxplots wurden verwendet, um die ästhetische und funktionelle Beurteilung der Restaurationen durch die Patienten grafisch darzustellen. Unterschiede in der Bewertung von Front- und Seitenzahnrestaurationen wurden mit dem Wilcoxon-Rangsummentest überprüft. Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten (Baseline und aktuelles Follow-Up) wurden mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test beurteilt. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p \leq 0,05$  festgelegt. Die statistische Analyse erfolgte durch das Institut für medizinische Biometrie und Informatik der Universität Heidelberg unter Verwendung der Statistiksoftware

SAS (Version 9.2, SAS Institute GmbH, Heidelberg, Deutschland). Die Kaplan-Meier-Kurven wurden mit SPSS (Version 19.0.0, IBM SPSS Statistics, IBM Deutschland GmbH, Ehningen, Deutschland) berechnet.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Dropout

Sechs Patienten schieden nach dem 1-Jahres-Recall aus der Beobachtung aus: Zwei Patienten änderten ihren Wohnort, ein Patient hatte kein Interesse an einer Wiedervorstellung und in 3 Fällen blieben die Gründe für das Ausscheiden unbekannt. Ein Patient verstarb nach dem 5-Jahres-Recall. In allen Fällen waren die eingegliederten Restaurationen zum Zeitpunkt des letzten Follow-Up intakt und wurden daher bis zu diesem Zeitpunkt ausgewertet.

#### 3.2 Überleben

Während des mittleren Beobachtungszeitraumes von 3,9 Jahren (SD 2,5 Jahre, Minimum 0,4 Jahre, Maximum 8,5 Jahre) traten bei 10 Restaurationen insgesamt 11 Komplikationen auf (Tab. 3). Bei Patienten mit 2 Adhäsivbrücken waren nie beide Restaurationen betroffen. Drei Komplikationen machten den anschließenden Austausch der betroffenen Restaurationen notwendig. Diese Restaurationen wurden als nicht überlebend gewertet. Die Überlebensrate betrug für den mittleren Untersuchungszeitraum 96,6 %. Die Erfolgsrate betrug 88,8 %; 79 Brücken zeigten keine Komplikationen.

Verblenddefekte traten in 6 Fällen (6,7 %) auf und stellten die häufigste Komplikation dar. Darüber hinaus verursachten Schäden an der Verblendung 2 der 3 Neuanfertigungen. In 3 Fällen (3,4 %) kam es zu einem Verlust des adhäsiven Verbundes. Eine Restauration musste daraufhin neu angefertigt werden, die beiden anderen Adhäsivbrücken wurden rezementiert.

Die übrigen Komplikationen bestanden in einer kombiniert parodontal-endodontischen Läsion eines Pfeilerzahnes sowie einer ausgewaschenen, jedoch kariesfreien, Klebefuge. Es wurde eine 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von 98,4 % (CI 88,9–99,8 %) be-

rechnet (Abb. 4). Die 5-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit lag bei 87,5 % (CI 74,1–94,2 %). Beim Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeiten von Front- und Seitenzahnrestaurationen ergab sich kein signifikanter Unterschied (Log-rank,  $p = 0,8483$ ) (Abb. 5).

Im Rahmen der univariaten Analyse konnte kein signifikanter Einfluss der Variablen „Geschlecht“ ( $p = 0,3714$ ), „Position der Restauration“ (Front- vs. Seitenzahnbereich) ( $p = 0,7329$ ), „Kiefer“ ( $p = 0,4405$ ), „Anzahl Brückenglieder“ (3 vs. 4) ( $p = 0,6699$ ), „statische Okklusion auf den Brückenzwischenmitgliedern“ ( $p = 0,6747$ ) oder „dynamische Okklusion auf den Brückenzwischenmitgliedern“ ( $p = 0,4906$ ) auf das Auftreten von Komplikationen nachgewiesen werden.

#### 3.3 Selbsteingeschätzte Ästhetik

Direkt nach dem Eingliedern bewerteten die Patienten die Ästhetik sowohl der Front- als auch der Seitenzahnrestaurationen auf der numerischen Analogskala im Median mit 9. Im Follow-Up wurden Frontzahnrestaurationen im Median mit 10, Seitenzahnrestaurationen mit 9,5 bewertet (Abb. 6).

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Front- und Seitenzahnrestaurationen festgestellt werden. Dies galt sowohl zum Zeitpunkt der Eingliederung ( $p = 0,9252$ ) als auch im Rahmen des letzten Follow-Up ( $p = 0,4771$ ). Zudem veränderten die Patienten die Einschätzung ihres ästhetischen Erscheinungsbildes zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten nicht signifikant ( $p = 0,2737$ ).

#### 3.4 Selbsteingeschätzte Funktion

Mediane Punktzahlen von 9 im Front- und 10 im Seitenzahnbereich ließen auf eine hohe Patientenzufriedenheit in Bezug auf die Funktion schließen. Im Follow-Up wurde die Funktion der Frontzahnrestaurationen im Median mit 10 bewertet. Im Seitenzahnbereich blieb das Patientenvotum gegenüber der Baselineuntersuchung unverändert (Abb. 7).

Wie bereits für die Beurteilung des ästhetischen Erscheinungsbildes festgestellt, ergab sich auch für die selbsteingeschätzte Funktion weder zum Zeitpunkt der Eingliederung ( $p = 0,9445$ ) noch im Rahmen der Nachunter-

suchung ( $p = 0,1412$ ) ein signifikanter Unterschied zwischen Front- und Seitenzahnrestaurationen. Auch in Bezug auf den Untersuchungszeitpunkt war kein Unterschied feststellbar ( $p = 0,0975$ ).

### 4 Diskussion

Im Rahmen dieser retrospektiven Untersuchung wurde die klinische Bewährung retentiv präparierter Front- und Seitenzahnadhäsivbrücken über einen Zeitraum von bis zu 8,5 Jahren anhand des Auftretens technischer und biologischer Komplikationen beurteilt. Darüber hinaus wurde die Patientenmeinung zu Ästhetik und Funktion analysiert.

Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit lag bei 98,4 % (CI 88,9–99,8 %) und damit im Bereich von konventionellem Brückenzahnersatz [29, 33]. Eine Übersichtsarbeit, die nur Studien mit einem klinischen Follow-Up über mindestens 5 Jahre einschloss, berechnete für Adhäsivbrücken für den Zeitraum von 5 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 87,7 % (CI 81,6–91,9 %) [31]. Andere Studien gaben 5-Jahres-Überlebensraten von 67 % [47], 76 % [32], 82 % [23], 85 % [3] und 94 % [6] an. In der letztgenannten Studie wurden Restaurationen, die nach einem Retentionsverlust wieder befestigt werden konnten, im Sinne der Überlebensdefinition als gescheitert gewertet. Eine Studie, die nicht das Überleben, sondern das Scheitern der Restauration als Zielparameter hatte, gab dieses für den Zeitraum von 5 Jahren mit 42 % an [5].

Im Beobachtungszeitraum der aktuellen Untersuchung traten nur wenige Komplikationen ( $n = 11$ ) auf. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Restauration nach 5 Jahren definitionsgemäß als Erfolg gewertet wurde, lag bei 87,5 % (CI 74,1–94,2 %). In einer Übersichtsarbeit, die Studien mit einem klinischen Follow-Up von mindestens 12 Restaurationen über mindestens 2 Jahre einschloss, wurde für Adhäsivbrücken eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 74,7 % (CI 66,6–82,8 %) nach 60 Monaten angegeben [37].

In der hier durchgeführten Untersuchung waren die Adhäsivbrücken gleichmäßig im Front- ( $n = 45$ ) und Seitenzahnbereich ( $n = 44$ ) verteilt, ohne sich in Bezug auf ihre Erfolgsraten statis-

tisch signifikant zu unterscheiden. Auch in anderen Studien konnte ein Effekt der Lokalisation der Restauration auf deren Langlebigkeit nicht nachgewiesen werden [5, 32, 34, 42].

In der vorliegenden Untersuchung waren Frakturen der Verblendkeramik für die meisten Komplikationen ( $n = 6$ , 6,7 %) verantwortlich. Chipping in dieser Größenordnung findet man auch im Bericht einer Metaanalyse, welche Verblendfrakturen bei 5,7 % der Restaurationen über einen Zeitraum von 5 Jahren errechnete [31]. An anderer Stelle wird eine gemittelte Chippingrate von 3 % (Spannweite 0,8–8 %) angegeben [16].

Vollkommen anders verhielt es sich mit dem Auftreten von Retentionsverlusten. Während Debonding in der Literatur als häufigste Komplikation von Adhäsivbrücken angesehen wird, konnten im Rahmen der aktuellen Untersuchung Dezentimentierungen nur bei 3 Restaurationen (3,4 %) beobachtet werden. Zwei Übersichtsarbeiten, die ebenfalls Debonding auswerteten, berichteten demgegenüber eine 5-Jahres-Rate von 19,2 % [31] bzw. eine mittlere Inzidenz von 20 % für einen Zeitraum von 2–5 Jahren [16].

Ein Grund für die in dieser Untersuchung sehr niedrige Dezentimentierungsrate könnte in der Art der Befestigung der Adhäsivbrücken gelegen haben. Die Kombination aus mikroretentivem und chemischem Verbund zwischen Restaurationsoberfläche und Einsetzkomposit wurde bereits als sehr belastbar und langfristig stabil beschrieben [12, 13, 44].

Auch das hier gewählte Präparationsdesign wirkt Debonding entgegen. Durch Anlegen vertikaler Rillen und oraler bzw. okklusaler Bohrungen und Kästen konnten Scherkräfte, die auf die Restaurationen ausgeübt wurden, in ihrer Wirkung auf den adhäsiven Verbund stark abgemildert werden. Auf diese Art und Weise konnten Schälkräfte, die im Bereich der Restaurationsränder eine lokale Zugbelastung auf den adhäsiven Verbund ausüben, minimiert werden. Solche Schälkräfte stehen im Verdacht im Bereich lokaler Schwachstellen Risse in der Klebefuge zu induzieren [27]. Risswachstum und die zunehmende hydrolytische Degradation des adhäsiven Verbundes führen in ihrer Folge zur Dezentimentierung der Restauration.

Die meisten Studien, die den Einfluss des Präparationsdesigns auf die In-

zidenz von Debonding untersucht haben, fanden heraus, dass Adhäsivbrücken mit einer retentiven Präparation signifikant seltener von Retentionsverlusten betroffen waren [16].

Eine allgemeingültige Definition für eine retentive Adhäsivbrückenpräparation existiert jedoch nicht, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert. Eine Studie aus dem Jahr 1993, in deren Rahmen Adhäsivbrücken mit einem vergleichbaren Präparationsdesign wie dem hier verwendeten untersucht wurden, konnte zeigen, dass ein solches retentives Präparationsdesign das Risiko der Restauration zu scheitern, um das 20-fache reduzierte [34].

Im Rahmen einer Follow-Up-Untersuchung im Jahr 2008, die Restaurationen aus der zuvor genannten Studie teilweise nochmals mit einschloss, konnte eine hohe 10-Jahres-Überlebensrate von 88 % für Restaurationen mit retentivem Präparationsdesign festgestellt werden. Die Kovariaten Oberkiefer, Unterkiefer, Front-/Seitenzahnbereich, Anzahl der Zwischenglieder und Anzahl der Pfeilerzähne hatten keinen Effekt auf das Überleben dieser Restaurationen [2]. Dies ist in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der aktuellen Untersuchung.

Im Rahmen dieser Studie trat an den Pfeilerzähnen keine Karies im Sinne einer neuen Läsion oder einer Randkaries (Sekundärkaries) auf. Auch andere Studien berichteten eine sehr geringe Kariesinzidenz bei der Verwendung von Adhäsivbrücken und gaben diese mit 1,5 % nach 5 Jahren [31], 1,8 % über einen mittleren Zeitraum von 76 Monaten [8] und 3 % nach 10 Jahren an [46]. Eine Metaanalyse von 22 Studien, die Angaben zur Kariesinzidenz machten, ermittelte für das Auftreten von Karies eine mittlere Häufigkeit von 7 % (Spannweite 0–12 %) [16].

Obwohl eine potenzielle Verfärbung der Pfeilerzähne durch den unterliegenden Metallflügel in anderen Untersuchungen häufig beobachtet wurde [16] und dies ein hohes Komplikationspotenzial dahin gehend bergen kann, die ästhetische Wahrnehmung des Zahnersatzes durch den Patient negativ zu beeinflussen, waren die Patienten in dieser Studie mit ihrem ästhetischen Erscheinungsbild sehr zufrieden.

Dies galt sowohl für Front- als auch für Seitenzahnrestorationen, auch wenn Seitenzahnrestorationen im Rah-

men des Follow-Up etwas kritischer beurteilt wurden. Wertungen zwischen 5 und 8 auf der numerischen Analogskala in 25 % der Fälle lassen für diese Restaurationen vermuten, dass die okklusale Bedeckung der Pfeilerzähne durch die Adhäsivflügel teilweise als ästhetisch störend empfunden wurde.

Die Funktion der Adhäsivbrücken wurde von den Patienten mehrheitlich als perfekt beurteilt. Gefundenes stimmt mit den Ergebnissen zweier groß angelegter prospektiver Untersuchungen, die auch die Patientenzufriedenheit zum Gegenstand hatten, überein [10]. Die Patienten waren mit den eingegliederten Adhäsivbrücken unabhängig von der Dauer der Inkorporation im Allgemeinen sehr zufrieden.

Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Generalisierbarkeit der Ergebnisse solcher Zufriedenheitsbefragungen eingeschränkt ist, da keine Randomisierung der Therapieform stattfand. Vielmehr entschlossen sich alle Patienten nach entsprechender Aufklärung bewusst für eine Adhäsivbrücke und waren somit bereit, das mit dieser Versorgung potenziell verbundene funktionelle und ästhetische Risiko in Kauf zu nehmen.

Aufgrund des retrospektiven Charakters ist die Aussagekraft dieser Untersuchung eingeschränkt. Von einer prospektiven Studie unterscheidet sie sich insbesondere dadurch, dass der Vergleich der untersuchten Therapie mit den bekannten Therapiealternativen nur anhand der Literatur gelingt. So wurden nur Patienten mit Adhäsivbrücken eingeschlossen, nicht aber Patienten, die mit einem Implantat oder einer konventionellen Brücke rehabilitiert wurden. Ein direkter Vergleich der Therapien hätte die Vergleichbarkeit der Patienten zur Voraussetzung gehabt, was gerade bei Adhäsivbrücken selten gegeben ist. Adhäsivbrücken werden in der Regel in Betracht gezogen, wenn eine Implantation nicht mehr oder noch nicht in Frage kommt. Weiterhin würde es sowohl dem Patient, bei dem die Indikation für eine Adhäsivbrückenversorgung gegeben ist, wie auch höchstwahrscheinlich dem behandelnden Zahnarzt schwer fallen sich auf eine durch Los bestimmte Vollkronenpräparation der Pfeilerzähne einzulassen.

In solchen Fällen bietet die retrospektive Analyse gut dokumentierter

Fälle eine Möglichkeit, die klinische Leistungsfähigkeit einer Therapiestrategie zu beurteilen [19].

Da in dieser Untersuchung nur sehr wenige Patienten (n = 7) vor dem Verlust der Restauration aus dem Follow-Up ausschieden, sollte angenommen werden, dass die für den Beobachtungszeitraum ermittelten Überlebens- und Erfolgsraten die klinische Realität am Studienort gut abbilden.

Klar definierte Ein- und Ausschlusskriterien erlauben es dem Kliniker zudem, die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das eigene Patientengut abzuschätzen.

Es sollte beachtet werden, dass die Patientenbehandlung von mehreren, unterschiedlich erfahrenen Zahnärzten durchgeführt wurde. Es ist daher denkbar, dass durch die Heterogenität der Behandler und Lerneffekte, die Qualität der Restaurationen einer gewissen Schwankungsbreite unterlag. Um solchen Effekten vorzubeugen waren alle Behandlungen in Bezug auf Diagnostik, Planung, Präparationsdesign, verwendete Materialien und Klebung standardisiert. Diese Standards wurden über die gesamte Studiendauer nicht verändert und den Behandlern im Rahmen interner Fortbildungsveranstaltungen und Fallpräsentationen regelmäßig wieder vor Augen geführt. Fehler, die bei der Präparation, der klinischen Einschätzung der Retentivität der Restaurationen und im Rahmen des adhäsiven Zementierens geschehen, sollten sich vor allem auf die Dezentrierungsrate auswirken. Die geringe Dezentrierungsrate in dieser Analyse unterstreicht, dass oben genannte Bemühungen, den Einfluss des Behandlers auf die Prognose der Restau-

rationen so klein wie möglich zu halten, ohne den Kreis der Behandler massiv einzuschränken, erfolgreich waren. Im Umkehrschluss können Adhäsivbrücken in der Breite erfolgreich eingesetzt werden, wenn die geschilderten Behandlungsstandards beherzigt werden.

In dieser Analyse wurden nur zweiflügelige Adhäsivbrücken berücksichtigt. In jüngerer Zeit werden vermehrt auch einflügelige Adhäsivbrücken eingesetzt. Die Vorteile einflügeliger Adhäsivbrücken liegen in ihrer ästhetischen Vorhersagbarkeit, der besseren Hygienefähigkeit, der geringeren Invasivität und der Tatsache, dass ein unbemerktes einseitiges Debonding verbunden mit einer unentdeckten Karies unter dem gelösten Adhäsivflügel ausgeschlossen ist. Ihre Prognose ist über einen kurzen bis mittleren Zeitraum vielversprechend [9, 38]. Im Frontzahnbereich wiesen einflügelige gegenüber zweiflügeligen Adhäsivbrücken vergleichbare oder bessere Retentionsraten auf [22, 43]. Zweiflügelige Adhäsivbrücken werden jedoch häufiger auch in prognostisch ungünstigen Situationen angewendet, z.B. im Anschluss an eine kieferorthopädische Behandlung zur Retention, zur Schienung im parodontal vorgeschädigten Gebiss oder, wenn die einflügelige Konstruktion aufgrund anderer klinischer Faktoren bereits ausgeschlossen wurde [14].

In dieser Analyse wurden ausschließlich metallkeramische Adhäsivbrücken beurteilt. Der Wunsch nach einer verbesserten Ästhetik führte früh auch zur Entwicklung vollkeramischer Varianten [21]. Erste vielversprechende Ergebnisse liegen für zwei- [22, 36, 38] und dreigliedrige [1, 15, 22] Restaura-

tionen auf Basis von glasinfiltriertem Aluminiumoxid [15, 22], Zirkoniumdioxid [1, 38] und Lithiumdisilikat [36] vor.

## 5 Schlussfolgerung

In Kenntnisnahme der Einschränkungen dieser retrospektiven Untersuchung können folgende Schlüsse gezogen werden:

Wenn Pfeilerzähne keine oder nur geringe Hartschubstanzdefekte aufweisen, können Adhäsivbrücken mit retentiv präparierten Adhäsivflügeln sowohl im Front- als auch im Seitenzahnbereich als minimalinvasive Therapiealternative zur konventionellen Brückenversorgung mit mittelfristig guter Prognose eingesetzt werden.

Beim aufgeklärten Patient lässt sich eine dauerhaft hohe Patientenzufriedenheit mit dem ästhetischen Erscheinungsbild und der Funktion der Restauration unabhängig vom versorgten Segment erreichen. DZZ

**Interessenskonflikt:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenskonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Wolfgang Bömicke  
Universitätsklinikum Heidelberg  
Poliklinik für zahnärztliche Prothetik  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Wolfgang.Boemicke@  
med.uni-heidelberg.de

## Literatur

1. Abou Tara M, Eschbach S, Wolfart S, Kern M: Zirconia ceramic inlay-retained fixed dental prostheses – first clinical results with a new design. *J Dent* 2011;39:208–211
2. Aggstaller H, Beuer F, Edelhoff D, Rammelsberg P, Gernert W: Long-term clinical performance of resin-bonded fixed partial dentures with retentive preparation geometry in anterior and posterior areas. *J Adhes Dent* 2008;10:301–306
3. Audenino G, Giannella G, Morello GM, Ceccarelli M, Carossa S, Bassi F: Resin-bonded fixed partial dentures: ten-year follow-up. *Int J Prosthodont* 2006;19:22–23
4. Behr M, Leibrock A, Stich W, Rammelsberg P, Rosentritt M, Handel G: Adhesive-fixed partial dentures in anterior and posterior areas. Results of an ongoing prospective study begun in 1985. *Clin Oral Investig* 1998;2:31–35
5. Berekally TL, Smales RJ: A retrospective clinical evaluation of resin-bonded bridges inserted at the Adelaide Dental Hospital. *Aust Dent J* 1993;38:85–96
6. Besimo C, Gächter M, Jahn M, Hassell T: Clinical performance of resin-bonded fixed partial dentures and extra-coronal attachments for removable prostheses. *J Prosthet Dent* 1997;78:465–471
7. Besimo CHG, Gächter M, Jahn M, Kuhn A: Klinischer Erfolg bei elektrolytisch konditionierten Adhäsivbrücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1996;51:5
8. Boening KW, Ullmann K: A retrospective study of the clinical performance of porcelain-fused-to-metal resin-bon-

- ded fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2012;25:265–269
9. Botelho MG, Leung KC, Ng H, Chan K: A retrospective clinical evaluation of two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *J Am Dent Assoc* 2006;137:783–788
  10. Creugers NH, De Kanter RJ: Patients' satisfaction in two long-term clinical studies on resin-bonded bridges. *J Oral Rehabil* 2000;27:602–607
  11. Creugers NH, de Kanter RJ, Verzijden CW, van 't Hof MA: Five year survival of posterior adhesive bridges. Influence of bonding systems and tooth preparation. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1999;106:250–253
  12. Denizoglu S, Hanyaloglu CS, Aksakal B: Tensile bond strength of composite luting cements to metal alloys after various surface treatments. *Indian J Dent Res* 2009;20:174–179
  13. Di Francescantonio M, de Oliveira MT, Garcia RN, Romanini JC, da Silva NR, Giannini M: Bond strength of resin cements to Co-Cr and Ni-Cr metal alloys using adhesive primers. *J Prosthodont* 2010;19:125–129
  14. Djemal S, Setchell D, King P, Wickens J: Long-term survival characteristics of 832 resin-retained bridges and splints provided in a post-graduate teaching hospital between 1978 and 1993. *J Oral Rehabil* 1999;26:302–320
  15. Galiatsatos AA, Bergou D: Clinical evaluation of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. *Quintessence Int* 2014;45:9–14
  16. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassang K, Kan JY: Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90:31–41
  17. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA: Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001;85:363–376
  18. Haastert B, Hickel R, Holste T, Kerschbaum T: The factors affecting the risk for the loss of resin-bonded bridges. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1992;102:416–421
  19. Johnston LE, Jr.: Moving forward by looking back: 'retrospective' clinical studies. *J Orthod* 2002;29:221–226
  20. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, D ST: Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(Suppl.6):2–21
  21. Kern M, Knode H, Strubb JR: The all-porcelain, resin-bonded bridge. *Quintessence Int* 1991;22:257–262
  22. Kern M, Sasse M: Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. *J Adhes Dent* 2011;13:407–410
  23. Kerschbaum T, Haastert B, Marinello CP: Risk of debonding in three-unit resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1996;75:248–253
  24. Liddelow G, Klineberg I: Patient-related risk factors for implant therapy. A critique of pertinent literature. *Aust Dent J* 2011;56:417–426; quiz 441
  25. Micheelis W, Schiffner U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV) Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungensprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. *Materialienreihe Band 31*. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln 2006
  26. Miller SC: *Textbook of Periodontia*. Blackstone, Philadelphia 1950
  27. Northeast SE, van Noort R, Shaglouf AS: Tensile peel failure of resin-bonded Ni/Cr beams: an experimental and finite element study. *J Dent* 1994;22:252–256
  28. Pelaez J, Cogolludo PG, Serrano B, Serrano JE, Suarez MJ: A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2012;25:451–458
  29. Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M: Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007;18(Suppl.3):97–113
  30. Pjetursson BE, Lang NP: Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil* 2008;35(Suppl.1):72–79
  31. Pjetursson BE, Tan WC, Tan K, Bragger U, Zwahlen M, Lang NP: A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:131–141
  32. Pröbster B, Henrich GM: 11-year follow-up study of resin-bonded fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 1997;10:259–268
  33. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH: Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2012;107:170–177
  34. Rammelsberg P, Pospiech P, Gernet W: Clinical factors affecting adhesive fixed partial dentures: a 6-year study. *J Prosthet Dent* 1993;70:300–307
  35. Rochette AL: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1973;30:418–423
  36. Sailer I, Bonani T, Brodbeck U, Hammerle CH: Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *Int J Prosthodont* 2013;26:443–450
  37. Salinas TJ, Eckert SE: In patients requiring single-tooth replacement, what are the outcomes of implant- as compared to tooth-supported restorations? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(Suppl):71–95
  38. Sasse M, Kern M: CAD/CAM single retainer zirconia-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: clinical outcome after 5 years. *Int J Comput Dent* 2013;16:109–118
  39. Schley JS, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S: Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 yr: a systematic review of the literature. *Eur J Oral Sci* 2010;118:443–450
  40. Schwarz F, Sahn N, Becker J: Impact of the outcome of guided bone regeneration in dehiscence-type defects on the long-term stability of peri-implant health: clinical observations at 4 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:191–196
  41. Sunnegardh-Gronberg K, Davidson T, Gynther G et al.: Treatment of adult patients with partial edentulism: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2012;25:568–581
  42. Thayer KE, Williams VD, Diaz-Arnold AM, Boyer DB: Acid-etched, resin bonded cast metal prostheses: a retrospective study of 5- to 15-year-old restorations. *Int J Prosthodont* 1993;6:264–269
  43. van Dalen A, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ: A literature review of two-unit cantilevered FDPs. *Int J Prosthodont* 2004;17:281–284
  44. van Dalen A, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ: The influence of surface treatment and luting cement on in vitro behavior of two-unit cantilever resin-bonded bridges. *Dent Mater* 2005;21:625–632
  45. Vigolo P, Mutinelli S: Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study. *J Prosthodont* 2012;21:265–269
  46. Williams VD, Denehy GE, Thayer KE, Boyer DB: Acid-etch retained cast metal prostheses: a seven-year retrospective study. *J Am Dent Assoc* 1984;108:629–631
  47. Zalkind M, Ever-Hadani P, Hochman N: Resin-bonded fixed partial denture retention: a retrospective 13-year follow-up. *J Oral Rehabil* 2003;30:971–977