

M. Kölpin<sup>1</sup>, H. Meyer-Lückel<sup>2</sup>, M. Naumann<sup>3</sup>

# Postendodontische Restauration mit glasfaserverstärkten Aufbaustiften: 10-Jahres-Ergebnisse\*



M. Kölpin

## *Glass-fiber supported postendodontic restoration: 10-year results*

**Einführung:** In der zahnärztlichen Praxis werden glasfaserverstärkte Stifte in Kombination mit Kompositaufbauten regelmäßig eingesetzt, um endodontisch behandelte, koronal zerstörte Zähne zu restaurieren. Neben zahlreichen In-vitro-Untersuchungen liegen mittlerweile klinische Daten von kurzer bis mittlerer Beobachtungsdauer zur Überlebenswahrscheinlichkeit dieser Versorgungen vor. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, Langzeitdaten zur Überlebenswahrscheinlichkeit von 3 verschiedenen glasfaserverstärkten Aufbaustiften unter Beachtung weiterer beeinflussender Faktoren zu erheben.

**Material und Methode:** Einhundertneunundvierzig adhäsiv befestigte Glasfaserstifte wurden bei 119 Patienten bis zu 120 Monate nachuntersucht. Ein chemisch initiiertes polymerisierendes Kompositmaterial wurde für den Stumpfaufbau verwendet. Entsprechend des spezifischen prothetischen Behandlungsplanes erfolgte die definitive Versorgung. Unter Anwendung der Cox-Regressionsanalyse wurde die Beziehung zwischen relevanten Faktoren und der Zeit bis zum Versagen evaluiert.

**Ergebnisse:** Fünfundfünfzig Restaurationen versagten im Verlauf von 10 Jahren (jährliche Versagensrate: 4,6 %). Häufigste Versagensereignisse waren die Fraktur und der Retentionsverlust des Aufbaustiftes (jeweils  $n = 17$ ) sowie endodontische Komplikationen ( $n = 7$ ). Zahnextraktionen waren in 10 Fällen notwendig. Sechzig mit Glasfaserstiften versorgte Zähne konnten bis zu 120 Monate nachverfolgt werden, während 34 Zähne als „lost-to-follow up“ kategorisiert wurden. Die mittlere Überlebenszeit (Standardabweichung) lag bei 74 (43) Monaten. Die bivariate Analyse zeigte für die Variablen Zahntyp (Hazard ratio [95 % KI]: 2,2 [1,3–3,7];  $p = 0,004$ ) sowie Anzahl verbliebener Kavitätswände (HR

**Introduction:** In dental practice, glass-fiber reinforced endodontic posts (GFRP) combined with composite resin core materials are commonly used to build up damaged endodontically treated teeth. To date only short- to medium-term data of clinical studies have been published. The aim of this investigation was to evaluate long-term survival of postendodontic restorations with 3 different glass-fiber reinforced composite resin post systems (GFRP) and to analyze the impact of relevant clinical factors.

**Material and Methods:** One-hundred forty-nine adhesively luted GFRP in 119 patients were followed up to 120 months. A chemically curing composite resin was used to build up the core. The final restorations were placed according to the specific prosthetic treatment plan. Cox proportional hazards models were used to evaluate the associations between clinical variables and time until failure.

**Results:** Fifty five failures were observed during 10 years (mean annual failure rate: 4.6 %). Most frequent types of failure were post fracture and loss of post retention (both  $n = 17$ ) followed by endodontic complications ( $n = 7$ ). Ten catastrophic failures resulted in extraction of the respective teeth. Sixty teeth were followed up to 120 months, while 34 teeth were judged as lost-to-follow up. The mean survival time (SD) was 74 (43) months. In crude analyses tooth type and number of remaining cavity walls were significantly associated with failure rate. Cox regression analysis revealed for tooth type a significant HR of 2.0 (95 % CI: 1.1–3.5;  $p = 0.021$ ) in favour for posterior teeth.

**Conclusion:** Tooth type and dimension of coronal destruction are both key factors in postendodontic restorations with glass-fiber reinforced endodontic posts.

<sup>1</sup> Abteilung für Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre, Institut für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Charité Universitätsmedizin Berlin

<sup>2</sup> Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, Universitätsklinikum Aachen, RWTH Aachen University

<sup>3</sup> Department für Zahnheilkunde, Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Ulm

\* Die Daten der in diesem Beitrag beschriebenen Studie wurden im J Endod 2012; 38:432–435 bereits veröffentlicht.

Peer-reviewed article: eingereicht: 09.12.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 11.04.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0358-0365

[95 % KI]: 1,9 [1,1–3,4];  $p = 0,031$ ) einen signifikanten Zusammenhang mit der Versagensrate. Die Cox-Regressionsanalyse ergab nur für die Variable Zahntyp ein signifikantes, 2-faches Versagensrisiko für Front-/Eck- im Vergleich zu Seitenzähnen (HR [95 % KI]: 2,0 [1,1–3,5];  $p = 0,021$ ).

**Schlussfolgerung:** Bei der postendodontischen Restauration mit glasfaserverstärkten Aufbaustiften von Zähnen mit nur einer oder gar keiner verbliebenen Kavitätenwand – insbesondere bei stark zerstörten Frontzähnen – ist die Überlebenswahrscheinlichkeit verringert.  
 (Dtsch Zahnärztl Z 2013, 68: 358–365)

**Schlüsselwörter:** Überlebenswahrscheinlichkeit; wurzelkanalbehandelter Zahn; postendodontische Versorgung; Glasfaser; Wurzelsift; Aufbaustift; Stiftstumpaufbau; SSA; klinische Studie

**Keywords:** probability of survival; root canal treated tooth; post-endodontic restoration; glassfiber; endodontic post; dental post; GFRP; clinical trial

## 1 Einleitung

Der Aufbau endodontisch behandelter, stark zerstörter Zähne mit faserverstärkten Aufbaustiften ist seit vielen Jahren Bestandteil postendodontischer Versorgungsmöglichkeiten. Im wissenschaftlichen Interesse steht dabei die Frage, welche Überlebenswahrscheinlichkeiten und welche Versagensmuster diese Versorgungen aufweisen.

In retrospektiven Untersuchungen wurden Misserfolgsraten faserverstärkter Stiftsysteme zwischen 2 und 32 % ermittelt [5]. Die Untersuchungen unterscheiden sich hinsichtlich Beobachtungsdauer, Fallzahl und Art der Faserstiftsysteme [31]. Hinzu kommen *prospektive klinische Studien*, welche ebenfalls sehr unterschiedliche Aspekte berücksichtigen. Dabei sind Zähne unterschiedlichen Zerstörungsgrades versorgt worden, das ferrule design wurde verschiedenartig umgesetzt und die definitive Versorgung erfolgte mit unterschiedlichsten prothetischen Versorgungsformen, u.a. mit metallkeramischen Einzelkronen, direkten Kompositfüllungen oder durch

Eingliederung eines kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Zahnersatzes [4, 16, 26, 32, 33]. Die Misserfolgsraten rangieren zwischen 0 % [19] und 32,5 % [29]. Hinzu kommen Untersuchungen, welche faserverstärkte Aufbaustifte mit konfektionierten Metallstiften oder Metallschrauben vergleichen [5, 36]. Auch hier sind die Ergebnisse teils konträr.

### Misserfolgsrisiko postendodontischer Versorgungen

Eines der Ziele der in diesem Artikel vorgestellten klinischen Beobachtungsstudie sollte sein, den Einfluss verschiedener Aspekte auf die Prognose postendodontischer Versorgungen zu untersuchen. Dabei sind neben mechanischen Faktoren wie der Eingliederung einer Kronenversorgung [1, 27], der Anzahl bzw. Lage der okklusalen Kontakte [2, 23], der Position des Zahnes im Zahnbogen [20, 34], der Art der definitiven Versorgung, der Eingliederung festsitzenden oder herausnehmbaren Zahnersatzes [10, 20] auch biologische Faktoren wie die Anzahl der Approximalkontakte [7], der endodontische Befund [12], der parodontale Befund bezogen auf den Knochenverlust [30], die Kollagen Degradation des Wurzeldentins [17] sowie die Konfiguration der verbliebenen Zahnhartsubstanz [9, 15, 21] von Bedeutung. Darüber hinaus ist an dieser Stelle der herausragende Einfluss des Fasseffektes zu erwähnen [24, 35].

Eine Literaturübersicht [18] beurteilte folgende Faktoren für den Langzeiterfolg postendodontischer Rekonstruktionen als maßgeblich:

- der Erhalt von Zahnhartsubstanz,
- die Gewährleistung des ferrule design sowie
- die adhäsive Befestigung des Aufbaustiftes.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, Langzeitdaten zur Überlebenswahrscheinlichkeit postendodontischer Restaurationen mit 3 verschiedenen glasfaserverstärkten Kompositaufbaustiften prospektiv zu erheben sowie relevante klinische Faktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die Überlebenswahrscheinlichkeit zu evaluieren.

## 2. 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit postendodontischer Restaurationen mit glasfaserverstärkten Kompositaufbaustiften

### 2.1 Material und Methode

#### Patientenauswahl, Auswahl von Zähnen, Studiendesign

Zwischen Juni 2000 und September 2001 wurden Patienten der Abteilung für Prothetik des Zentrums für Zahnmedizin der Charité (Campus Virchow) mit der Notwendigkeit einer postendodontischen Versorgung registriert und durch den Hauptuntersucher einem Screening hinsichtlich der Teilnahme an der Studie unterzogen (Tab. 1). Es galten folgende Einschlusskriterien:

- (1) Endodontisch behandelter Zahn, symptomfrei, mit apikaler Restwurzelfüllung von mindestens 4 mm,

<b>N</b>	119
<b>Alter</b>	15 – 89
<b>weiblich/männlich [%]</b>	56/44

**Tabelle 1** Charakteristika der Stichprobe.

**Table 1** Characteristics of the control sample.

	Häufigkeit [%]	Misserfolge [n]	HR	95 % KI	p-Wert
<b>Zahntyp</b>					
Prämolar/Molar	86 (58)	25	1,0	Referenz	
Inzisivus/Caninus	63 (42)	30	2,2	1,3 – 3,7	0,004
<b>Art des Stiftes</b>					
DentinPost	54 (36)	19	1,0	Referenz	
FibreKor	48 (32)	20	1,3	0,7 – 2,4	0,444
Luscent Anchors	47 (32)	16	1,1	0,6 – 2,1	0,775
<b>Stiftdurchmesser [mm]</b>					
1,0	60 (40)	24	1,0	Referenz	
1,25	52 (35)	17	0,8	0,5 – 1,6	0,587
1,5	37 (25)	14	0,8	0,4 – 1,6	0,562
<b>Anzahl approximaler Kontakte</b>					
1 – 2	133 (89)	49	1,0	Referenz	
kein Kontakt	16 (11)	6	1,1	0,5 – 2,6	0,791
<b>Definitive Restauration</b>					
Brücke	40 (27)	11	1,0	Referenz	
Einzelkrone	79 (53)	32	1,5	0,8 – 3,0	0,240
kombinierter ZE	30 (20)	12	1,4	0,6 – 3,1	0,448
<b>Art der Gegenbeziehung</b>					
parodontal unterstützt	129 (91)	49	1,0	Referenz	
nicht parodontal unterstützt/ andere	13 (9)	6	1,0	0,4 – 2,5	0,957
<b>Funktioneller Status</b>					
keine Parafunktion	78 (52)	27	1,0	Referenz	
Parafunktion	71 (48)	28	1,0	0,6 – 1,7	0,922
<b>Zahnlockerungsgrad</b>					
0	128 (86)	46	1,0	Referenz	
≥ 1	21 (14)	9	1,3	0,6 – 2,6	0,496
<b>Anzahl verbliebener Kavitätenwände</b>					
≥ 1	62 (42)	16	1,0	Referenz	
keine	87 (58)	39	1,9	1,1 – 3,4	0,031
<b>Stiftlänge</b>					
< 10 mm	80 (54)	29	1,0	Referenz	
≥ 10 mm	69 (46)	26	0,9	0,6 – 1,6	0,806

**Tabelle 2** Häufigkeiten, Anzahl der Misserfolge und Ergebnisse der bivariaten Regressionsanalyse.

**Table 2** Frequencies, number of failures and results of the bivariate regression analysis.

- (2) kein Vorliegen einer unbehandelten akuten oder fortgeschrittenen Parodontitis,
- (3) Zahnlockerung nicht größer Grad II [25],
- (4) Einverständnis und Wille des Patienten, an Nachuntersuchungen in regelmäßigen Intervallen teilzunehmen.

Die inkludierten Zähne umfassten verschiedengradige Defektausdehnungen, unter anderem auch größtmögliche Substanzdefekte mit nur einer zur Verfügung stehenden Klebefläche ohne koronale Wände sowie stark aufgeweitete Kanaleingänge [37]. Die Nachsorge richtete sich nach den Qualitätsrichtlinien der „European Society of Endodontology“ [8]. Insgesamt 157 Zähne wurden im Rahmen dieser Studie versorgt.

#### Variablen, Behandlung, Nachsorge

Für jeden zu versorgenden Zahn wurden zunächst folgende Parameter erfasst: Patientenalter, Geschlecht des Patienten, Datum der Stiftinsertion, Zahntyp, Stiftgröße (mm), Anzahl approximaler Kontakte (0, 1, 2), Art der Gegenbeziehung (parodontal unterstützter, nicht parodontal unterstützter oder kein antagonistischer Kontakt), Zahnbeweglichkeit (Typ 0, 1 oder 2), Stiftlänge (mm), Art der definitiven prothetischen Restauration (Einzelkrone, Brücke, kombiniert festsitzend-herausnehmbarer Zahnersatz, herausnehmbarer Zahnersatz), Anzahl verbliebener Kavitätenwände. Für die Erhebung des funktionellen Status wurde der Attritionsgrad bestimmt (keine Attritionen, Grad I, II oder mehr) [22]. Im Verlauf der Studie wurden konsekutiv 3 verschiedene Stiftarten zur postendodontischen Versorgung verwendet. Ein konischer Stift (Luscent Anchors; Dentatus, Hägersten, Sweden) kam in der ersten Gruppe zum Einsatz. Darauf folgte in einer zweiten Gruppe die Versorgung mit einem zylindrischen Stift mit gezahnter Oberflächenkonfiguration (FiberKor; Jeneric Pentron, Wallingford, CT, USA). In der dritten Gruppe wurde ein zylindro-konischer Stift verwendet (DentinPost; Komet, Gebr. Brassler, Lemgo, Deutschland). Jedes Stiftsystem stand in 3 verschiedenen Durchmessern zur Verfügung (1,0 mm, 1,25 mm oder 1,5 mm). Der Einsatz der Stifte erfolgte nicht verblindet und jeder Patient erhielt im Falle einer Mehrfachversorgung Stifte desselben Herstellers.

Die klinische Durchführung der Stiftinsertion sowie das Anlegen des Kompositaufbaus entsprechend dem Behandlungsprotokoll und Herstellervorgaben erfolgten durch den Hauptbehandler. Als Adhäsivsystem wurde EBS Multi (3M ESPE, Deutschland) in Kombination mit einem dualhärtenden Komposit (Comolute, 3M ESPE, Deutschland) verwendet. Der Wurzelkanal wurde mit Phosphorsäure (37 %) mit einer Dauer von 20 sec konditioniert, anschließend mit einer mit Wasser gefüllten Spülkanüle gespült und mit Papierspitzen getrocknet. Im Anschluss wurde der Primer 20 sec lang appliziert und der Überschuss mit Papierspitzen entfernt. Dieser Schritt wurde für das Einbringen des Bondings wiederholt. Es fand keine Lichthärtung statt. Der Stift wurde mit Alkohol gereinigt, luftgetrocknet und mit einer dünnen Schicht Bonding beschickt. Danach wurde Comolute rotierend in den Wurzelkanal eingebracht und der mit Komposit benetzte Aufbaustift langsam inseriert. Nach Entfernung von Überschüssen erfolgte die Lichthärtung mit einer Dauer von einer Minute. Der Stumpf wurde mit einem chemisch initiiert härtenden Komposit (Clearfil Core, Kuraray, Japan) aufgebaut. Im Anschluss wurde der Stift während der Präparation mit einem Diamanten unter Wasserkühlung gekürzt. Das Präparationsdesign stellte sicher, dass die Kronenränder apikal des Stift-Aufbau-Komplexes in der verbliebenen Zahnhartsubstanz lagen. Innerhalb von 3 Monaten nach Stiftinsertion wurden im Rahmen des klinischen Studentenkurses Zahnärztliche Prothetik die definitiven Restaurationen durch Studenten eingegliedert.

#### Nachsorge

Die Zeit der Nachbeobachtung begann mit dem Datum der Stiftinsertion. Die Nachuntersuchung wurde durch 2 Zahnärzte (MK, n = 41 Stifte [107–120 Monate nach Stiftinsertion] und SG, n = 77 [8–84 Monate]), durch betreuende Hauszahnärzte (n = 23, 84–120 Monate) sowie im Rahmen einer telefonischen Selbstauskunft der Patienten (n = 8, 105–120 Monate) durchgeführt. Dabei wurde der Zeitraum in Monaten bis zum Versagen erfasst. Die Nachuntersuchung wurde durch die beteiligten Zahnärzte klinisch unter Nutzung eines Mundspiegels und einer zahnärzt-

lichen Sonde zur Kontrolle der Restaurationränder durchgeführt. Fünfzig Prozent der Zähne, die mehr als 105 Monate nachuntersucht werden konnten (n = 60), wurden zusätzlich radiographisch untersucht.

Überleben wurde definiert als „restaurierter Zahn noch in Funktion“, eingeschlossen Zahnlockerungen von maximal Grad II und eine parodontale Sondierungstiefe von maximal 6 mm. Das Ereignis „Misserfolg“ wurde definiert durch Retentionsverlust des Stiftes, Stiftfraktur, durch Diagnostizieren eines endodontischen Rezidivs, durch Veränderung des prothetischen Behandlungsplanes, wie durch Versagen des Aufbaus mit notwendiger Neuversorgung. Die genannten Ereignisse wurden als „wiederversorgbarer“ Misserfolg protokolliert. Bei sogenannten katastrophalen Misserfolgen, welche zur Extraktion des Zahnes führten, handelte es sich um vertikale und horizontale Wurzelfrakturen, nicht therapierbare Sekundärkaries sowie Paro-Endo-Läsionen.

#### Statistische Analyse

Deskriptive statistische Verfahren wurden zur Ermittlung von Überlebenswahrscheinlichkeiten und Häufigkeitsverteilungen angewendet. Der Einfluss verschiedener klinischer Parameter auf die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde durch ein bivariates sowie multivariates proportionales Hazard-Modell errechnet.

## 2.2 Ergebnisse

Bei 125 Patienten wurden insgesamt 157 Zähne mit je einem glasfaserverstärkten Aufbaustift versorgt. Für 8 Zähne (6 Patienten) konnte keine Nachuntersuchung durchgeführt werden, somit wurden 149 Zähne (119 Patienten, 52 Männer, 67 Frauen, Alter: 15–98 Jahre) in die Nachuntersuchung für einen Zeitraum bis zu 120 Monate eingeschlossen. Im Verlauf der ersten 60 Monate konnten 29 Patienten nicht nachuntersucht werden, für den Zeitraum bis zu 120 Monaten weitere 5 Patienten. Gründe dafür waren Tod, Wohnortwechsel, Unauffindbarkeit sowie fehlendes Einverständnis für eine weitere Nachuntersuchung. Durch den 10-Jahres-Nachuntersucher wurden 41 Zähne klinisch nachuntersucht, dabei zeigten 39 Zähne kein klinisches Zeichen eines Stiftver-

Multivariates Modell	HR	95 % KI	p-Wert	HR	95 % KI	p-Wert
		alle Misserfolge		Exklusion endodontischer Misserfolge		
<b>Zahntyp</b>						
Prämolar/Molar	1,0	Referenz		1,0	Referenz	
Inzisivus/Caninus	2,0	1,1 – 3,5	0,021	2,4	1,2 – 4,6	0,011
<b>Restauration</b>						
Brücke	1,0	Referenz		1,0	Referenz	
kombinierter ZE	1,0	0,4 – 2,4	0,953	1,2	0,5 – 3,3	0,658
Einzelkrone	1,4	0,7 – 2,8	0,311	1,7	0,8 – 4,0	0,192
<b>Anzahl verbliebener Kavitätenwände</b>						
≥1	1,0	Referenz		1,0	Referenz	
keine	1,5	0,8 – 2,8	0,166	1,7	0,8 – 3,4	0,177

**Tabelle 3** Multivariates proportionales Hazard-Modell.

**Table 3** Multivariable proportional Hazard model.

(Tab. 1–3: M. Kölpin)

sagens oder einer insuffizienten Restauration. Diese Patienten waren einige Tage zuvor telefonisch nach dem Zustand ihres Zahnes befragt worden, wobei ein Patient angab, der betreffende Zahn sei extrahiert worden, was sich klinisch nicht bestätigte. Ein weiterer Patient gab an, die Versorgung sei intakt, wobei sich klinisch eine erhöhte Sondierungstiefe (> 5 mm) sowie ein erhöhter Lockerungsgrad (Grad II) zeigten. Für die restlichen 39 Patienten stimmte ihre telefonische Selbstauskunft zum Zustand ihres Zahnes mit dem klinischen Untersuchungsbefund überein. Insgesamt wurden 55 Misserfolge beobachtet, was einer mittleren jährlichen Misserfolgsrate von 4,6 % bei einer Nachbeobachtungszeit von 5–120 Monaten entspricht (mittlere Überlebenszeit +/- Standardabweichung: 74 +/- 43 Monate). Häufige Misserfolge waren Retentionsverlust sowie Frakturen des Stiftes (jeweils n = 17). In allen diesen Fällen konnten die Zähne erneut versorgt werden, wurden aber aus der weiteren Nachbeobachtung ausgeschlossen. Misserfolge der Aufbaufüllungen traten in 3 Fällen auf. In einem weiteren Fall versagte die Suprakonstruktion des kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Zahnersatzes, wobei der mit Stift

versorgte Zahn noch intakt war. In 7 Fällen endodontischer Misserfolge wurden entsprechende Revisionen notwendig. Nicht versorgbare Misserfolge traten in Form von 3 vertikalen und 2 horizontalen Wurzelfrakturen auf. Zudem konnten 2 Zähne infolge nicht therapierbarer Sekundärkaries und 3 Zähne mit der Diagnose einer Paro-Endo-Läsion nicht wiederversorgt werden. Die Misserfolgsraten verhielten sich konstant über die Zeit.

#### *Bivariates und multivariates Hazard-Modell*

In *Tabelle 2* sind die Ergebnisse des bivariaten proportionalen Hazard-Modells dargestellt. Dabei zeigt sich, dass Schneide- und Eckzähne verglichen mit Prämolaren/Molaren eine 2,2fach höhere Versagensrate (95 % Konfidenzintervall [KI]: 1,3–3,7; p = 0,004) aufwiesen. Zähne ohne verbliebene Kavitätenwand hatten gegenüber Zähnen mit mindestens einer verbliebenen Kavitätenwand ebenfalls ein signifikant höheres Risiko zu versagen (HR [95 % KI]: 1,9 [1,1–3,4]; p = 0,031). Alle anderen Parameter zeigten keine statistisch signifikante Assoziation mit der Misserfolgsrate.

Die Ergebnisse des multivariaten proportionalen Hazard-Modells bezo-

gen auf die Parameter Zahntyp, Art der Restauration und Anzahl verbliebener Kavitätenwände sind in *Tabelle 3* dargestellt. Verglichen mit Prämolaren und Molaren zeigen Restaurationen auf Front- und Eckzähnen ein Hazard Ratio von 2,0 (95 % KI: 1,1–3,5; p = 0,021) hinsichtlich eines postendodontischen Misserfolgs. Nach Ausschluss endodontischer Misserfolge zeigte sich eine leichte Veränderung des Risikos für die Variable Zahntyp (Front- vs. Seitenzähne) (HR [95 % KI]: 2,4 [1,2–4,6]; p = 0,011).

#### 2.3 Diskussion

Die dargestellte Studie untersuchte Faktoren, die die Überlebenswahrscheinlichkeit 149 postendodontischer Restaurationen mit glasfaserverstärkten Aufbaustiften beeinflussen. Über einen Zeitraum von bis zu 120 Monaten wurde eine jährliche Misserfolgsrate von 4,6 % ermittelt. Zudem wurden mit den Parametern „Zahntyp“ und „Anzahl der verbliebenen Kavitätenwände“ signifikante Prädiktoren für die Überlebenswahrscheinlichkeit postendodontischer Restaurationen mit glasfaserverstärkten Aufbaustiften identifiziert.

Fallzahlschätzungen mit Hinblick auf die statistische Power des Einflusses

einzelner Faktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Restaurationen konnten aufgrund fehlender klinischer Daten zum Zeitpunkt der Studienkonzeption nicht durchgeführt werden. Aus logistischen Gründen erfolgte keine randomisierte Zuordnung der Stiftsysteme. Die 3 verschiedenen Systeme kamen konsekutiv zum Einsatz. So wurden sie unabhängig von patienten- oder zahnbezogenen Kriterien eingegliedert, was eine mögliche statistische Verzerrung minimieren sollte. Informationen für 8 Zähne konnten nur durch telefonische Selbstauskunft der Patienten ermittelt werden. Allerdings stimmten bei weiteren 41 klinisch nachuntersuchten Zähnen in 39 Fällen die Selbstauskünfte der Patienten mit dem klinischen Untersuchungsbefund überein. Das macht deutlich, dass auch die reine Selbstauskunft eine valide Methode zur Datenerhebung zu sein scheint, wenn Patienten eine klinische Nachuntersuchung nicht wünschen [11]. Nur die Hälfte der klinisch nachuntersuchten Zähne konnte radiologisch evaluiert werden. Dabei ist zu beachten, dass mit einer höheren radiologischen Evaluierungsrate die Wahrscheinlichkeit von Misserfolgen, insbesondere endodontischer Misserfolge, höher liegen könnte, als sie in dieser Untersuchung ermittelt wurde.

Frontzähne haben verglichen mit Seitenzähnen ein doppelt so hohes Risiko zu versagen. Nach Ausschluss endodontischer Misserfolge ist dieses Risiko leicht gesteigert (HR 2.2). Einer von 7 endodontischen Misserfolgen trat im Frontzahnbereich auf, was nicht auf die postendodontische glasfaserverankerte Restauration, als vielmehr auf die spezifischen wurzelanatomische Faktoren zurückzuführen ist [6]. Das ermittelte erhöhte Misserfolgsrisiko im Frontzahnbereich stimmt mit früheren Beobachtungen überein. Es ist mit höheren horizontalen Kräften im Frontzahnbereich, Scherkräften sowie einer sogenannten schrägen Auflast erklärbar. Ermüdungsfrakturen treten hauptsächlich infolge von Zugspannungen durch Scherkräfte auf. Im Seitenzahnbereich ist infolge von Druckspannungen das Risiko von Ermüdungsfrakturen gering [38]. Es kann konstatiert werden, dass die Frontzahnregion des Oberkiefers ein „Hochrisikogebiet“ für technisches Versagen postendodontischer Restaurationen darstellt [2, 13, 28, 38, 40]. Der entscheidende

biomechanische Faktor für ein erhöhtes Frakturrisiko sind nicht-axiale Kräfte, was bei der Konstruktion von Zahnersatz für endodontisch behandelte Zähne mit Stiftversorgungen infolge starker koronaler Zerstörung beachtet werden sollte [39]. Im Hinblick auf andere klinische Untersuchungen wird die Versagensanfälligkeit des Frontzahnbereiches deutlich. Aus den 3-Jahres-Ergebnissen einer klinischen Studie gingen Frontzähne mit der höchsten Misserfolgsrate hervor (26,5 %) [26]. Dies konnte auch im Vergleich mit anderen Stiftmaterialien gezeigt werden [32, 40, 41].

Die mittlere jährliche Fehlerrate erscheint mit 4,6 % relativ hoch. Bis zum heutigen Zeitpunkt sind vergleichbare, prospektive Langzeitdaten bis zu 10 Jahren jedoch nicht vorhanden. Eine prospektive, jedoch nicht vergleichbare 10-Jahres-Studie beobachtete postendodontische Versorgungen mit verschiedenen metallischen Stiftsystemen und Einzelkronen [14]. Dabei umfasste die Stichprobe 50 Zähne. Mit einer Misserfolgsrate von 6 % zeigten diese Versorgungen einen deutlich höheren klinischen Erfolg als die hier vorgestellten Daten. Die Ergebnisse sind jedoch im Hinblick auf Stichprobengröße und Art des definitiven Zahnersatzes nur eingeschränkt vergleichbar. Die Auseinandersetzung mit der hohen Fehlerrate erfordert die Betrachtung bestimmter Charakteristiken der für die Studie inkludierten Zähne. Der Anteil von Frontzähnen war relativ hoch (rund 42 %). Die Anzahl von Zähnen mit hochgradiger koronaler Zerstörung, d.h. ohne verbliebene Kavitätenwand war ebenfalls hoch (58 %). Dabei ist es gut belegt, dass der Anteil verbliebener Zahnhartsubstanz ein entscheidender Faktor für das Überleben postendodontischer Restaurationen ist, auch wenn dies im multivariaten Modell dieser Studie statistisch nicht signifikant blieb [3, 16]. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die nicht konsequente Umsetzung des ferrule design. Zum damaligen Zeitpunkt wurde das Präparationsziel mit einer apikal des Aufbaus liegenden Präparationsgrenze definiert. Eine zirkuläre, 2 mm hohe Dentinmanschette im Sinne eines Fassreifen-effektes wurde präpariert, wenn es möglich war. Es wurden jedoch keine kronenverlängernden Maßnahmen (orthodontische Extrusion, chirurgische Kronenverlängerung) durchgeführt. Mittlerweile konnte gezeigt werden, dass der Fassrei-

fenefekt ein entscheidender Faktor für das Überleben postendodontischer Restaurationen mit Aufbaustiften darstellt [16, 26, 36]. Aufgrund des damaligen Wissensstandes ist davon auszugehen, dass der Anteil von Zähnen maximaler Destruktion bei gleichzeitig präpariertem ferrule design in dieser Studie gering ist. Der Einfluss des Stiftmaterials ist im Hinblick auf andere Untersuchungen weiterhin zu diskutieren. In einer randomisierten klinische Pilotstudie wurden Überlebenswahrscheinlichkeiten von postendodontisch mit adhäsiv verankerten Titan- sowie Glasfaserstiften versorgten Zähnen ermittelt [36]. Nach bis zu 7 Jahren der Nachbeobachtung konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen rigidem und flexiblem Stiftmaterial errechnet werden. Die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit ist mit 89 % als hoch zu bewerten. Ein wichtiges Kriterium für dieses Ergebnis wird in der Methode der Studie gesehen, da hierbei konsequent das ferrule design – gegebenenfalls durch präprothetische Maßnahmen wie chirurgische Kronenverlängerung und orthodontische Extrusion – umgesetzt wurde. Eine andere klinische Untersuchung [9] hat die Versorgung von endodontisch behandelten Zähnen mit gegossenen Stiftstumpfaufbauten, direkt inserierten metallischen Stiften und stiftfreien Kompositaufbauten zur Aufnahme von metallkeramischen Einzelkronen verglichen. Dabei konnte kein Unterschied zwischen den einzelnen Stiftmaterialien festgestellt werden, wobei die verbliebene Dentinhöhe Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit hatte. Die mittlere Überlebensrate war mit 96 % nach 5 Jahren vergleichsweise hoch. Deutlich wird dabei, dass unabhängig vom Stiftmaterial das Ausmaß der Restzahnhartsubstanz und damit einhergehend das ferrule design Einflussfaktoren für den Erfolg postendodontischer Restaurationen sind.

Der Indikationsbereich für glasfaserverstärkte Aufbaustifte ist bei vorhandenem ferrule design mit der Grundfunktion der Retention des Aufbaus in der ästhetischen Umsetzung metallfreier Restaurationen zu sehen. Bezogen auf das Profil der wieder versorgbaren Versagensmuster bieten glasfaserverstärkte Aufbaustifte die Möglichkeit einer praktikablen Revidierbarkeit und Wiederversorgbarkeit. Um Überlebenswahrscheinlichkeiten

über langjährige Nachbeobachtungszeiten vergleichbar zu machen, sind Langzeitstudien mit differenzierten und standardisierten Protokollen sowie hohe Stichprobengrößen erforderlich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der klinische Erfolg für postendodontische Restaurationen in Abhängigkeit von der Defektausdehnung – definiert durch die Anzahl der verbliebenen Kavitätswände – steht.

Im Falle starker koronaler Zerstörung ohne verbliebene Kavitätswand ist die konsequente Umsetzung des ferrule design erforderlich. Dies gilt insbesondere für den Frontzahnbereich, da dieser, unter dem Einfluss nicht-axialer Belastungen ein höheres Versagensrisiko aufweist.

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International

Committee of Medical Journal Editors besteht.

#### Korrespondenzadresse

Manja Kölpin  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre  
Alßmannshäuser Str 4-6, 14197 Berlin  
manja.koelpin@charite.de

## Literatur

- Aquilino SA, Caplan DJ: Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:256–263
- Bergman B, Lundquist P, Sjogren U et al.: Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *J Prosthet Dent* 1989;61:10–15
- Bitter K, Noetzel J, Stamm O et al.: Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod* 2009;35:1477–1482
- Cagidiaco MC, Garcia-Godoy F, Vichi A et al.: Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent* 2008;21:179–184
- Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F et al.: Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont* 2008;21:328–336
- Caplan DJ, Cai J, Yin G et al.: Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* 2005;65:90–96
- Caplan DJ, Kolker J, Rivera EM et al.: Relationship between number of proximal contacts and survival of root canal treated teeth. *Int Endod J* 2002;35:193–199
- Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 1994;27:115–124
- Creugers NH, Mentink AG, Fokkinga WA et al.: 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont* 2005;18:34–39
- Decock V, De Nayer K, De Boever JA et al.: 18-year longitudinal study of cantilevered fixed restorations. *Int J Prosthodont* 1996;9:331–340
- Dietrich T, Stosch U, Dietrich D et al.: Prediction of periodontal disease from multiple self-reported items in a German practice-based sample. *J Periodontol* 2007;78:1421–1428
- Eckerbom M, Magnusson T, Martinsson T: Prevalence of apical periodontitis, crowned teeth and teeth with posts in a Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:214–220
- Eckerbom M, Magnusson T, Martinsson T: Reasons for and incidence of tooth mortality in a Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1992;8:230–234
- Ellner S, Bergendal T, Bergman B: Four post-and-core combinations as abutments for fixed single crowns: a prospective up to 10-year study. *Int J Prosthodont* 2003;16:249–254
- Fernandes AS, Dessai GS: Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont* 2001;14:355–363
- Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S et al.: Post placement affects survival of endodontically treated premolars. *J Dent Res* 2007;86:729–734
- Ferrari M, Mason PN, Goracci C et al.: Collagen degradation in endodontically treated teeth after clinical function. *J Dent Res* 2004;83:414–419
- Goracci C, Ferrari M: Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J* 2011;56(Suppl1):77–83
- Grandini S, Goracci C, Tay FR et al.: Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont* 2005;18:399–404
- Hatzikyriakos AH, Reisis GI, Tsingos N: A 3-year postoperative clinical evaluation of posts and cores beneath existing crowns. *J Prosthet Dent* 1992;67:454–458
- Howe CA, McKendry DJ: Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture. *J Am Dent Assoc* 1990;121:712–715
- Hugoson A, Ekfeldt A, Koch G et al.: Incisal and occlusal tooth wear in children and adolescents in a Swedish population. *Acta Odontol Scand* 1996;54:263–270
- Iqbal MK, Johansson AA, Akeel RF et al.: A retrospective analysis of factors associated with the periapical status of restored, endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont* 2003;16:31–38
- Juloski J, Radovic I, Goracci C et al.: Ferrule effect: a literature review. *J Endod* 2012;38:11–19
- Lindhe J, Ericsson I: The effect of elimination of jiggling forces on periodontally exposed teeth in the dog. *J Periodontol* 1982;53:562–567
- Mancebo JC, Jimenez-Castellanos E, Canadas D: Effect of tooth type and ferrule on the survival of pulpless teeth restored with fiber posts: a 3-year clinical study. *Am J Dent* 2010;23:351–356
- Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M et al.: Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent* 2002;88:297–301
- Mentink AG, Meeuwissen R, Kayser AF et al.: Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. *J Oral Rehabil* 1993;20:455–461
- Naumann M, Reich S, Nothdurft FP et al.: Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *Am J Dent* 2008;21:267–272
- Naumann M, Rosentritt M, Preuss A et al.: The effect of alveolar bone loss on the load capability of restored endodontically treated teeth: a comparative in vitro study. *J Dent* 2006;34:790–795
- Pegoretti A, Fambri L, Zappini G et al.: Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23:2667–2682
- Schmitter M, Hamadi K, Rammelsberg P: Survival of two post systems – five-year results of a randomized clinical trial. *Quintessence Int* 2011;42:843–850
- Signore A, Kaitsas V, Ravera G et al.: Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. *Int J Prosthodont* 2011;24:255–263
- Sorensen JA, Martinoff JT: Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a

- study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984;51:780–784
35. Stankiewicz NR, Wilson PR: The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 2002;35:575–581
36. Sterzenbach G, Franke A, Naumann M: Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts-clinical testing of a biomechanical concept: seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss. *J Endod* 2012;38:1557–1563
37. Tjan AH, Sun JC: Retention of Luminex post system. *Oral Health* 1997;87:31–35
38. Torbjørner A, Fransson B: Biomechanical aspects of prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2004;17:135–141
39. Torbjørner A, Fransson B: A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2004;17:369–376
40. Torbjørner A, Karlsson S, Odman PA: Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995;73:439–444
41. Zicari F, Van Meerbeek B, Debels E et al.: An up to 3-year controlled clinical trial comparing the outcome of glass fiber posts and composite cores with gold alloy-based posts and cores for the restoration of endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont* 2011;24:363–372