

# Adhäsiv befestigte faserverstärkte Kompositstifte

Daniel Edelhoff, Rudolf Marx

In zahlreichen klinischen Situationen sind heute adhäsive Aufbaumöglichkeiten verfügbar, durch die der Einsatz von Wurzelkanalstiften umgangen werden kann und die aufgrund der geringeren Invasivität zu bevorzugen sind (Creugers et al. 2005).

Dennoch bieten Wurzelkanalstifte in Situationen, in denen nur unzureichend koronale Zahnhartsubstanz für die adhäsive Verankerung des Aufbaus besteht, auch heute die einzige Möglichkeit eine dauerhafte Retention und Stabilität des Aufbaus zu erzeugen (Abb. 1). Aus dem umfangreichen Angebot an Stiftsystemen und Stiftgeometrien haben in den letzten Jahren konisch gestaltete, passive Stifte aufgrund der Formkongruenz zur Wurzelanatomie ein gesteigertes Interesse gefunden (Morgano & Brackett 1999) (Tab. 1). Die gegenüber zylindrischen Stiften geringere Retention und ungünstigere Spannungsverteilung kann durch eine adhäsive Befestigung und die Vermeidung von aktivem Druck auf die Kanalwand kompensiert werden (Boschian Pest et al. 2006, Dietschi et al. 2006).

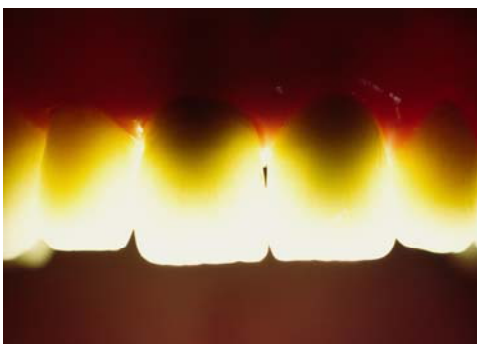
**Abb. 1 Materialspektrum**

Verschiedene Systeme und Materialien für Wurzelkanalstifte im Vergleich (von links nach rechts): Aktiver zylindrischer Stift aus Titan mit Gewinde, passiver zylindrischer Stift aus Titan mit Oberflächenstruktur, passiver konischer Stift aus glasfaserverstärktem Komposit mit glatter Oberfläche sowie zylindrisch-konischer Stift aus Zirkonoxidkeramik mit glatter Oberfläche



**Abb. 2 Lichttransmission**

Durchlichtaufnahme vollkeramischer Kronen, die zum Teil auf Stiftaufbauten aus Metall (Zahn 11 und 21) befestigt wurden. Die Metallstifte verursachen eine deutliche Beeinträchtigung der Lichttransmission sowie einen Schattenwurf im Bereich der Kronen und des umgebenden Weichgewebes.



**Tab. 1.** Vor- und Nachteile verschiedener Stiftsysteme und Stiftgeometrien. Auch aktive Wurzelkanalstifte sind in verschiedenen Formen verfügbar.

		Aktive Stiftsysteme	Passive Stiftsysteme		
		Gewindestifte	konisch	zylindrisch	zylindrisch-konisch
Vorteile		+ höchste Retention + Zeit sparend	+ Formkongruenz zur Wurzelanatomie + geringer apikaler Substanzverlust + gute klinische Erfolgsraten	+ gute Retention + gleichmäßige Spannungsverteilung + gute klinische Erfolgsraten	+ gute Retention + geringerer apikaler Substanzverlust
	Nachteile	- hohes Risiko von Wurzelfrakturen - hohe klinische Misserfolgsrate - hoher Substanzverlust	- geringe Retention - ungleichmäßige Spannungsverteilung - u. U. Risiko von Wurzelfrakturen	- erhöhter apikaler Substanzverlust - höhere Perforationsgefahr	- ungleichmäßige Spannungsverteilung

Die anhaltende Diskussion um die Korrosionseigenschaften und das biomechanische Verhalten von Stiften sowie das veränderte Anforderungsprofil bei Verwendung metallfreier Restaurationen haben dazu geführt, dass neben den klassischen Wurzelkanalstiften auf Metallbasis vermehrt Stifte aus Keramik oder aus mit Fasern verstärktem Komposit eingesetzt werden (Arvidson & Wróblewski 1978, Wu et al. 1998) (Abb. 2).

Für Wurzelkanalstifte auf der Basis von verstärkten Kompositmaterialien wird als Grundmasse ein Epoxidharz (organische Matrix) verwendet, das entweder durch Karbonfasern oder durch Glasfasern (Fiber reinforced composite = FRC) verstärkt ist. Sie verfügen gegenüber Stiften aus Metall oder Keramik über dentinähnliche mechanische Eigenschaften und haben den Vorteil, dass sie unter Umständen wieder entfernt werden können (Lassila et al. 2004, Gesi et al. 2003) (Abb. 3 a bis 3 c). In In-vitro-Untersuchungen fanden sich zudem Hinweise auf einen weniger destruktiven Versagensmodus gegenüber Stiften aus anderen Materialien (Fokkinga et al. 2004). Würden sich diese Beobachtungen in kontrollierten klinischen Studien bestätigen, könnte durch die relativ leichte Entfernbarkeit von FRC-Stiften eine unkomplizierte Neuversorgung des Zahnes nach Stifftraktur erfolgen. Stifte aus faserverstärktem Komposit weisen bislang eine zu geringe Röntgenopazität auf (Abb. 4). Zudem kann die Qualität unter den FRC-Stifte in Abhängigkeit vom Hersteller stark variieren (Grandini et al. 2005).



Abb.3a bis c **Entfernung eines Glasfaserstiftes**

Bei der Entfernung (hier: experimentell ex-vivo) eines Glasfaser-Stiftes ist zunächst die Schaffung eines Plateaus vorteilhaft, in das mit Hilfe eines kleinen Rosenbohrers mittig eine „Körnung“ eingebracht wird. Für die Stiftentfernung werden spezielle Hartmetallbohrer mit einer schneidfähigen Spitze angeboten, die intermittierend bei niedriger Drehzahl (800 bis 2000 UPM) und unter Wasserkühlung eingesetzt werden.



Abb. 4 **Röntgenopazität**

Röntgen-Zahnfilmaufnahme des Zahnes 27 nach Stiftbohrung und provisorisches Einsetzen eines glasfaserverstärkten Kompositstiftes zur Längenbestimmung. Die Röntgenopazität des Stiftes ist geringer als jene des als apikales Sealing verbliebenen Guttaperchaanteiles der Wurzelkanalfüllung. Durch die Verwendung eines extrem röntgenopaken Befestigungsmaterials zur definitiven Eingliederung des FRC-Stiftes kann die Röntgensichtbarkeit erheblich gesteigert werden.

	<b>Metall</b>	<b>Zirkonoxidkeramik</b>	<b>Faserverstärktes Komposit</b>
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ umfangreiches Systemangebot</li> <li>+ klinische Langzeit-Erfahrungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ weiße Farbe</li> <li>+ Transluzenz</li> <li>+ Biokompatibilität</li> <li>+ hohe Festigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ günstige Biomechanik</li> <li>+ u. U. wieder entfernbar</li> <li>+ Biokompatibilität</li> <li>+ optische Eigenschaften (bei Glasfaserverstärkung)</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korrosionsproblematik</li> <li>- hohes E-Modul</li> <li>- ungünstige optische Eigenschaften</li> <li>- destruktiver Versagensmodus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- extrem hohes E-Modul</li> <li>- extrem hohe Härte</li> <li>- nicht wieder entfernbar</li> <li>- unzureichende klinische Langzeit-Erfahrungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringe Röntgenopazität</li> <li>- anisotropes Verhalten</li> <li>- Flexibilität des Aufbaus</li> <li>- WAK-Differenz zur Zahnhartsubstanz</li> <li>- unzureichende klinische Langzeit-Erfahrungen</li> </ul>

Tab. 2. Vor- und Nachteile verschiedener Materialien für Wurzelkanalstifte. (E-Modul = Elastizitäts-Modul, WAK Wärmeasdehnungkoeffizient)

## Stiftbohrung und Präparation

Wenn eine indirekte Versorgung des endodontisch behandelten Zahnes angestrebt wird, hat es sich zur Abschätzung der verbleibenden Menge an koronaler Zahnhartsubstanz bewährt, zunächst mit der zirkulären Präparation für die vorgesehene Restauration zu beginnen. Generell ist es sinnvoll nach der Primärversorgung (Exkavation, endodontische Behandlung) des Zahnes eine Defektabformung durchzuführen, an der die Präparation defektspezifisch ausgerichtet werden kann. Dieses Vorgehen erlaubt eine bessere Einschätzung der vertikalen Ausdehnung der Zahnhartsubstanz, der Wandstärke sowie der biologischen Breite. Grundsätzlich gilt, dass die Frakturfestigkeit endodontisch vorbehandelter Zähne entscheidend von dem Ausmaß der koronalen Zahnhartsubstanz beeinflusst wird (Creugers et al. 2005, Pereira et al. 2006). Die Festigkeit von Zähnen mit Stiftaufbauten wird nachweislich dadurch erhöht, indem ein mindestens zwei Millimeter breiter Dentinsaum apikal des Aufbaus präpariert wird, der von der definitiven Restauration ringförmig umfasst wird (Abb. 5 und 6). Dieses auch als „Fassreifen“ oder „Ferrule“ bezeichnete Gestaltungsprinzip hat einen stabilisierenden Effekt auf die Zahnwurzel und wirkt sich positiv auf den klinischen Langzeiterfolg aus (Pereira et al. 2006, Torbjørner & Fransson 2004). Lassen die bestehenden anatomischen Verhältnisse die Umsetzung dieser Umfassung nicht zu, können bei ausreichender Wurzellänge die Voraussetzungen durch eine chirurgische Kronenverlängerung oder eine orthodontische Extrusion geschaffen werden (Abb. 7). Obgleich endodontisch behandelte Zähne eine gute klinische Langzeitprognose aufweisen, gilt es vor einer solchen Knochen subtrahierenden Methode in der ästhetischen Zone abzuwägen, inwieweit eine etwaige spätere Insertion von Implantaten, dadurch negativ beeinflusst würde (Holm-Pedersen et al. 2007).

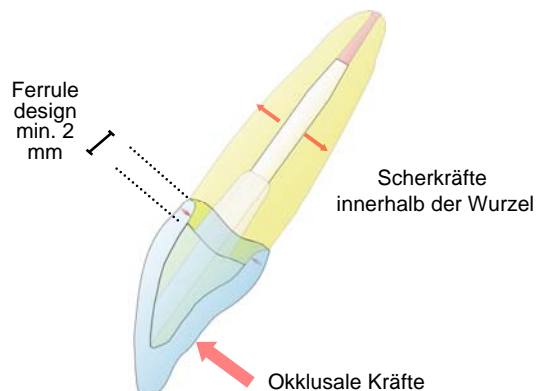


Abb. 5

Fassreifen- oder Ferrule-Effekt [modifiziert nach Morgano und Brackett 1999]. Dieser Effekt wird durch nahezu parallele Wände intakter Zahnhartsubstanz apikal des Aufbaus erzeugt. Die definitive Krone umfasst diesen etwa zwei Millimeter breiten Dentinsaum ringförmig und wirkt damit Scherkräften entgegen, die bei Kaubelastung durch den Stift auf die Wurzel übertragen werden. Mit zunehmender vertikaler Ausdehnung des Fassreifens erhöht sich die Festigkeit des endodontisch behandelten Zahnes. Gleichzeitig nimmt der Einfluss des Aufbaumaterials auf die Festigkeit ab.



Abb. 6

Fassreifen-Gestaltung an einem Oberkiefer-Frontzahn  
Nach Insertion eines metallfreien Wurzelkanalstiftes in Kombination mit einem indirekt hergestellten Aufbau aus Presskeramik, ist ein mehr als 2 mm breiter Fassreifen als marginaler Dentinsaum erhalten. Dieser wird bei der nachfolgenden Eingliederung einer glaskeramischen Krone ringförmig umfasst.

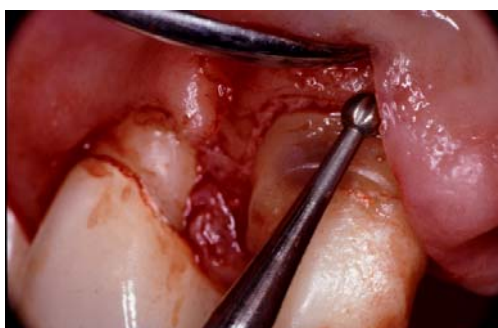


Abb. 7

Chirurgische Kronenverlängerung zur Herstellung der biologischen Breite an einem mit einem metallfreien Stiftaufbau versorgten Zahn. Ohne diese Maßnahme wäre die Umsetzung eines ausreichenden Fassreifeneffektes nicht möglich gewesen. Generell gilt es bei knochensubtrahierenden Verfahren jedoch zu berücksichtigen, dass die Optionen für eine mögliche Implantation in dieser Region erhalten bleiben.

Während der Aufbereitung des Wurzelkanals für den Faserstift ist eine gleichmäßige Schichtstärke der Kanalwände anzustreben und das plastische Wurzelfüllmaterial im gesamten Bereich der Aufbereitungslänge zu entfernen (Abb. 8). Die Aufbereitungslänge sollte unter Berücksichtigung der Kanal Anatomie mindestens der geplanten Kronenlänge entsprechen. In In-vitro-Untersuchungen zeigten FRC-Stifte mit einer ausgedehnten Eindringtiefe gegenüber solchen mit geringer Aufbereitungslänge eine günstigere Spannungsverteilung und eine höhere Retention (Boschian Pest et al. 2006, Braga et al. 2006). Vor diesem Hintergrund erscheint es auch bei adhäsiver Befestigung sinnvoll, die Aufbereitungslänge unter Berücksichtigung der Kanal Anatomie soweit auszudehnen, dass lediglich eine apikale Versiegelung als Anteil der Wurzelkanalfüllung von mindestens vier bis fünf Millimetern Länge erhalten bleibt (Goodacre & Spolnik 1995) (Abb. 8).

Grundsätzlich erfordert das präparative Vorgehen eine Differenzierung zwischen direkt und indirekt hergestellten Stiftaufbauten. Direkt hergestellte Stiftaufbauten haben den Vorteil, dass sie zeitsparend sind und den Kanal direkt nach der Stiftbohrung gegen eine bakterielle Kontamination abdichten. Beim indirekten Verfahren können Faserstifte z. B. mit individuellen Aufbauten aus Keramik kombiniert werden, die eine sehr hohe Farb- und Formstabilität aufweisen (Abb. 9, 10 und 11). Für die Befestigung von Provisorien im Wurzelkanal nach der Abformung sollten eugenolfreie provisorische Zemente eingesetzt werden (Chieffi et al. 2006). Als wesentlicher Nachteil gegenüber direkten Verfahren wird das erhöhte Risiko einer Kontamination des Wurzelkanals sowie einer mechanischen Schädigung der Wurzel innerhalb der provisorischen Phase angesehen (Saunders & Saunders 1994). Zudem erfordert das indirekte Verfahren ein invasiveres präparatives Vorgehen, da Unterschnitte beseitigt werden müssen, die beim direkten Verfahren als zusätzliche Retentionsflächen genutzt werden können.



Abb. 8

Bei der Kanalaufbereitung sollte eine hohe Länge des Faserstiftes angestrebt werden. Damit erhöht sich die Retention und es ergibt sich eine günstigere Spannungsverteilung.

Abb. 9

Indirektes Verfahren

Der Glasfaserstift ist für eine Abformung mit Polyethermassen im Doppelmischverfahren vorbereitet. Als Retentionshilfe ist ein kugelförmiger Aufbau aus niedrigviskösem Komposit am koronalen Ende aufgebracht worden.



Abb. 10

Indirektes Verfahren

Im zahntechnischen Labor wurde ein individueller Aufbau aus Wachs an den Faserstift modelliert und anschließend in Glaskeramik (Lithium-Disilikat) gepresst.

Abb. 11

Indirektes Verfahren

Der glaskeramische Aufbau wurde separat vom Glasfaserstift im Sinne eines geteilten Stiftaufbaus angefertigt und bleibt bis zur adhäsiven Befestigung von diesem getrennt.



## Adhäsive Eingliederung von Faserstiften

Die Eingliederung von FRC-Stiften sollte ausschließlich adhäsiv erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass das Dentin der Innenseite des Wurzelkanals "hydrophile" und der Wurzelstift als Stoffgemisch aus z. B. Epoxidharz und Mineral "hydrophobe" Benetzungseigenschaften besitzt. In der Fachliteratur finden sich zum Teil widersprüchliche Empfehlungen zu geeigneten Methoden der Wurzelkanal- und Stiftkonditionierung.

## Konditionierung des Wurzelkanals

Auch wenn Mehrschritt-Adhäsivsysteme als Goldstandard für die Schaffung eines zuverlässigen Dentinverbundes eingestuft werden, konnten in jüngster Zeit eingeführte moderne selbstadhäsive Befestigungsmaterialien bemerkenswerte Haftfestigkeiten erreichen (Bitter et al. 2006, Vichi et al. 2002, Wrbas et al. 2006). Bei dem umfangreichen Angebot und der hohen Innovationsrate der verfügbaren Adhäsivsysteme ist es dennoch empfehlenswert auf klinisch bewährte Befestigungssysteme zurückzugreifen. Eine weitere Retentionssteigerung des Stiftes kann auch bei adhäsiver Befestigung durch eine Aufrauung der Kanalwand mit

formkongruenten Diamantinstrumenten erzielt werden (Balbosh et al. 2005, Nergiz et al. 1997) (Abb. 12). Zur Spülung des Kanals vor der adhäsiven Eingliederung des Stiftes oder nach der Säurekonditionierung ist eine sterile isotone Kochsalz-Lösung (0,9%) geeignet (Abb. 13). Zunehmend wird auch Natriumhypochlorid (NaOCl bis 5,25%) im Zusammenhang mit der adhäsiven Befestigung als Spülmedium eingesetzt (Muniz & Mathias 2005.). Die Trocknung des Wurzelkanals kann abschließend mit Papierspitzen erfolgen (Abb. 14). Während eine höhere Schichtstärke des Befestigungsmaterials keine negativen Auswirkungen auf die Haftfestigkeit zum Kanaldentin zeigte, wirkten sich eugenolhaltige Sealer bestehender Wurzelkanalfüllungen negativ auf den Haftverbund aus (Muniz & Mathias 2005, Perez et al. 2006). Der Einsatz von Sealern auf Epoxidharzbasis und die Verwendung eugenolfreier provisorischer Befestigungsmaterialien bei der indirekten Herstellung von Stiften werden für die adhäsive Befestigung empfohlen (Chieffi et al. 2006). Für die Applikation von Adhäsivkomponenten im Wurzelkanal sind speziell auf die Kanalgeometrie abgestimmte Minibürsten geeignet (Abb. 15). Für die Überschussentfernung der Adhäsive hat sich ebenfalls der Einsatz von Papierspitzen bewährt.



Abb. 12  
Aufrauung der Kanalwand  
Diamantierte Aufrauinstrumente eignen sich zur weiteren Retentionssteigerung des Stiftes an der Kanalwand. Sie sind formkongruent zu den Größen der Glasfaserstifte gestaltet und werden manuell eingesetzt.



Abb. 13  
Spülung des aufbereiteten Kanals  
Als Spülmedium hat sich sterile isotone Kochsalz-Lösung bewährt. Zunehmend wird auch bei Anwendung der Adhäsivtechnik Natrium Natriumhypochlorid eingesetzt.

Abb. 14  
Trocknung des aufbereiteten Kanals mit Papierspitzen. Diese können auch zur Überschussentfernung bei Anwendung von Mehrschritt-Adhäsivsystemen verwendet werden.

Abb. 15  
Einsatz einer Spezialbürste zur Applikation von Adhäsivkomponenten im Kanal

## Konditionierung der Stiftoberfläche

Analog dem Dentinverbund sollte ebenfalls eine stabile Anbindung des Befestigungsmaterials an die Oberfläche eines Faserstiftes geschaffen werden. Dazu ist in den meisten Fällen eine Konditionierung der Stiftoberfläche erforderlich. Zu der Effizienz verschiedener Konditionierungsverfahren werden in der Fachliteratur widersprüchliche Angaben gemacht (Perdigao et al. 2006, Magni et al. 2007). Dennoch konnten durch Korund-Strahlen der Stiftoberfläche oder durch eine tribochemische Silikatisierung mit anschließender Silanisierung sehr guter Verbundeigenschaften nachgewiesen werden (Balbosh & Kern 2006, Schmitter et al. 2006). Die „chair-side“-Konditionierung der Stiftoberfläche ist jedoch mit diesen Methoden zeitintensiv und birgt die Gefahr von Fehlern bei den einzelnen Arbeitsschritten (Abb. 16a bis c). Daher werden bereits durch den Hersteller vorkonditionierte und beschichtete Glasfaserstifte angeboten (Edelhoff et al. 2006) (Abb. 17a und b).

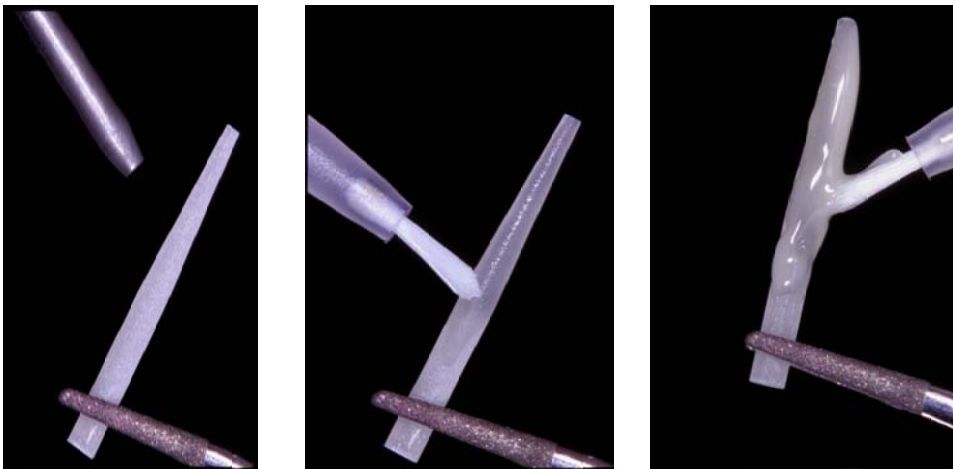


Abb. 16a bis c  
Konditionierung der Stiftoberfläche  
Eine effiziente Methode zur Erzielung eines stabilen Haftverbundes besteht in der Silikatisierung durch einen Strahlprozess bei einem Strahlruck von 1 bar (Rocatec System, 3M ESPE).  
Anschließend wird die silikatisierte Stiftoberfläche silanisiert und ein niedrigvisköses Befestigungskomposit aufgetragen werden.



Abb. 17a  
Herstellerseitige Beschichtung  
Die Arbeitsschritte Silikatisierung und Silanisierung wurden bei dem oberen Glasfaserstift zusammen mit einer griffesten Schutzschicht durch den Hersteller vollzogen worden. Der untere Glasfaserstift ist unbeschichtet.

Abb. 17b  
Der Anwender muss den herstellereits beschichteten Stift lediglich nach der Einprobe mit Alkohol entfetten und das adhäsive Befestigungsmaterial auftragen.

## Eingliederung des Stiftes

Die Lichtleitung von Glasfaserstiften ist begrenzt und wird von der Stiftgeometrie beeinflusst (Patyk et al. 2005). Daher ist die Voraussetzung für eine ausreichende Polymerisation rein Licht härtender Befestigungsmaterialien bei gebräuchlichen Stiftlängen nicht gegeben (Patyk et al. 2005). Um einen klinisch akzeptablen Polymerisationsgrad zu erreichen, ist der Einsatz chemisch oder dual härtender adhäsiver Befestigungsmaterialien erforderlich. Aufgrund der zum Teil sehr begrenzten Verarbeitungszeiten dieser Systeme wird vereinzelt die alleinige Applikation des Befestigungsmaterials auf den konditionierten Wurzelkanalstift empfohlen. Dies soll verhindern, dass das adhäsive Befestigungsmaterial vorzeitig im Wurzelkanal aushärtet. Für diese Vorgehensweise ist jedoch eine vermehrte Blasenentwicklung in der Befestigungsfuge nachgewiesen worden, deren langfristige klinische Auswirkung bislang noch nicht abschließend geklärt ist (Watzke & Naumann 2006). Mittlerweile stehen zahlreiche Applikationssysteme zur Verfügung, die bei zügigem Vorgehen eine blasenfreie direkte Applikation des adhäsiven Befestigungsmaterials in den Kanal ermöglichen (Abb.18a bis c). Bei diesen Maßnahmen ist eine gewisse Erfahrung beim Umgang mit adhäsiven Befestigungssystemen eine Grundvoraussetzung.

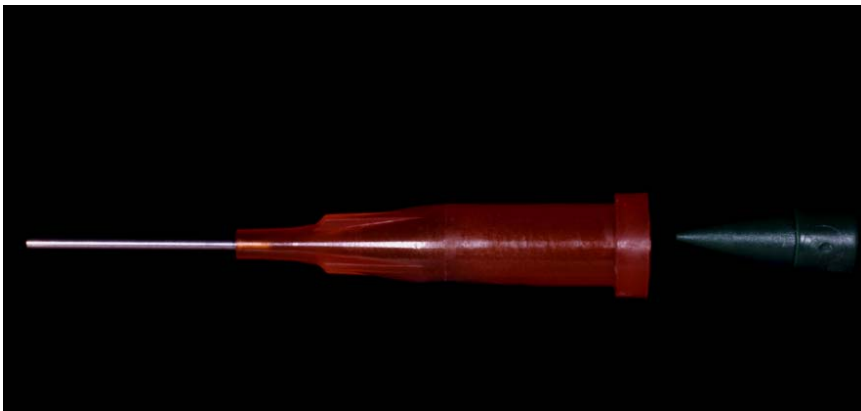


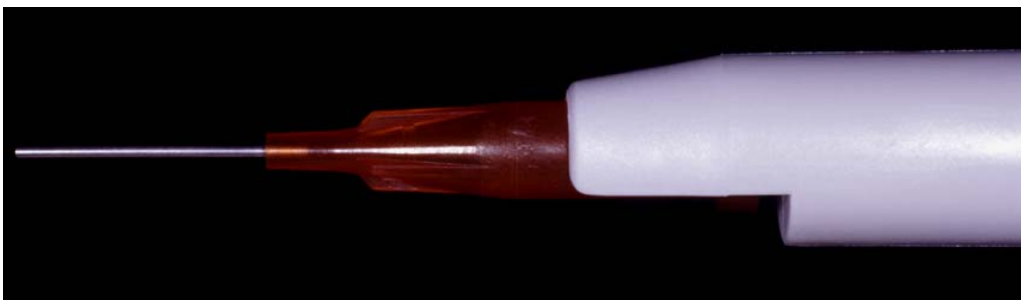
Abb. 18a bis c  
Beispiel für ein Applikationssystem zum direkten Einbringen des adhäsiven Befestigungsmaterials in den Wurzelkanal bei der definitiven Stiftinsertion (Composite Gun, Kerr Hawe, Bioggio, CH).

Abb. 18a  
In einem ersten Schritt wird in die orangefarbene Kammer der Spitze das angerührte Befestigungskomposit eingebracht. mit biegsamer stumpfer Nadel wird



Abb. 18 b  
Im zweiten Schritt wird ein Kolben in die mit dem Befestigungsmaterial gefüllte Kammer eingeführt. orangefarbene Kammer der Spitze das angerührte Befestigungskomposit eingebracht. mit biegsamer stumpfer Nadel wird

Abb. 18c  
Anschließend kann die gefüllte Spitze zusammen mit dem Kolben in eine Kompositpistole eingesetzt werden. Durch die biegsame stumpfe Metallnadel lässt sich der Wurzelkanal von apikal nach koronal problemlos auffüllen und der Stift kann blasenfrei inseriert werden.



# Fallbeispiel

## Direktes Verfahren

Abb. 19a

Ausgangssituation

Patientin mit Frontzahntrauma.

Die Zähne 12, 11 und 21 waren vor dem Trauma bereits endodontisch behandelt. Zahn 22 war zu diesem Zeitpunkt noch vital. Die niedrige Frakturlinie an Zahn 22 erforderte eine auf den palatinalen Anteil beschränkte Kronenverlängerung.



Abb. 19b

Einprobe von Glasfaser-Stiften

Aufgrund des hohen Zerstörungsgrades wurden die Zähne 12, 21 und 22 zur Erhöhung der Retention des postendodontischen Aufbaus für die Insertion von beschichteten Glasfaserstifte vorbereitet. Zahn 11 konnte aufgrund des geringeren Destruktionsgrades direkt mit einem dual-härtenden Adhäsiv-Kompositssystem aufgebaut werden. Dazu wurde die Wurzelakanalfüllung bis ca. 3 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze entfernt.



Abb. 19c

Situation nach direktem Aufbau

Nach adhäsiver Eingliederung der Glasfaserstifte wurden die koronal exponierten Stiftanteile mit einem niedrig-viskosen Komposit überzogen und anschließend mit einem hochgefüllten Komposit aufgebaut. Durch die gute Zugänglichkeit können in diesem Bereich rein Licht härtende Komposite verwendet werden.



Abb. 19d

Situation nach Eingliederung glaskeramischer Kronen (Zahntechnik: ZT Oliver Brix, Wiesbaden)

Die vier glaskeramischen Kronen wurden mit einem dual-härtenden Befestigungskomposit adhäsiv eingegliedert. Die Kompositanteile der Aufbauten wurden vor der adhäsiven Eingliederung der Kronen aufgeraut und silanisiert.





Abb. 19e  
Durchlichtaufnahme der vier Frontzahnkronen

Die hohe Transluzenz der glaskeramischen Kronen und der verwendeten Aufbaumaterialien konnte eine sehr natürliche Lichtleitung erreicht werden, die von natürlichen Zähnen kaum zu unterscheiden ist.

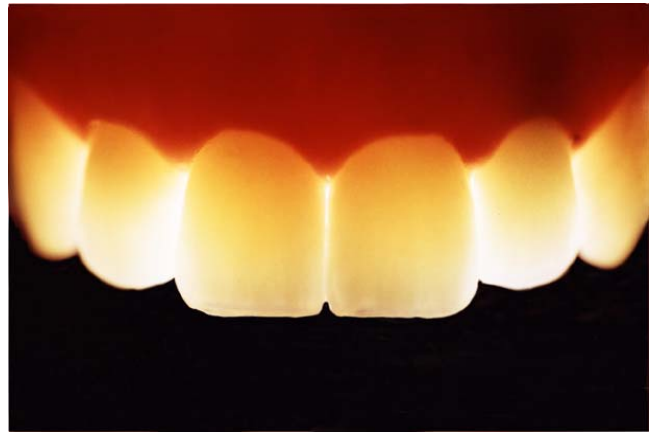


Abb. 20a

Vorgehen bei einem direkten Aufbau aus Komposit

Wenn der Stift, wie in der Skizze dargestellt, aus dem Kompositaufbau herausragt können sich zwei Nachteile ergeben:

Zum einen tritt die Innenseite der glaskeramischen Krone punktuell in direkten Kontakt mit den Glasfaser. Dies hat bei Belastung unerwünschte Spannungskonzentrationen innerhalb des Stiftes wie auch innerhalb der Krone zur Folge.

Zum zweiten wird durch die freiliegenden Glasfasern der Kapillareffekt verstärkt. Dadurch wird der schnellere Eintritt von Flüssigkeiten in das Stiftmaterial ermöglicht. Dies beschleunigt die hydrolytische Degradation faserverstärkter Komposits (Lassila et al. 2004).

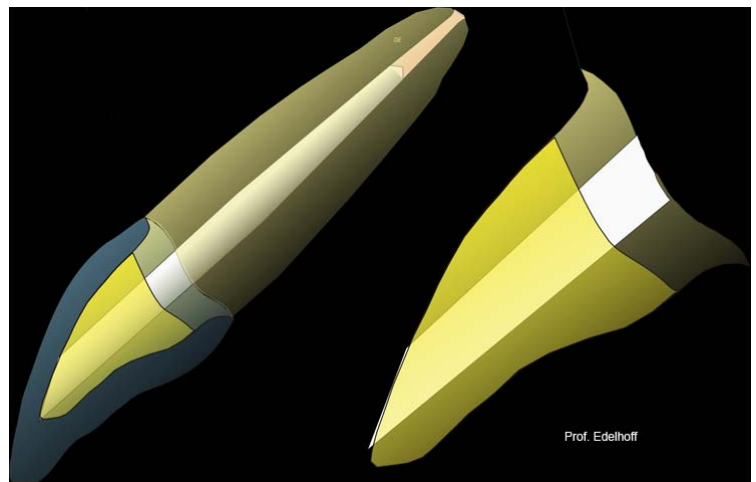
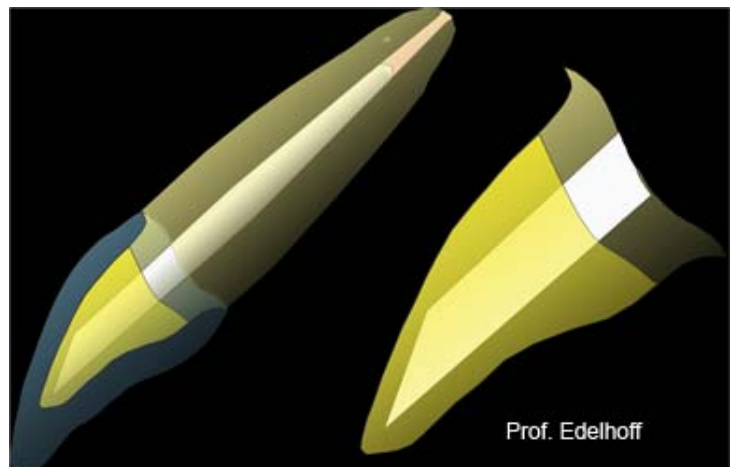


Abb. 20b

Vorgehen bei einem direkten Aufbau aus Komposit

Diese Problematik kann dadurch umgangen werden, dass der gesamte Stift durch das plastische Aufbaumaterial ummantelt wird. Zu diesem Zweck können niedrigvisköse Komposite eingesetzt werden, die nach Silanisierung der Glasfaseranteile einen guten Verbund erzielen.



# Fallbeispiel

## Indirektes Verfahren

Abb. 21a

### Ausgangssituation

Patient mit erheblich verfärbter Kunststoffmantelkrone an Zahn 11. Nach Entfernung der bestehenden Krone zeigte sich eine umfangreiche Sekundärkaries, die infolge der Randundichtigkeit der Krone entstanden war. Aufgrund des hohen Destruktionsgrades wurde das indirekte Verfahren zur Herstellung eines keramischen Aufbaus gewählt.



Abb. 21b

### Indirekt hergestellter Aufbau

Der glaskeramische Aufbau aus Lithium-Disilikat-Pressglaskeramik ist separat vom Glasfaserstift durch einen Zahntechniker angefertigt worden. Der Aufbau bleibt bis zur adhäsiven Befestigung von dem Glasfaserstift getrennt.

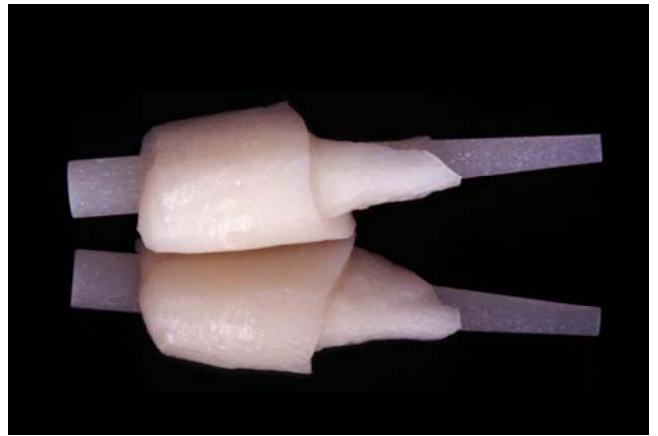


Abb. 21c

### Einprobe

Nach der erfolgreichen Einprobe wurde der glaskeramische Aufbau im Kontaktbereich mit dem Stift angeätzt (Fluorwasserstoff-Säure) und anschließend silanisiert. Der unbeschichtete Stift wurde mit reduziertem Druck (1 bar) mit dem Rocatec-System abgestrahlt (Silikatisierung). Anschließend wurden sowohl der angeätzte Keramikaufbau als auch der silikatisierte Stift silanisiert.



Abb. 21d

### Situation nach adhäsiver Befestigung des indirekt hergestellten Aufbaus

Durch die adhäsive Eingliederung sind beide Anteile des zuvor geteilten Stiftaufbaus zu einer funktionellen Einheit zusammengefügt worden. Anschließend erfolgte ein Nachfinieren der Präparation und die Abformung für die Krone.

Abb. 21d

### Situation nach adhäsiver Befestigung des indirekten Aufbaus

Durch die Materialauswahl und den adhäsiven Verbund wurde ein stabiler zahnfarbener Aufbau geschaffen, der hervorragende mechanische und optische Eigenschaften aufweist.



Abb. 21e

Situation nach adhäsiver Befestigung einer glaskeramischen Krone (Zahntechnik: ZT Andreas Rübben, Universitätsklinikum der RWTH Aachen)

Nach adhäsiver Eingliederung einer glaskeramischen Krone mit einem Gerüst aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik ist ein harmonisches Erscheinungsbild zum natürlichen Nachbarzahn 21 entstanden. Das umgebende Zahnfleisch erscheint in einem entzündungsfreien Zustand ohne dunkle Verfärbung.



Abb. 21f

Durchlichtaufnahme des restaurierten Zahnes 11

Dank des konsequenten Einsatzes transluzenter Restaurationsmaterialien ist die Lichttransmission vergleichbar mit der des natürlichen Nachbarzahnes 21. Das umgebende Weichgewebe wird mit Licht durchflutet. Dies ist die Ursache für das natürliche Erscheinungsbild ohne dunkle Abschattungen, wie sie bei metallunterstützten Systemen häufig zu beobachten sind.



Abb. 22a

Stift-Reparatursystem auf Basis faserverstärktem Komposit

Auch im Bereich der Reparatur von frakturierten Stiften aller Art wird mittlerweile eine Variante mit einem Aufbau aus glasfaserverstärktem Komposit angeboten.



Abb. 22 b und c

Der adhäsiv einzugliedernde Aufbau des Reparatursystems ist aus glasfaserverstärktem Komposit in Form eines Hohlzylinders gefertigt und kann dadurch um den noch im Wurzelkanal befindlichen frakturierten Stift inseriert werden.



Abb. 22 d

Endodontisch behandelter, mit Krone versorgter Zahn 21 nach Stiftfraktur des Metallstiftes und Totalluxation der Krone mit Aufbau und Stiftanteilen.



Abb. 22 e

Nach röntgenologischer Kontrolle wurde der im Wurzelkanal verbliebene frakturierte Stiftanteil mit einem Trepanbohrer umbohrt. Die Bohrung sollte intermittierend unter Wasserkühlung bei einer Drehzahl zwischen 500 und 1000 U/min durchgeführt werden.

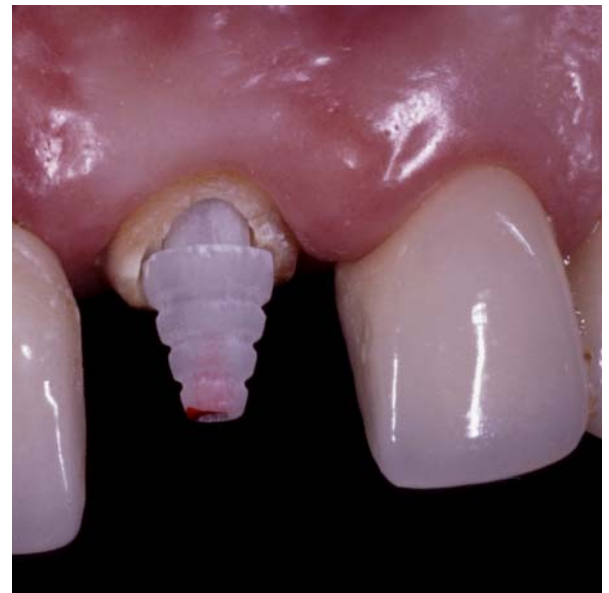


Abb. 22 f

Einprobe des Hohlzylinders  
Nach adhäsiver Befestigung des hohlzylindrischen Aufbaus konnte die Anpassung an die noch vorhandene Krone erfolgen. Diese konnte in der gleichen Sitzung unter Einsatz der Adhäsivtechnik dauerhaft wiederbefestigt werden.



# Literatur

- Arvidson K, Wróblewski R. Migration of metallic ions from screwposts into dentin and surrounding tissues. *Scand J Dent Res* 1978;86:200-205.
- Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent.* 2006;95(3):218-23.
- Balbosh A, Ludwig K, Kern M. Comparison of titanium dowel retention using four different luting agents. *J Prosthet Dent.* 2005;94(3):227-33
- Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J* 2006;39(10):809-18.,
- Boschian Pest L, Guidotti S, Pietrabissa R, Gagliani M. Stress distribution in a post-restored tooth using the three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil* 2006;33:690-7.
- Braga NM, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. *J Oral Sci.* 2006;48(1):15-20.
- Chieffi N, Sadek F, Monticelli F, Goracci C, Grandini S, Davidson C, Tay FR, Ferrari M. Effect of dentin adhesives used as sealers and provisional cementation on bond strength of a resin cement to dentin. *Am J Dent* 2006;19(2):91-5.
- Creugers NH, Mentink AG, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont.* 2005;18(1):34-9
- Dietschi D, Ardu S, Rossier-Gerber A, Krejci I. Adaptation of adhesive post and cores to dentin after in vitro occlusal loading: evaluation of post material influence. *J Adhes Dent.* 2006 Dec;8(6):409-19.
- Edelhoff D, Weber M, Spiekermann H, Marx R. PVD-Beschichtung für verbesserte Retention glasfaserverstärkter Wurzelkanalstifte. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006;116(10):992-9
- Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NHJ. 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
- Gesi A, Magnolfi S, Goracci C, Ferrari M. Comparison of two techniques for removing fiber posts. *J Endod.* 2003;29(9):580-2.
- Goodacre CJ, Spolnik KJ: The prosthodontic management of endodontically treated teeth: A literature review. Part II. Maintaining the apical seal. *J Prosthodont* 1995;4:51-53.
- Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: Three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater* 2005;21(5):75-82.
- Holm-Pedersen P, Lang NP, Müller F. What are the longevities of teeth and oral implants? *Clin Oral Impl Res* 2007;18(Suppl 3):15-19.
- Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004;20(1):29-36.
- Magni E, Mazzitelli C, Papacchini F, Radovic I, Goracci C, Coniglio I, Ferrari M. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: a microtensile bond strength test and an SEM investigation following different treatments of the post surface. *J Adhes Dent.* 2007;9(2):195-202.
- Morgano S. M., Brackett S. E.: Foundation restorations in fixed prosthodontics: Current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent* 1999;82:643-657.
- Muniz L, Mathias P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *Oper Dent.* 2005;30(4):533-9.
- Nergiz I, Schmage P, Platzer U, McMullan-Vogel CG. Effect of different surface textures on retentive strength of tapered posts. *J Prosthet Dent* 1997;78(5):451-7.
- Patyk A, Friedrich M, Attin T. Untersuchungen des Lichttransfers von Glasfaserstiften und der daraus resultierenden Polymerisation des Befestigungskomposits. *Dtsch Zahnärztl Z.* 2005;60(5):253-7.
- Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22:752-8.
- Pereira JR, de Ornelas F, Conti PC, do Valle AL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *J Prosthet Dent* 2006;95:50-4.
- Perez BE, Barbosa SH, Melo RM, Zamboni SC, Ozcan M, Valandro LF, Bottino MA. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? *Int J Prosthodont.* 2006 Nov-Dec;19(6):606-9.
- Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy – a review. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:105-108.
- Schmitter M, Huy C, Ohlmann B, Gabbert O, Gilde H, Rammelsberg P. Fracture resistance of upper and lower incisors restored with glass fiber reinforced posts. *J Endod* 2006;32:328-30.
- Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):369-76.).
- Vichi A, Grandini S, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mat* 2002;18:495-502.
- Watzke R, Naumann M. Homogeneity of the cement-interface of adhesive luting materials and glass fiber posts. *IADR Meeting June 28<sup>th</sup> –July 1<sup>st</sup> 2006, Brisbane, Australia, IADR Abstract # 066*
- Wrbas KT, Kampe MT, Schirrmeister JF, Altenburger MJ, Hellwig E. Tooth-coloured adhesive inserted fiber posts are used to restore endodontically treated teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2006;116(1):18-24.).
- Wu MK, Pehlivan Y, Kontakiotis EG, Wesslink PR. Microleakage along apical root fillings and cemented posts. *J Prosthet Dent* 1998;79:264-269