

Khaled Hamadi<sup>1</sup>, Daniel Farhan<sup>2</sup>, Peter Rammelsberg<sup>3</sup>, Marc Schmitter<sup>3</sup>

# Klinische Bewährung von zwei verschiedenen aufbauverankernden Elementen – 5-Jahres- Ergebnisse einer prospektiven Studie



Dr. Khaled Hamadi

(Foto: privat)

*Performance of two post systems after 5 years in clinical service:  
a prospective trial*

## Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten? / Why should you read this article?

Manchmal erfordern ausgeprägte Zahnhartsubstanzverluste Stiftaufbauten vor prothetischer Versorgung. Diese Studie identifizierte Risikofaktoren von Stiftsystemen und kann Empfehlungen für die klinische Praxis geben.

*In teeth with substantial substance loss post-retained core build-ups are sometimes needed. This study identified risk factors of post systems and helps in clinical decision-making.*

**Einführung:** In vielen Fällen ist ein Stift-verankerter Aufbau zur Wiederherstellung von Substanzdefekten stark zerstörter und endodontisch behandelter Zähne vor einer prothetischen Versorgung notwendig. Ziel dieser klinischen, prospektiven, randomisierten Studie war der Vergleich der Überlebens- und Komplikationsraten zweier Stiftsysteme nach 5 Jahren.

**Material und Methode:** Für diese Studie wurden insgesamt 100 Patienten rekrutiert und mittels Blockrandomisierung in 2 Gruppen eingeteilt; 50 Patienten wurden mit glasfaserverstärkten Wurzelstiften (ER-DentinPost, Brasseler, D-Lemgo) und 50 Patienten mit Titanschrauben (BKS, Brasseler, D-Lemgo) versorgt. Recalls wurden nach einem und nach 5 Jahren durchgeführt. Bei den Recallterminen wurden Zahnregion, klinischer Befund, Art der definitiven Restauration, antagonistische Kontakte und Komplikationen dokumentiert. Wurzelfrakturen, Stiftfrakturen oder -dezementierungen sowie Zahnverluste wurden als Misserfolg gewertet. Die statistische Analyse zur Beurteilung von Risikofaktoren auf das Überleben der Stiftsysteme wurde mittels einer Cox-Regressionsanalyse vorgenommen. Zusätzlich wurden Kaplan-Meier-

**Introduction:** Reconstruction of destroyed and endodontically treated teeth with post systems is often necessary before rehabilitation with prosthetic restorations. The aim of this prospective randomized study was to compare the cumulative survival and complication rate of teeth restored with two different post systems after 5 years in clinical service.

**Materials and Methods:** 100 patients in need of a post were included in this study. Patients were randomly allocated by lot to the 2 treatment groups: 50 patients received long fiber-reinforced posts (FRP) and 50 patients received long metal screw posts (MSP). The patients were recalled twice, after one year and after 5 years each with a documentation of type of tooth, type of restoration (fixed or removable partial denture), presence of antagonistic contacts (yes/no) and presence of pathological or clinical findings. Cases were considered to be failures when the post or root was fractured, when they had been extracted at the moment of the evaluation or when the post was loose. Statistical analysis was performed using the log-rank test, Cox regression analysis and Kaplan-Meier's method.

<sup>1</sup> German dental clinic, Shfar-am 20200, Isreal

<sup>2</sup> Kurfürstenanlage 7, 69115 Heidelberg

<sup>3</sup> UNI-Klinikum, Zentrum für ZMK-Heilkunde, Abt. Zahnärztliche Prothetik, Heidelberg

Peer-reviewed article: eingereicht: 24.11.2015, revidierte Fassung akzeptiert: 09.02.2016

DOI.org/10.3238/dzz.2017.4876

Überlebenskurven generiert und die Überlebensraten mittels Log-Rank-Tests verglichen.

**Ergebnisse:** Nach einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr war die Überlebensrate der ER mit 93,5 % signifikant höher als die der BKS mit 75,6 % ( $P=0,049$ ). Dabei wurden in der BKS-Schrauben-Gruppe mehr ungünstige und irreparable Misserfolge festgestellt. Nach einem 5-Jahres-Beobachtungszeitraum traten insgesamt 32 Misserfolge auf. Elf Misserfolge wurden in der ER-Gruppe beobachtet und 21 in der BKS-Gruppe. Die Überlebensrate der ER und BKS lag bei rund 72 % bzw. 50 %, was einen signifikanten Unterschied darstellte ( $P=0,026$ ).

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse zeigen, dass lange BKS-Schrauben nach 5 Jahren Tragedauer signifikant höhere Versagensraten aufweisen als Glasfaserstifte. Dennoch sind die Überlebensraten beider Gruppen nach 5-jähriger Beobachtungsdauer relativ gering. Lange Metallschrauben (Schraube entspricht 50 % der Wurzellänge) sollten daher im klinischen Alltag nicht eingesetzt werden.

(Dtsch Zahnärztl Z 2017; 72: 214–221)

*Schlüsselwörter: Glasfaserstift; Metallschraube*

## 1 Einleitung

Die Wiederherstellung von Zahnhartsubstanzen von stark zerstörten und endodontisch behandelten Zähnen vor definitiver prothetischer Versorgung ist ein seit Langem intensiv untersuchtes Thema [5, 7, 11, 28].

Bei stark zerstörten Zähnen, bei denen die klinische Krone komplett fehlt oder nur noch eine Kavitätenwand vorhanden ist, bietet die verbleibende Zahnhartsubstanz nicht genügend Retention für einen adhäsiven Stumpf- und muss mit einem Wurzelstift versorgt werden [24, 17].

Wurzelstifte können aus Metall, Keramik oder Kunststoff, der durch Glasfasern verstärkt ist, hergestellt werden. Metallische Stifte bzw. Schrauben gehören dabei zu den ältesten Systemen zur Verankerung eines Aufbaus und sind in der Forschung eher stiefmütterlich behandelt worden. Klinische Langzeitdaten sind in der täglichen Praxis kaum bekannt [26, 16], während die Glasfaserstifte bis dato sehr gut untersucht sind.

Diese zeigen in verschiedenen In-vivo-Studien unterschiedliche Überlebensraten. Ferrari et al. stellten in einer retrospektiven Studie nach 12–16 Monaten einen geringen Misserfolg von 4,4 % fest [7], während in einer prospektiven Studie von Cagidiaco

et al. deutlich höhere Misserfolge von 23,3 % nach 36 Monaten zu finden waren [3].

Obwohl verschiedene In-vivo-Studien die Überlebensraten und klinischen Komplikationen der einzelnen Stiftsysteme untersucht haben [7, 28], gibt es wenige prospektive randomisierte Studien, die die Misserfolgswahrscheinlichkeit von Titanschrauben sowie glasfaserverstärkten Stiften in Bezug auf deren mechanischen Einfluss im Wurzelkanal vergleichen [23].

Die Arbeitshypothese war es daher, die klinische Bewährung von glasfaserverstärkten Wurzelstiften, die möglicherweise erfolgsversprechender sind,

mit der der BKS-Schrauben nach 5 Jahren miteinander zu vergleichen.

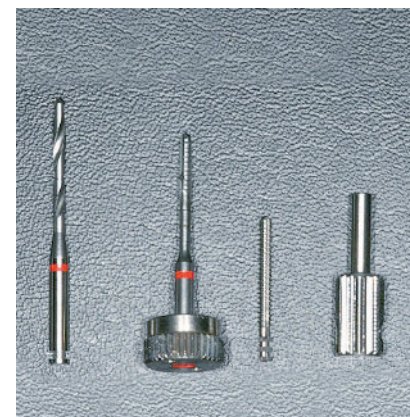
## 2 Material und Methode

Die hier vorgestellte prospektive randomisierte klinische Studie wurde in der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg durchgeführt und von der zuständigen Ethikkommission genehmigt (Nr. L-072/2003).

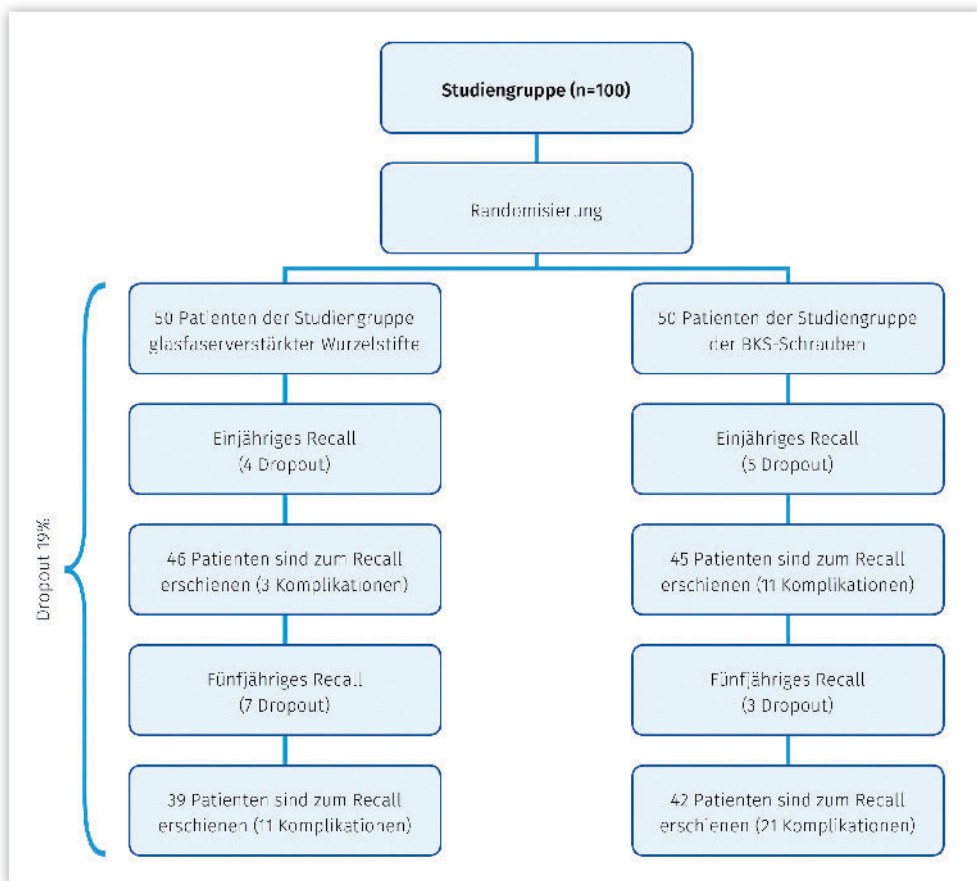
Es wurden 100 Patienten in die Studie eingeschlossen, die festsitzenden oder herausnehmbaren Zahnersatz benötigten. Die endodontische Vor-



**Abbildung 1** DentinPost-System  
**Figure 1** DentinPost-System



**Abbildung 2** BKS-System  
**Figure 2** BKS-System



**Abbildung 3** Flussdiagramm der Studienteilnehmer nach mindestens 5 Jahren

**Figure 3** Flowchart of participants after at least 5 years

behandlung wurde durch die Studierenden des fünften Studienjahrs des Universitätsklinikums Heidelberg durchgeführt. Die eine Hälfte der Patienten wurde mit glasfaserverstärkten Wurzelstiften (ER-DentinPost, Brasseler, D-Lemgo) versorgt. Die Stifte wurden bis 4 mm vor röntgenologischem Apex inseriert. Die andere Hälfte der Patienten wurde mit Titanschrauben (BKS, Brasseler, D-Lemgo) versorgt. Die Schrauben wurden bis auf 50 % der Wurzellänge inseriert (Abb. 1 und 2). Die Einteilung in die beiden Studiengruppen erfolgte durch eine Block-Randomisierung (Abb. 3). Die Randomisierungsliste wurde von einer zahnmedizinischen Fachangestellten geführt, die nicht an der klinischen Studiendurchführung beteiligt war. Nach Aufklärung der Patienten und Zustimmung zur Studienteilnahme wurden die Patienten entweder der ER-DentinPost-Gruppe (ER) oder der BKS-Schraubengruppe (BKS) zugewiesen.

Wenn ein Patient 2 oder mehr aufbauverankernde Elemente benötigte,

wurde dennoch nur eine Versorgung (Auswahl nach FDI-Schema 18–48) in die Studie aufgenommen.

Patienten mit Parodontalerkrankungen, sowie Stillende oder Schwangere und Patienten unter 18 Jahren wurden von der Studienteilnahme ausgeschlossen. Auch innerhalb der letzten 3 Monate endodontisch behandelte Zähne oder nur geringgradig zerstörte Zähne (unter 40 % Zerstörung) wurden nicht in die Studie einbezogen. Die Studienpopulation bestand aus 45 Frauen im Durchschnittsalter von  $56,33 \pm 12,95$  Jahren und 55 Männern im Durchschnittsalter von  $54,56 \pm 12,88$  Jahren.

Die Studienpatienten wurden ausschließlich durch Zahnmedizinstudenten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg nach einem vor Studienbeginn festgelegten Protokoll behandelt. Alle Studierenden befanden sich im letzten Ausbildungsjahr, sodass die Erfahrung und das Behandlungsniveau der Studenten vergleichbar waren.

Die Aufbereitung der Wurzelkanäle unter relativer Trockenlegung erfolgte maschinell mittels grünem Winkelstück mit 800 Umdrehungen pro Minute. Bei der BKS-Gruppe wurden die Wurzelkanäle mit dem Kanalformer bis auf 50 % der Wurzellänge maschinell erweitert. Anschließend wurde mit dem größenzugehörigen Gewindeschneider das Gewinde ebenfalls bis auf 50 % der Wurzellänge manuell vorgeschritten. Die Passung der formkongruenten BKS-Schrauben wurde mithilfe des Schraubensetters überprüft.

Vor dem Zementieren der Schraube wurde eine Röntgenaufnahme in Paralleltechnik angefertigt, um die Position der Schraube zu beurteilen. Bei Bedarf wurde ihre Position/Länge korrigiert.

Im Anschluss wurden die Kanäle mit Alkohol gespült, somit die Dentinspäne entfernt und die Kanäle mit Papierspitzen getrocknet. Nach Reinigung der Schrauben mit Alkohol und Trocknung erfolgte das konventionelle Zementieren mit Zinkoxidphosphatzement (Harvard-Zement; Hoffmann Dental Manufaktur GmbH, D-Hoppegarten). Der Zement wurde mit einem Lentulo (VDW, D-München) in den Kanal appliziert. Mit dem Schraubensetter wurde die Schraube in den Kanal eingebracht und der überschüssige Zement entfernt.

Zum Einsetzen der Glasfaserstifte wurde nach der maschinellen Erweiterung des Wurzelkanals mittels grünem Winkelstück der Stift einprobiert und die Lage mittels einer Röntgenaufnahme in Paralleltechnik mit einem Heraplatstift (Komet-Basseler, D-Lemgo) in entsprechender Stiftgröße und -länge kontrolliert. Je nach Wurzelkanalgröße wurden Stifte der ISO-Größen 70 oder 90 verwendet. Anschließend wurden die Kanalwände mithilfe des auf den Erweiterer abgestimmten diamantierten Aufrauinstrumentes (Komet-Basseler, D-Lemgo, Rauttiefe: ca.  $52 \mu\text{m}$ ) manuell durch 2 bis 3 drucklose Umdrehungen mechanisch konditioniert. Nach Überprüfung der Wurzelstiftpassung erfolgte die Kürzung der Stifte bis zur Höhe der späteren Aufbaufüllung. Die Stifte wurden mit Alkohol gereinigt und getrocknet, die Wurzelkanäle mit Ätzel (37 % Phosphorsäure) 30 sec angeätzt, mit Wasser gespült und mit Papierspitzen getrocknet.

Die Befestigung der Stifte erfolgte adhäsiv mit dem dualhärtenden Befesti-

gungskomposit Variolink II (Ivoclar Vivadent, FL-Schaan) gemäß Herstellerangaben. Hierzu wurden die Wurzelkanäle 10 sec mit einem Dentinadhäsiv (Excite-DSC soft-touch single-dose, Ivoclar Vivadent, FL-Schaan) konditioniert, anschließend unter leichtem Luftstrom getrocknet und das überschüssige Bonding mit Papierspitzen aus den Kanälen entfernt. Die Basis- und Katalysatorpasten des Befestigungsmaterials wurden im Verhältnis 1:1 manuell angemischt und der Glasfaserstift mit dem Komposit bestrichen. Es folgten das Einsetzen der Stifte in die Wurzelkanäle unter leichtem Druck und die Entfernung der Überschüsse mit einem Heide-mannspatel und mit Schaumstoffpeltlets. Anschließend erfolgte der plastische Aufbau mit Rebuilda SC (VOCO, D-Cuxhaven) unter absoluter Trockenlegung mittels Kofferdamm. In 4 Fällen war eine absolute Trockenlegung nicht möglich

Die aufgebauten Zähne wurden im weiteren Verlauf mit festsitzendem oder herausnehmbarem Zahnersatz definitiv prothetisch versorgt. Die durchschnittliche Ferrule-Höhe in beiden Gruppen war > 3,0 mm, und somit war bei keinem Zahn eine chirurgische Kronenverlängerung notwendig (Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Daten beider Gruppen.)

Die Abformung erfolgte mit irreversibel-elastischen Abformmaterialien. Dabei wurde auf Impregum von der Firma 3M ESPE (3M ESPE, D-Seefeld) oder Optosil mit Xantopren der Firma Heraeus Kulzer (Heraeus-Kulzer, D-Wehrheim) zurückgegriffen. Die übrigen prothetischen Herstellungsschritte orientierten sich an gängigen Methoden und werden an dieser Stelle nicht weiter beschrieben.

Alle Patienten wurden darüber aufgeklärt, die prothetische Abteilung bei Komplikationen oder Schmerzen aufzusuchen. Nach einem und nach 5 Jahren wurden die Patienten jeweils zu einer Nachkontrolle einbestellt.

Die Nachuntersuchung fand durch einen Assistenzzahnarzt der prothetischen Abteilung statt, der nicht in die Behandlungen im Rahmen der Studie involviert war, um eine Verblindung zu gewährleisten. Alle Patientenbefunde wurden durch den Studienzahnarzt in Dokumentationsbögen eingetragen. Als Zielgrößen wurden Zahnlokalisierung,

	Glasfaserstifte	Titanschrauben (BKS)
<b>Geschlecht</b>		
<b>Männer</b>	34,9 %	55,9 %
<b>Frauen</b>	65,1 %	44,1 %
<b>Zeit zwischen Insertion und dem Recall</b>	54,15 ± 15,54 Monate	43,24 ± 22,55 Monate
<b>Zahnregion</b>	20 % Frontzähne 80 % Seitenzähne	40 % Frontzähne 60 % Seitenzähne
<b>Antagonistische Kontakte</b>	72 % Ja 28 % Nein	84 % Ja 16 % Nein
<b>Verhältnis von Stift- zu Wurzellänge</b>	65,12 % ± 10 %	63,53 % ± 10,4 %
<b>Zerstörungsgrad der Krone</b>	86 % ± 10 %	87 % ± 9 %
<b>Ferrule-Höhe</b>	3,4 ± 1,04 mm	3,3 ± 0,95 mm
<b>Art der Restauration</b>	41,9 % Einzelkrone 23,3 % Brücke 34,8 % Teleskopierende Arbeit	44,1 % Einzelkrone 23,5 % Brücke 32,4 % Teleskopierende Arbeit

**Tabelle 1** Datenübersicht der beiden untersuchten Gruppen

**Table 1** Data for both investigated groups

das Vorhandensein von antagonistischen Kontakten, die Art der Versorgung und pathologische und klinische Befunde erfasst.

Die Erfolgskriterien waren Komplikationsfreiheit in Bezug auf die Stifte bzw. Schrauben (Frakturen, Retentionsverluste) sowie intakte Restaurationen, Beschwerdefreiheit auf Perkussion und Palpation.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows, Version 16.0.1 (SPSS Inc., Chicago, USA).

Hierbei wurden deskriptive Statistiken verwendet. Zur grafischen Darstellung dieser Statistiken und zur Beurteilung der Überlebenswahrscheinlichkeit der eingegliederten Stifte bzw. Schrauben wurde eine Lebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier für beide Gruppen durchgeführt.

Um die statistische Differenzierung zwischen den verschiedenen Gruppen herauszuarbeiten, wurde der nicht-parametrische Log-Rank-Test verwendet.

Zur Beurteilung des zeitlich abhängigen Einflusses unterschiedlicher Faktoren auf den Erfolg und die komplikationsfreie Verweildauer eines Zahnes in

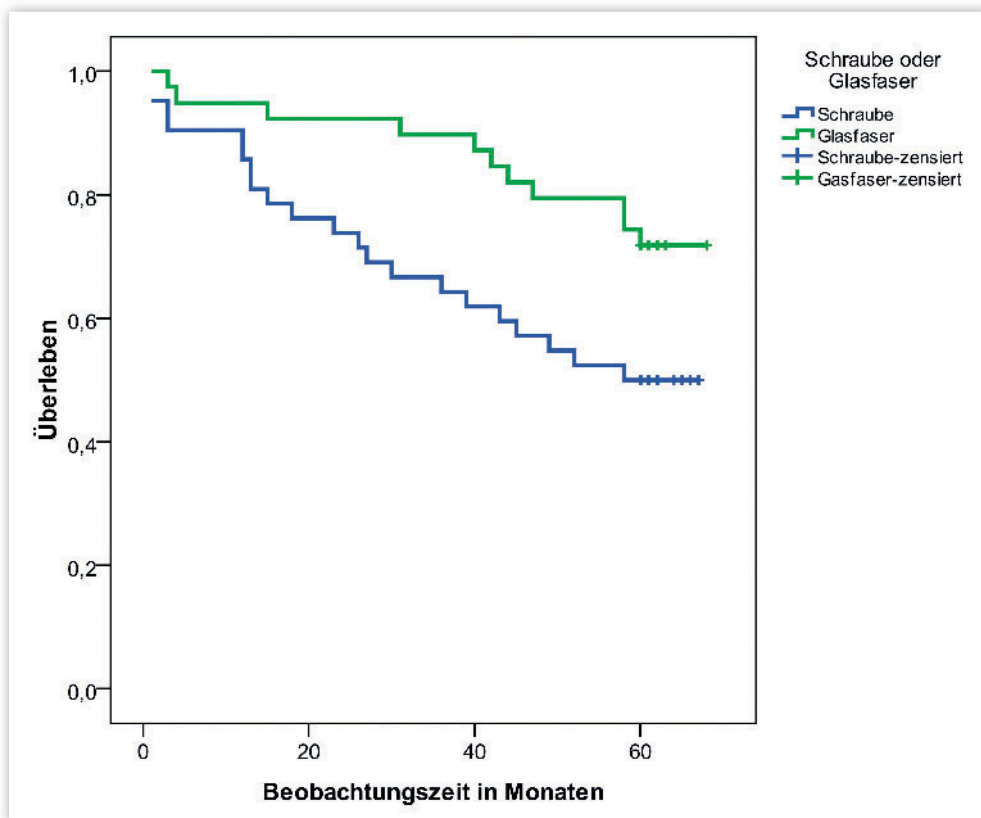
situ wurde eine Cox-Regression durchgeführt. Die festgestellten Misserfolge bei der einjährigen Nachuntersuchung wurden statistisch erfasst und in der Ergebnisanalyse der 5-Jahres-Ergebnisse berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Cox-Regression wurden mittels p-Werten und dem jeweiligen relativen Risiko eines jeden Einflussfaktors zusammengefasst. Ein p-Wert < 0,05 wurde als Indikator lokaler statistischer Signifikanz betrachtet.

### 3 Ergebnisse

Bei der Nachuntersuchung nach 5 Jahren konnten 39 Patienten der Gruppe der Glasfaserstifte und 42 Patienten der Gruppe der Titanschrauben berücksichtigt werden, wobei sich diese Fallzahl aus den Misserfolgen nach einem Jahr (3 Glasfaser/11 BKS) und den tatsächlich nachuntersuchten Patienten (36 Glasfaser/31 BKS) im 5-jährigen Recall zusammensetzte. Während des Untersuchungszeitraums standen 19 Patienten (11 Patienten in der Gruppe der Glasfaserstifte, 8 Patienten in der Gruppe der Titanschrauben) nicht zur Ver-





**Abbildung 4** Kaplan-Meier-Kurve für die berlebendswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Stiftsysteme

**Figure 4** Kaplan-Meier survival analysis for the different post systems

(Abb. 1–4, Tab. 1 u. 2; K. Hamadi)

fügung. Acht davon wollten aus nicht näher angegebenen Gründen nicht kommen, 8 Patienten waren unbekannt verzogen, 2 Patienten lebten zu der Zeit im Ausland (Kroatien, Schweiz) und ein Patient war ernsthaft erkrankt und konnte/wollte nicht zur Nachuntersuchung erscheinen. Die Dropout-Rate nach 5 Jahren betrug 22 % (Patienten mit Glasfaserstiften) bzw. 16 % (Patienten mit Schrauben) (siehe Abb. 3).

Der Beobachtungszeitraum lag bei den Wurzelstiften zwischen 3 und 68 Monaten und bei den Schrauben zwischen einem und 67 Monaten. Bis zum Stichtag (21. September 2010) betrug die durchschnittlich kontrollierte Liegedauer bei den Wurzelstiften 54,15 Monate mit einer Standardabweichung von 15,54 Monaten, während sie bei den Schrauben 43,24 Monate mit einer Standardabweichung von 22,55 Monaten betrug. Nach 5 Jahren Beobachtungszeit (2005–2010) wurden die Patienten bis dato nicht weiter beobachtet, da die Ergebnisse nach 5 Jah-

ren eindeutig für das ER-System sprachen.

Während des Beobachtungszeitraumes von 5 Jahren traten in der Glasfaserstift-Gruppe insgesamt 11 Misserfolge auf. Vier relative Misserfolge traten in Form von Retentionsverlusten des Stiftes bzw. Abplatzung der Krone auf.

In einem Fall zeigte der Zahn eine apikale Osteolyse und musste beobachtet werden, blieb aber bis zum Stichtag in situ. In 6 Fällen mussten die Zähne extrahiert werden. Die Extraktionen waren vor allem bedingt durch parodontale Schäden (n = 3), Frakturen (n = 2) und eine tiefe Karies. Die berlebendswahrscheinlichkeit betrug dementsprechend in der Kaplan-Meier-Analyse 71,8 % (28/39) (siehe Abb. 4).

Bei der BKS-Studiengruppe traten insgesamt 21 Misserfolge auf. Zwei relative Misserfolge traten in Form von Retentionsverlusten der Krone auf, die aber problemlos rezementiert werden konnten. In einem Fall war eine Neuanfertigung des Stift-Stumpfaufbaukomple-

xes und der Krone notwendig, da es zu einem Retentionsverlust des gesamten Komplexes kam. In einem Fall zeigte ein Zahn eine apikale Veränderung und musste beobachtet werden, blieb aber bis zum Stichtag in situ. In 17 Fällen mussten die Zähne extrahiert werden. Die Extraktionen waren vor allem bedingt durch Wurzelfrakturen (n = 9), Perforationen (n = 2), Karies (n = 2) und parodontale Schäden (n = 4). Die berlebendswahrscheinlichkeit betrug dementsprechend in der Kaplan-Meier-Analyse 50,0 % (21/42) (siehe Abb. 4).

Im Log-Rank-Test zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Systemen (p = 0,026). Die mit BKS-Schraube versorgten Zähne zeigten ein höheres Versagensrisiko als die mit Glasfaserstiften versorgten Zähne.

Mithilfe der Cox-Regressions-Analyse wurde geprüft, ob die unterschiedlichen Risikofaktoren (Zahnregion, Zerstörungsgrad der klinischen Krone, Ferrule-Höhe, das Verhältnis von Stift- zu Wurzellänge, die Art der definitiven Restauration und das Vorhandensein von antagonistischen Kontakten) einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der Glasfaserstifte und Titanschrauben haben.

Drei Faktoren wiesen nach der Beobachtungszeit einen signifikanten Einfluss auf die berlebendswahrscheinlichkeit der mit BKS-Schrauben versorgten Zähne auf: Zerstörungsgrad des Zahnes (p = 0,041), Zahnregion (p = 0,008) und Art der definitiven Restauration (p = 0,047). Insbesondere Frontzähne und Zähne, die einen ausgeprägteren koronalen Zerstörungsgrad aufwiesen und als Pfeiler für herausnehmbaren Zahnersatz dienen, zeigten ein höheres Risiko für einen Misserfolg. Die anderen Risikofaktoren wie Ferrule-Höhe (Mittelwert > 3 mm), antagonistische Kontakten und Verhältnis von Stift- zu Wurzellänge zeigten keinen Einfluss auf das berleben der Schrauben.

Die oben genannten Risikofaktoren hatten weder nach einem Jahr noch nach 5 Jahren einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der mit Glasfaserstiften versorgten Zähne (Tab. 2).

## 4 Diskussion

Diese prospektive, randomisierte Studie wurde durchgeführt, um die klinische

Bewährung der glasfaserverstärkten Wurzelstifte zu evaluieren und mit der der BKS-Schrauben zu vergleichen.

Die Ergebnisse der hier vorliegenden klinischen Studie über den Einsatz von glasfaserverstärkten Wurzelkanalstiften und metallischen BKS-Schrauben zeigte eine Überlebensrate von 71,8 % (DentinPost-Gruppe) und 50 % (BKS-Gruppe) nach 5 Jahren Beobachtungsdauer.

Im Gegensatz zum Ergebnis dieser Studie wurde in einer retrospektiven Studie von Signore et al. eine Erfolgsrate von 98 % für glasfaserverstärkte Wurzelkanalstifte nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 5,3 Jahren beobachtet [25]. Ähnliche Ergebnisse (Erfolgsrate von 92,3 %) haben Sarkis-Onofre et al. und Zocari et al. nach einer Beobachtungsdauer von 3 Jahren festgestellt [21, 29].

Prospektiv angelegte klinische Studien verfügen über eine höhere Aussagekraft als retrospektiv beobachtete Studien. Bereits publizierte klinische prospektive Studien von Naumann et al. (12,8 % Misserfolg bei 24 Monaten Beobachtungsdauer) und Cagidiaco et al. (23,3 % bei 36 Monaten) zeigten eine deutlich höhere Misserfolgsrate auf, als in den retrospektiven Studien berichtet [3, 19]. Dies stimmt mit der vorliegenden Studie überein.

In der modernen Zahnmedizin haben sich Glasfaserstifte in den letzten Jahren aufgrund ihres dentinähnlichen Elastizitätsmoduls etabliert, was eine gleichmäßigere Kraftübertragung auf die Zahnwurzel ermöglicht und somit das Risiko von Wurzelfrakturen verringert [1, 6, 21]. Demgegenüber weisen metallische Schraubensysteme im Vergleich zu Dentin ein deutlich höheres Elastizitätsmodul auf. Dieses wird oft als Ursache für Wurzelfrakturen diskutiert [12].

Die sogenannten aktiven Schraubensysteme mit einem in der Regel parallelen Gewinde erzielen durch die mechanische Verankerung sehr hohe Retentionswerte [4, 27], jedoch zeigen einige Untersuchungen, dass die Gefahr der Wurzelperforation und -fraktur durch die erzeugte Spannung beim Eindrehen der Schraube erhöht ist [9, 22, 26]. So wurde in einer aktuellen Übersichtsarbeit von Figueiredo et al. festgestellt, dass die präfabrizierten metallischen Stiftsysteme im Vergleich zur Glasfaserstiften ein zweifach höheres

Variable	Hazard Ratio	95%-Konfidenzintervall	p-Wert
<b>Zahnregion (anterior/posterior)</b>			
BKS	0,187	0,067 – 0,521	0,001
Glasfaserstift	0,797	0,158 – 4,029	0,738
<b>Zerstörungsgrad des Zahnes (%)</b>			
BKS	2,520	1,142 – 5,560	0,022
Glasfaserstift	1,105	0,554 – 2,207	0,776
<b>Ferrule-Höhe (mm)</b>			
BKS	1,086	0,668 – 1,764	0,740
Glasfaserstift	1,167	0,592 – 2,299	0,656
<b>Stift- zu Wurzellänge</b>			
BKS	0,948	0,927 – 1,045	0,597
Glasfaserstift	0,941	0,871 – 1,016	0,120
<b>Art der Restauration</b>			
BKS	0,722	0,523 – 0,996	0,047
Glasfaserstift	1,060	0,729 – 1,543	0,760
<b>Antagonistischer Kontakt</b>			
BKS	1,560	0,912 – 2,669	0,104
Glasfaserstift	1,024	0,563 – 1,862	0,938

**Tabelle 2** Ergebnisse der Cox-Regressions-Analyse nach 5 Jahren Beobachtungszeit

**Table 2** Results of multivariate cox regression analysis after 5 years

Wurzelfrakturrisiko aufweisen [8]. In der vorliegenden Studie wiesen die BKS-Schrauben eine hohe Zahl an irreversiblen Misserfolgen durch Wurzelfrakturen auf. Eine mögliche Ursache spielen dabei die oben genannten mechanischen Faktoren [10, 13].

Auch Sorensen et. al zeigten in ihrer Studie für diese Art der Schrauben lediglich eine Erfolgsrate von 60 % [26].

Vor diesem Hintergrund wird die Verwendung von langen parallelen Schrauben (Schraube entspricht 50 % der Wurzellänge) kontrovers diskutiert und gilt als umstritten aufgrund der auftretenden Spannungen im Wurzelkanal [22]. Die gleiche Heidelberger Forschungsgruppe um Schmitter et al. konnten 3 Jahre später nachweisen,

dass die Länge von Metallschrauben nicht entscheidend für die Frakturfestigkeit ist. Die Autoren beobachteten vergleichbare Bruchlasten für mit langen (10 mm Schraubenlänge) und kurzen Schrauben (3 mm Schraubenlänge) versorgte Zähne [23]. Da die häufigste Komplikation bei Metallschrauben in dieser aktuellen Studie Zahnfrakturen waren, die zur Extraktion der Pfeilerzähne führten, könnten kürzere BKS-Schrauben ähnliche Erfolgsraten wie Glasfaserstifte liefern. Eine klinische Untersuchung dazu steht aber noch aus.

Der Versagensmodus in der vorliegenden Studie ist mit anderen Studien vergleichbar [14], so war die Wurzelfraktur in der BKS-Gruppe der am häu-

figsten zu beobachtende Misserfolg. Die faserverstärkten Glasfaserstifte weisen in der hier vorgestellten Studie Vorteile gegenüber Metallschrauben auf. Dabei zeichneten sich die Glasfaserstifte durch ihren günstigen Versagensmodus aus, der eine Weiterversorgung im Falle eines Misserfolges zulässt. So zeigten sich mehr Retentionsverluste in der Gruppe der Glasfaserstifte als bei der der Metallschrauben. Ähnliche Ergebnisse wurden in einer In-vitro-Studie von Cormier et al. und Fokkinga et al. beschrieben [5, 9].

Dennoch muss man die Limitation der Studie bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigen:

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich bei allen Studienteilnehmern um Patienten der Poliklinik für Zahnarztlche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg. Sie wurden durch Studierende der Zahnmedizin dieser Klinik behandelt, die sich im letzten Ausbildungsjahr befanden, dennoch aber natürlich weniger klinische Erfahrung besaßen als berufstätige Zahnärzte. Beide aufbauverankernde Elemente sind nach Herstellerangaben befestigt worden. Während die Glasfaserstifte adhäsiv mit Komposit befestigt wurden, wurden die BKS-Schrauben konventionell mit Zinkoxidphosphatzement im Kanal verankert. Fraglich ist dennoch, inwiefern sich die unterschiedlichen Vorgehensweisen beim Zementieren der Stifte (BKS: konventionell vs. Glasfaser: adha-

siv) auf die Ergebnisse der Studie ausgewirkt haben.

Als vorteilhaft für die adhäsive Befestigung im Vergleich zur konventionellen Zementierung wurde in verschiedenen Studien eine spannungsreduzierende sowie belastbarkeitssteigernde Wirkung beobachtet [2, 15]. Durchaus kritisch zu diskutieren ist der Aspekt der Randomisierung. In der vorliegenden Studie bezog sich die Randomisierung auf die Patienten und nicht auf den Zahntyp. Diese Tatsache könnte die geringe Diskrepanz zwischen den zu analysierenden Faktoren (Zahnregion, antagonistische Kontakte, Ferrule-Höhe, Art der Restauration) beim Vergleich der beiden Gruppen erklären (siehe Tab. 3). Dadurch entstand eine ungleiche Verteilung der Zahntypen in jeder Gruppe. Diese könnte die Erfolgsrate jeder Gruppe in der Statistik in einer bestimmten Richtung beeinflussen. Naumann et al. untersuchten eine Reihe von Risikofaktoren, die eine Rolle bei der Überlebensrate der mit Glasfaserstiften versorgten Zähne spielen könnten. Nach 10 Jahren Beobachtungszeit zeigten Frontzähne im Vergleich zu Seitenzahnen sowie Zähne, die einen ausgeprägteren koronalen Zerstörungsgrad aufwiesen, eine höhere Misserfolgsrate. Dieser Aspekt konnte in der vorliegenden Studie nur für BKS-Schrauben bestätigt werden [18, 20].

Während in der vorliegenden Studie die Risikofaktoren Zahnregion ( $p=0,001$ ), Zerstörungsgrad der klinischen Krone

( $p=0,022$ ), Art der definitiven Restauration ( $p=0,047$ ) die Überlebensrate der BKS-Schrauben beeinflussten, konnte dieser Einfluss bei den Glasfaserstiften nicht bestätigt werden. Eine Erklahrung dafür könnten die größere Anzahl der Misserfolge bei der Gruppe der BKS-Schrauben sein, durch die erst statistisch verlässliche Aussagen zum Zusammenhang Misserfolg und Risikofaktoren möglich waren.

## 5 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass lange BKS-Schrauben (Schraube entspricht 50 % der Wurzellänge) nach 5 Jahren Tragedauer signifikant höhere Versagensraten aufweisen als Glasfaserstifte. Lange Metallschrauben (Schraube entspricht 50 % der Wurzellänge) sollten daher im klinischen Alltag nicht eingesetzt werden. Besonders besorgniserregend ist dabei die Zahl irreversibler Misserfolge durch Wurzelfrakturen. ID77

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

### Korrespondenzadresse

Dr. Khaled Hamadi  
German dental clinic  
Shfar-am 20200, Isreal  
hamadi\_k@hotmail.com

## Literatur

- Albuquerque RC, Polleto LT, Fontana RH, Cimmini CA: Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 936–943
- Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A: Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent* 2005; 94: 321–329
- Cagidiaco MC, Garcia-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M: Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent* 2008; 21: 179–184
- Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch, AS: Retention of four endodontic posts cemented with composite resin. *Gen Dent* 2000; 48: 320–324
- Cormier CJ, Burns DR, Moon P: In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont* 2001; 10: 26–36
- Duret B, Duret F, Reynaud M: Long-life physical property preservation and post endodontic rehabilitation with the Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 1996; S50–S56
- Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN: Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13: 9B–13B
- Figueiredo FE, Martins-Filho PR, Faria-E-Silva AL: Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2015; 41: 309–316
- Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK et al.: A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 476–482
- Fox K, Wood DJ, Youngson, CC: A clinical report of 85 fractured metallic post-retained crowns. *Int Endod J* 2004; 37: 561–573
- Franco EB, Lins do Valle A, Pompeia Fraga de Almeida AL, Rubo JH, Pereira JR: Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *J Prosthet Dent* 2014; 111: 30–34
- Goodacre, CJ, Spolnik, KJ: The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. *J Prosthodont* 1994; 3: 243–250

13. Isidor F, Odman P, Brondum K: Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 131–136
14. Ma H, Shen L, Liu K, Su L: Clinical evaluation of residual crowns and roots restored by glass fiber post and core, cast metal post and core or directly. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2013; 31: 45–48
15. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA et al.: Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 10–14
16. Morgano SM, Milot P: Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 11–16
17. Naumann M, Blankenstein F, Lange KP: Vorschlag zur Standardisierung von In-vitro-Belastbarkeitsuntersuchungen an endodontisch behandelten Zähnen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2002; 57: 554–557
18. Naumann M, Blankenstein F, Dietrich T: Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years – an observational clinical study. *J Dent* 2005; 33: 305–312
19. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H: 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported post-endodontic restoration: a prospective observational clinical study. *J Endod* 2012; 38: 432–435
20. Naumann M, Blankenstein F, Kiessling S, Dietrich T: Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 519–524
21. Sarkis-Onofre R, Jacinto Rde C, Boscatto N, Cenci MS, Pereira-Cenci T: Cast metal vs. glass fibre posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J Dent* 2014; 42: 582–587
22. Schmitter M, Lippenberger S, Rues S, Gilde H, Rammelsberg P: Fracture resistance of incisor teeth restored using fibre-reinforced posts and threaded metal posts: effect of post length, location, pretreatment and cementation of the final restoration. *Int Endod J* 2010; 43: 436–442
23. Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B: Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 173–178
24. Schwartz RS, Robbins JW: Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004; 30: 289–301
25. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G: Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent* 2009; 37: 115–121
26. Sorensen JA, Martinoff JT: Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 28–35
27. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC: Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. *J Prosthet Dent* 1978; 39: 400–405
28. Weine FS, Wax AH, Wenckus CS: Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. *J Endod* 1991; 17: 293–297
29. Zicari F, Van Meerbeek B, Debels E, Le-saffre E, Naert I: 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