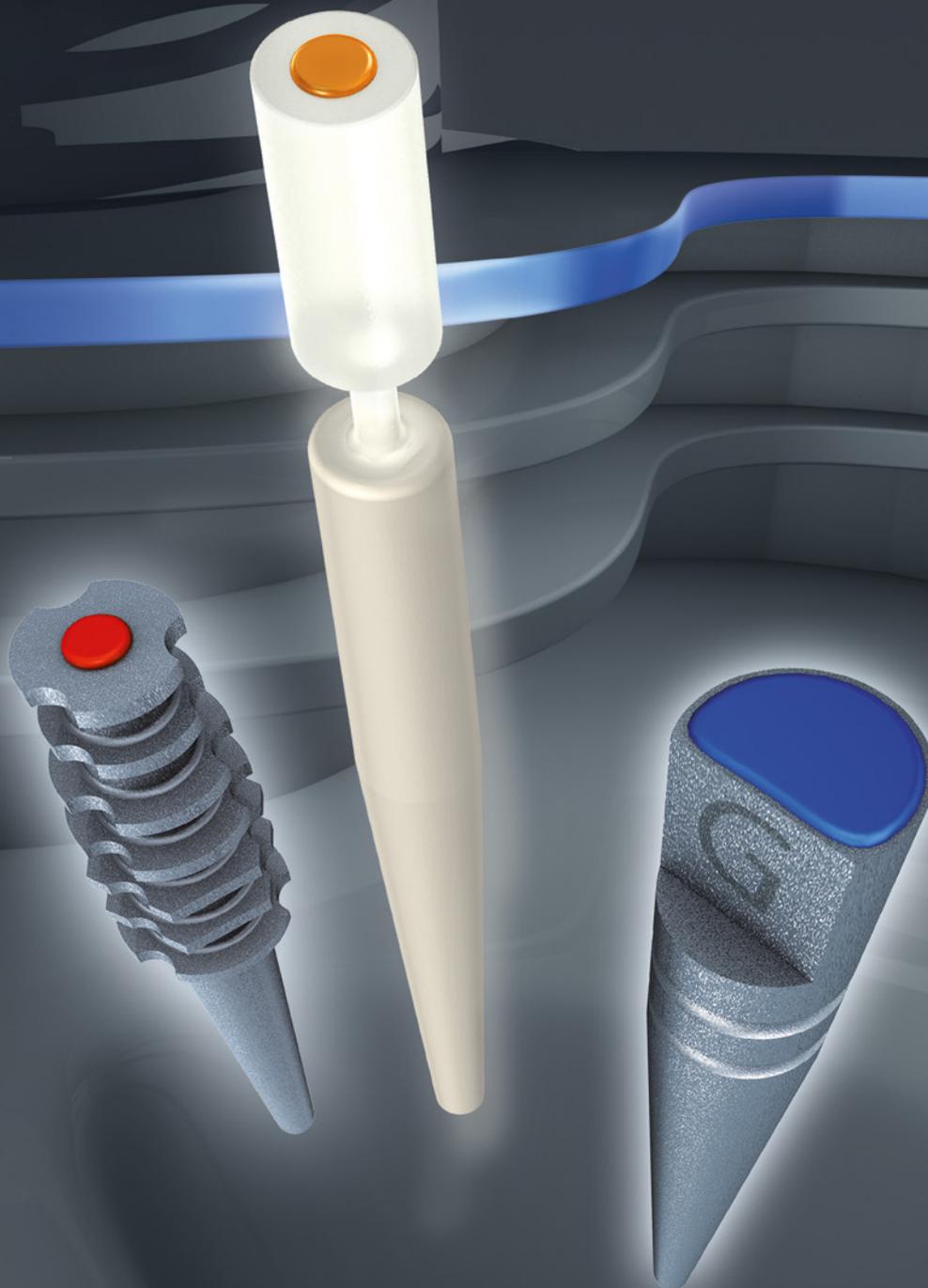




ER System

Erlanger Wurzelstift-Aufbausystem

Prof. Dr. I. Nergiz
Prof. Dr. P. Schmage
Universität Hamburg

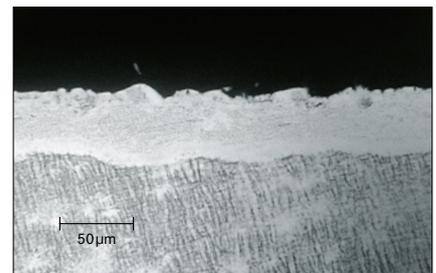


Historie:

Das ER Wurzelstiftsystem wurde von Prof. Hofmann 1985 entwickelt.

Er bekleidete den Lehrstuhl für Zahnärztliche Prothetik an der Universität Erlangen - daher heißt das System ER System.

Zementfuge zwischen sandgestrahltem Wurzelstift (dunkel) und angerauter Wurzelkanalwand (hell)



Hinweis: Medizin und Zahnmedizin sind in ständiger Entwicklung begriffen. Der Fortschritt der Wissenschaft führt permanent zu neuen Erkenntnissen. Zwar verwendeten Autoren und Herausgeber größte Mühe darauf, dass der Inhalt dieses Werkes dem Wissensstand bei der Abfassung entspricht, Änderungen sind jedoch grundsätzlich möglich. Die Entscheidung für eine bestimmte Therapie liegt letztlich in der Verantwortung des behandelnden Arztes bzw. Zahnarztes.

Brasseler®, Komēt®, Art2®, CeraBur®, CeraCut®, CeraDrill®, CeraPost®, DC1®, DIAO®, FastFile®, F360®, F6 SkyTaper®, H4MC®, OccluShaper®, OptiPost®, PolyBur®, PrepMarker®, Procodile®, Procodile Q®, R6 ReziFlow® und SHAX® sind eingetragene Marken der Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG.

ReFlex® und EndoPilot® sind eingetragene Marken der Schlumbohm GmbH & Co. KG

Die im Text genannten Produkte und Bezeichnungen sind zum Teil marken-, patent- und urheberrechtlich geschützt. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises bzw. des Zeichens ® darf nicht geschlossen werden, dass kein rechtlicher Schutz besteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung auch von Teilen daraus, sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Produkt- und Farbänderungen sowie Druckfehler vorbehalten.

Stand: 2022-04

Verfasser:

Prof. Dr. I. Nergiz, Prof. Dr. P. Schmage
Korrespondenzadresse:
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
und Präventive Zahnheilkunde
Martinistraße 52 · 20246 Hamburg

Komet Dental Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme:

Nergiz, Ibrahim/Schmage, Petra/
Gebr. Brasseler: Komēt – ER System:
Erlanger Wurzelstift-Aufbausystem.

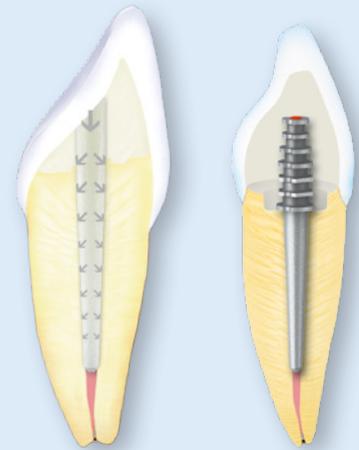
ISBN 978-3-920560-99-1

Verlag: Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH

Herausgeber:

© Komet Dental
Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG
Postfach 160 · 32631 Lemgo
Trophagener Weg 25 · 32657 Lemgo

Tel. +49(0)5261701-0
Fax +49(0)5261701-289
info@kometdental.de



Warum ER Wurzelstifte?

Vorteile eines konisch, passiven Systems

■ wurzelkongruente Form

Die Analogie des Stiftes zur Zahnwurzel verringert das Perforationsrisiko bei der Präparation und erfüllt die Forderung nach Minimalinvasivität. Die Wurzelkanalaufbereitung bewirkt eine konische Form, so dass ein konischer Stift eine wandständige Passung erzielen kann, ohne zusätzlich die Wurzel durch die Stiftpräparation zu schwächen. Eine konische Stiftform ermöglicht durch einen guten Zementabfluss homogene, 30–50 µm dünne Zementfugen.

[Lit.: 11, 12, 25, 30, 38, 39, 63, 92]

■ wandständige Passung

Im Gegensatz zu geschraubten Ankern treten keine Spannungsspitzen auf und die Gefahr von Längsfrakturen durch Ermüdung der Wurzel ist reduziert.

Die Formkongruenz zwischen Präparationsinstrument und Wurzelstift gewährleistet optimale Passung und somit die Friktion des Stiftes bereits ohne Composite oder Zement. [Lit.: 12, 24, 30, 45, 63, 79, 82]

■ gute Retention

Der Steigungswinkel der konischen Stifte beträgt 2,1°, demzufolge ist die Retention aufgrund der Friktion annähernd paralleler Wände gewährleistet. [Lit.: 20, 24].

Die Wirksamkeit mikrostrukturierter Oberflächen hinsichtlich der Stifthaftung wurde für ER-Stifte aus Titan belegt: allein durch Sandstrahlung des Stiftes und Anrauhung der Wurzelkanalwand mit dem diamantierten Aufrauinstrument 196D wurde die Haftfestigkeit gegenüber glatten Stiften und nicht angerauten Dentin verdoppelt! [Lit.: 26, 46, 47, 49, 57, 80]. Auch bei adhäsiver Zementierung besteht eine kombiniert

mechanische und chemische Haftung des Composites. Das Befestigungsmaterial füllt die Unterschnitte und muss zur Entfernung des Stiftes zertrümmert werden. [Lit.: 34, 63, 76] Studien weisen nach, dass die ER Stifte Abzugskräften in klinisch relevanten Größen widerstehen. [Lit.: 38, 43, 46, 47, 48, 49, 59, 83, 92]

Eine Oberflächenkonditionierung der Stifte mittels Silikatisierung und Silanisierung kann die Retention weiter steigern. Eine Polymerbeschichtung im Sinne einer tribochemischen Konditionierung wird für die glasfaserverstärkten Compositestifte DentinPost Coated angeboten.

[Lit.: 14, 37, 50, 62, 64, 71]

■ gleichmäßige Verteilung der Kaukräfte

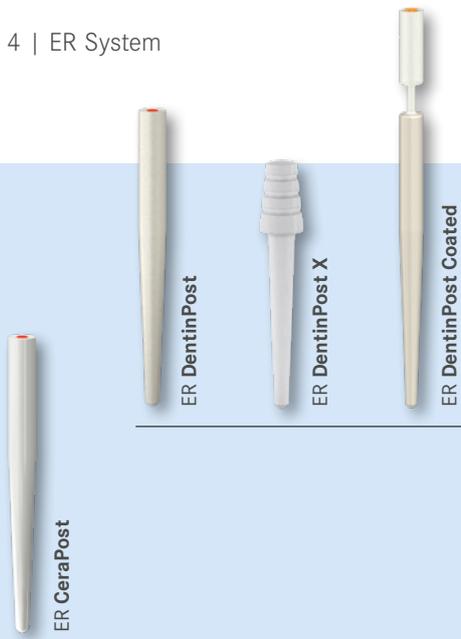
Die einwirkenden Kaukräfte werden gleichmäßig verteilt auf eine größtmögliche Zahnwurzeloberfläche weitergeleitet. Das Stiftbett soll so präpariert werden, dass der Aufbau oder Stiftkopf am Boden des Retentionskastens zirkulär aufliegt. Ansonsten führen konische Stifte zu einer Keilwirkung. Diese klassische Anforderung behält auch bei adhäsiver Stiftbefestigung ihre Berechtigung, da der adhäsive Verbund sonst zusätzlich belastet wird.

[Lit.: 10, 39, 65, 68, 76, 79, 82]

■ Wahl des Stiftmaterials

In identischer Form stehen Titan, Gusslegierungen, faserverstärktes Composite und Zirkonoxidkeramik als Stift zur Verfügung und können abgestimmt auf die individuelle Indikation gewählt werden.

[Lit.: 11, 15, 41, 59, 60, 62, 75, 87]



glasfaserverstärktes Composite
transluzent und röntgenopak
• mit Polymerbeschichtung

Zirkonoxidkeramik

■ **direkter Compositeaufbau**

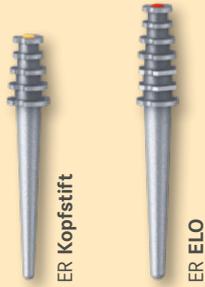
Fixierung mittels Adhäsivtechnik am Schaft oder Retentionskopf

■ **Keramikaufbau**

im zahntechnischen Labor gefertigt

■ **direkter Compositeaufbau**

Fixierung mittels Adhäsivtechnik



Titanstifte mit Retentionskopf
Kopfstift mit normalem bzw.
ELO Stift mit langem Retentionskopf (für
große Kronenhöhen)
• mit sandgestrahlter Oberfläche
(Rauigkeit R_a ca. $12\mu m$)

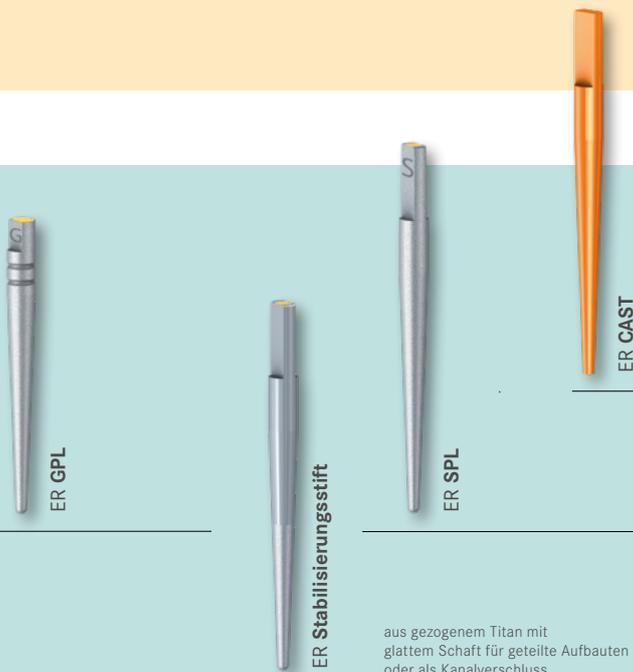
■ **direkter Compositeaufbau**

auf konfektioniertem Titanstift
mit normalem oder langem Kopf



Stiftart

Aufbau



aus gezogenem Titan mit
glattem Schaft für geteilte Aufbauten
oder als Kanalverschluss

■ **Einstückguss**

Direkte intraorale Modellation des Aufbaus auf einem
ausbrennbaren CAST-Stift und Guss im zahntechni-
schen Labor oder indirekte Modellation und Guss
im zahntechnischen Labor nach Abformung

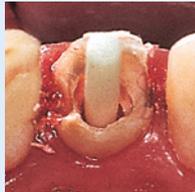
■ **Anguss**

Direkte/indirekte Modellation des Aufbaus
auf einem GPL- oder SPL-Stift und Anguss im
zahntechnischen Labor direkt auf den Stift

■ **geteilter Aufbau**

Direkte Modellation des Aufbaus um einen oder
mehrere Titanstifte (Stabilisierungsstifte) und Guss
des Aufbauteils im zahntechnischen Labor. Die
Stifte werden anschließend in den Aufbau eingefügt





- bei mittelgradigen Defekten mit notwendiger Stiftversorgung
- bei ausgedehnten koronalen Defekten > DentinPost X
[Lit.: 65]
- zahnfarbener Stiftaufbau bei ästhetischer Restauration
[Lit.: 8, 27, 28, 40, 42, 52, 55, 59, 73, 93]
- metallfreie Restauration



- koronale Restzahnschubstanz nicht ausreichend, Stiftversorgung notwendig
[Lit.: 11, 19, 38, 44, 45, 77]

Indikation

nach Defektausdehnung und prothetischer Gesamtplanung

(Defektbeurteilung in % Zerstörungen der koronalen Substanz bukkal-oral horizontal und vertikal sowie abzüglich der Kronenpräparation, d. h. koronal verbleibender Zahnschubstanz mit Dentinkern)



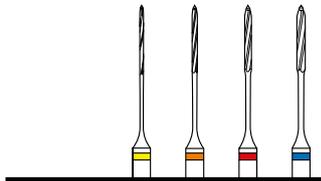
- Indikation für konfektionierte Stifte mit direktem Aufbau überschritten, gegossener Aufbau notwendig
[Lit.: 21, 23, 30, 53, 83, 88]
 - ausgedehnte koronale Zahnschubstanzdefekte
 - Wurzelkanalanatomie
 - zu erwartende hohe Belastung durch Prothetik
 - Frakturgefahr in der Furkation
 - Kombination mehrerer Stifte in mehrwurzeligen Zähnen möglich
 - Torsionsschutz wichtig
- gleiche Legierung von Stiftaufbau und Krone möglich
[Lit.: 3, 4, 5, 81, 85]



■ **Pilotbohrer 183LB**

zur Entfernung der Wurzelfüllung aus dem Kanal.

Wahl eines der vier Durchmesser:
 gelb = ISO 050
 orange = ISO 070
 rot = ISO 090
 blau = ISO 110
 entsprechend der Masterfeile



183LB.204. 050 070 090 110

☞ opt. 1000 – 5000 min⁻¹

Pilotbohrer 183LB



Planschleifer 120D



■ **Planschleifer 120D**

diamantiert, für alle Stiftdurchmesser, zum Planieren des Kavitätenbodens bzw. Ausformen des Retentionskastens für eine flächige Auflage des Stiftkopfes.



120D.204. 030

☞ opt. 2000 min⁻¹

4480 | Behandlungsständer und Aufbewahrungsbox (ohne Instrumentarium)

4234A | Behandlungsständer und Aufbewahrungsbox (ohne Instrumentarium)

4233A | Behandlungsständer und Aufbewahrungsbox (ohne Instrumentarium)



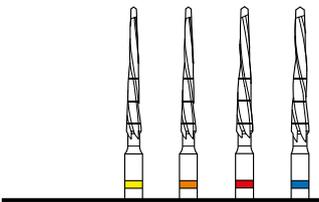


... universell für alle Stiftarten des ER Systems

■ Erweiterer 196/196L

in vier Durchmessern und zwei Längen zur maschinellen Wurzelkanalerweiterung und Präparation des Stiftbettes.

Der lange Schaft mit Tiefenmarkierung auf 9, 12 und 15 mm ermöglicht den Zugang zum Wurzelkanal auch bei großer Kronenhöhe.



196.204.* 050 070 090 110
196L.204. 050 070 090 110

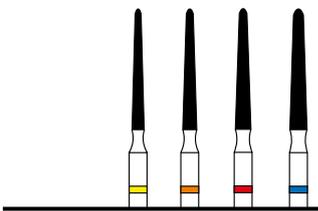
opt. 1000 – 2000 min⁻¹

*auch mit Handgriff 644 erhältlich

■ diamantiertes Aufrauinstrument 196D

in vier Durchmessern (formkongruent zu den Erweiterern).

Es wird nach Beendigung der Präparation durch 2-3-malige manuelle Rotation zur Erhöhung der Zementretention eingesetzt.



196D.644. 050 070 090 110



■ Tiefenlehren

für die Längen der konfektionierten Stifte: 9, 12, 15 mm sowie individuell einstellbar



45L ... 9 12 15

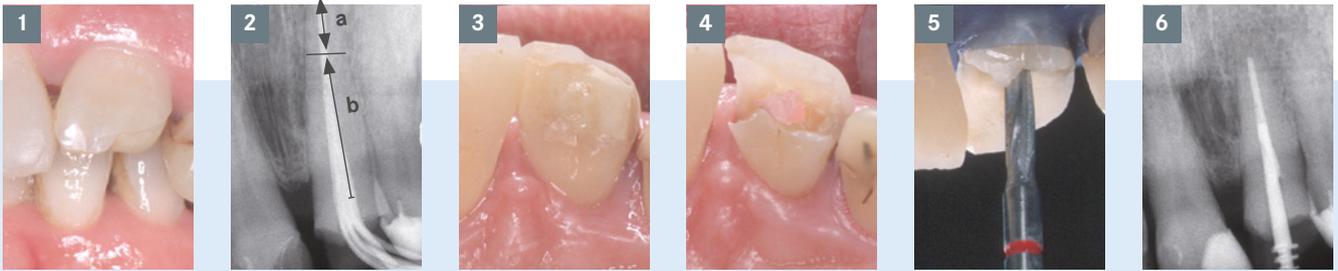
für Stifte mit Retentionskopf

74L ... 12

individuelle Einstellung



4616 | Instrumententray und Sterilcontainer (ohne Instrumentarium)



a) Rest WF = 4mm
 b) Distanz Pulpakammerboden
 bis Rest WF = Stiftlänge 10 mm

ER DentinPost Coated

1] Indikationsstellung nach Defektübersicht, Röntgenbild und prothetischer Planung: Ist ein Stift notwendig? Wenn ja, konfektioniert oder individuell, aus Metall oder zahnfarbenem Material? [Lit. 38, 45, 56, 62, 77]

2] Stiftauswahl:

Zahn 21 ist endodontisch behandelt und die distale Inzisalkante ist frakturiert. [Abb. 1 bis 3]

Im Rahmen der Vorbehandlung zur implantat-prothetischen Restauration des Oberkiefers soll der Zahn vor Überkronung mit einem Stift versorgt werden. Die Defektausdehnung nach Entfernung der provisorischen Füllung stellt sich moderat dar [Abb. 4], so dass diskutiert werden könnte, ob eine Stiftversorgung erforderlich ist. Angesichts der dünnen labialen Schmelzschicht, die bei der Kronenpräparation wegfallen wird, entscheiden wir uns für eine Stiftversorgung mit einem FRC-Schaftstift. Die Stabilität

des FRC-Stiftes erscheint für eine Einzelkronenversorgung eines Frontzahns mit ausreichend Restzahnschubstanz ausreichend und bietet zudem ästhetische Vorteile. [Lit. 11, 35, 40, 62]

Die Zahnreihe wird im 2. Quadranten mit Implantaten aufgebaut, so dass die Belastung auf den Stift dann wieder einer geschlossenen Zahnreihe entspricht. [Abb. 22]

3] Stiftbettpräparation:

Die Wurzeldimension erlaubt eine Revision der Wurzelfüllung auf 10 mm Länge, so dass eine apikale Restwurzelfüllung von mindestens 4 mm verbleibt. Die Distanz zwischen Kavitätenboden und apikal verbleibender Wurzelfüllung kann individuell gewählt werden, muss aber die Anforderung erfüllen, dass die Stiftlänge mindestens der Kronenhöhe entspricht und kein ungünstiger Hebelarm entsteht. Die Revision wird mit dem Pilotbohrer 183LB im Wechsel mit manuellen Hedströmfeilen durchgeführt. Der Pilotbohrer wird auf die Masterfeile und den geplanten Durchmesser abgestimmt. Hier Größe 090. Erst wenn der Kanal auf die gewünschte Stiftlänge revidiert ist, erfolgt die Präparation des Stiftbetts mit dem Erweiterer 196 zunächst auf Stiftgröße 090. [Abb. 5]

Die geplante Tiefe ist mittels individueller Aufsteckhülse voreinstellbar, außerdem hilft die Tiefenmarkierung am Instrument. Zwischen Erweiterer und Wurzelstift besteht Formkongruenz, zudem wird eine Zementfuge von 30 µm berücksichtigt. [Abb. 7]

[Lit.: 20, 23, 63]

Mit einem Titanwurzelstift als Röntgenmessobjekt wird ein Kontrollröntgenbild zum Sitz des Stiftes erstellt [Abb. 6].



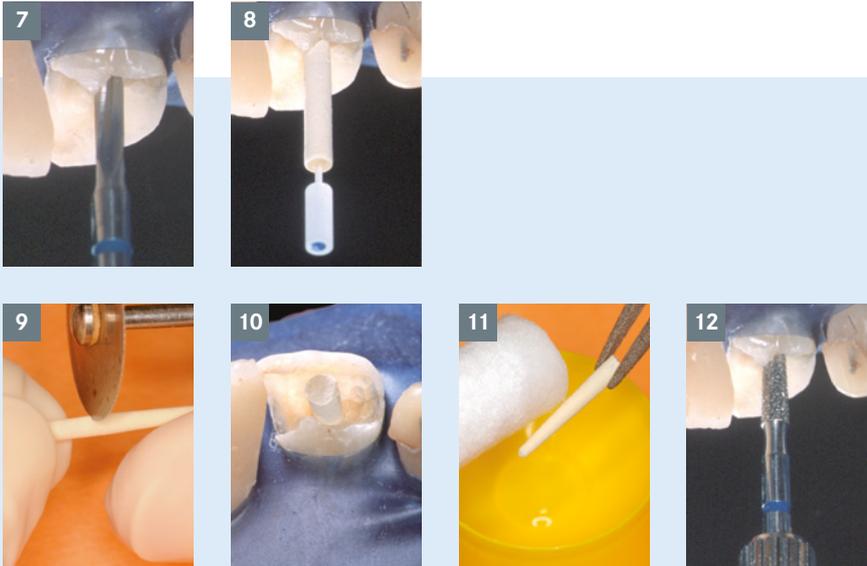
• **koronal teilzerstörte Zähne**
 Aufbau mit plastischem Material
 Zerstörungsgrad 10 - 70%,
 Wurzelstift indiziert



● **183LB.204.090**



● **196.204.090**



4] Wahl des Stiftdurchmessers:

Der Stiftdurchmesser ist von der vorgegebenen Wurzelkanalaufbereitung vor der Wurzelfüllung, dem Wurzelradius und der Zahnart (Inzisivus, Prämolare, Molare) abhängig. Der Stift soll an der Wurzelkanalwand ohne verbliebene Wurzelfüllungsreste zirkulär vollständig anliegen. Der Stiftdurchmesser soll nicht überdimensioniert werden und maximal der Hälfte des Wurzelradius entsprechen [Lit. 10, 38, 76, 78, 84]. Die Stifte stehen in vier Durchmessern zur Verfügung, so dass sie nach der Aufbereitung auf die ISO-Größen 50, 70, 90 und 110 angewendet werden können. Hier wurde mit Größe 90 begonnen, weil dies der Masterfeile entspricht.

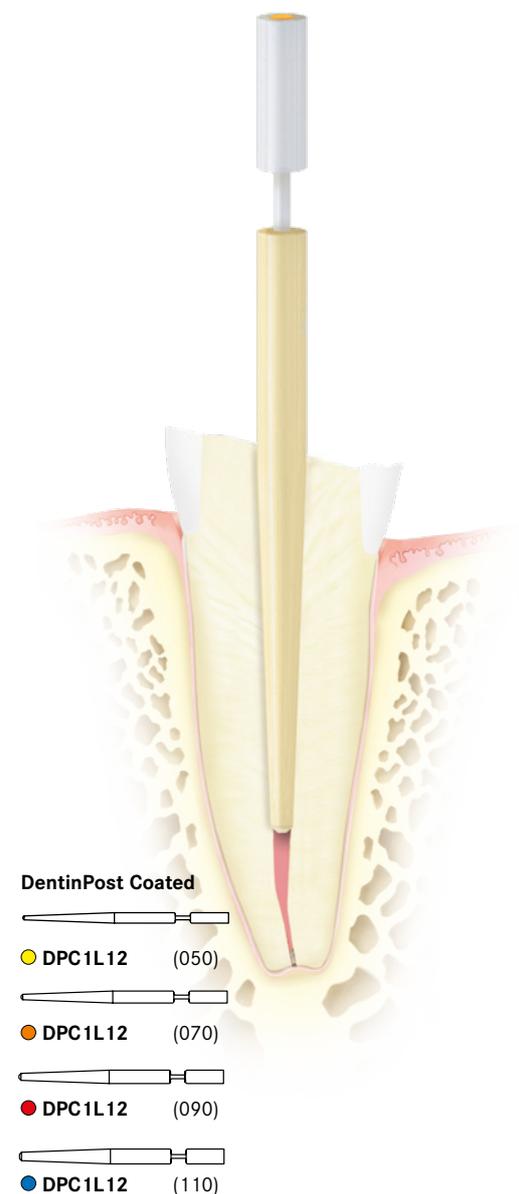
Um eine wandständige, friktive Passung des konfektionierten Stiftes zu erzielen, wird das Stiftbett weiter auf Größe 110 aufbereitet. [Abb. 7] [Lit. 69]

Alle Dentinoberflächen koronal und radikal müssen sorgfältig von Resten des Sealers, der Wurzelfüllung und früheren Aufbauten gereinigt werden, um eine optimale Haftung und einen homogenen Stiftstumpf-Aufbau zu erzielen.

5] Anpassen des DentinPost Coated:

Der beschichtete DentinPost Coated wurde gewählt, weil er bereits über eine Oberflächenconditionierung verfügt. [Lit. 14, 64] Der Stift wird angepasst [Abb. 8] und extraoral auf die benötigte Länge eingekürzt [Abb. 9/10] [Lit. 62]. Dabei ist zu beachten, dass der Schaft so gekürzt wird, dass der Anschlag nach Präparation des Aufbaus noch vom Aufbau-Composite überdeckt wird.

Vor der Insertion wird die Stiftoberfläche durch Abwischen mit Alkohol gereinigt und entfettet [Abb. 11]. Der präparierte Wurzelkanal wird ebenfalls direkt vor der Stiftinsertion durch 5-malige manuelle Rotation mit dem diamantierten Aufrauinstrument mechanisch angeraut [Abb. 12]. Danach wird der Kanal gespült und getrocknet. Durch das Anrauen wird die Haftfestigkeit des Befestigungscomposites durch Kombination der chemischen Haftung mit einer mechanischen Komponente gesteigert. [Lit. 47, 48, 68, 70, 74]





6] Insertion des DentinPost Coated:

Schaftstifte werden immer mit Composite eingesetzt, um durch chemischen Haftverbund bei einwirkenden Kräften die Keilwirkung zu kompensieren. Der DentinPost Coated wird in Kombination mit dem Befestigungs- und Aufbaucomposite DentinBuild Evo und DentinBond Evo angeboten. Gegenüber dem Vorgänger DentinBuild und DentinBond entfällt die Konditionierung mit Ätzel. Diese Falldokumentation wurde noch mit DentinBuild und DentinBond durchgeführt. Beiden Generationen DentinBuild und DentinBuild Evo ist gemeinsam, dass sie als fließfähige, dualhärtende Composite erlauben, den Stift in einem Schritt einzukleben und den Aufbau koronal zu ergänzen. Dadurch wird die Idee des Monoblocks umgesetzt [Lit. 16, 17, 36].

Eine erneute koronale Konditionierung, um einen Verbund zwischen Aufbau- und Befestigungscomposite herzustellen, entfällt. Die Verarbeitung des Befestigungs- und Aufbaucomposites unter Kofferdam ist obligat. Zur Verarbeitung des DentinBuild (1. Generation) mit DentinBond (1. Generation) wurde der Wurzelkanal und das koronale Dentin mit 37%iger Phosphorsäure 20 Sek. lang konditioniert [Abb. 13]. Danach wurde der Kanal mit Wasser intensiv gespült und mit leichtem Luftstrom sowie mit Papier spitzen getrocknet, aber Übertrocknen vermieden [Abb. 14 und 15].

Im nächsten Schritt wurde DentinBond Primer/Adhäsiv in den Wurzelkanal sowie auf das koronale Dentin innerhalb von 10 Sek. in zwei Schichten einmassiert [Abb. 16]. Überschüsse wurden im Luftstrom verpustet bzw. aus dem Kanal mittels Papier spitzen abgesaugt. Danach erfolgte die Lichthärtung für 10 Sek. In der Tiefe des Kanals erhärtete das DentinBond dual. Für DentinBond Evo (2. Generation) beginnt die Behandlung des Dentins direkt mit der Applikation des selbstätzenden Adhäsivs. (analog zu Abb. 16).

Die Composite DentinBuild und DentinBuild Evo werden aus der Minimix-Spritze appliziert. Dort wird das Composite in einer Mischkanüle automatisch 1:1 vermischt, so dass Fehler durch Anmischen per Hand verhindert werden. [Abb. 17]

Dann wird der DentinPost Coated in dem Composite gewälzt. Das Composite nicht mit einem Lentulo in den Kanal füllen, weil die Menge zu groß wäre, die wieder herausfließen muss und Druck zum Herauspressen aufgebaut wird. [Abb. 18]. Stattdessen wird der mit Composite beschichtete Stift mit geringem Druck und unter leicht drehender Bewegung in den Wurzelkanal in der endgültigen Position eingesetzt und während der Lichthärtung für 10 Sek. fixiert. Die Dualhärtung in der Tiefe des Kanals ist nach ca. 4 Min. abgeschlossen. [Lit. 51, 71]



7] Stumpfaufbau und Präparation:

Der koronale Stumpfanteil wird direkt im Anschluss mit neu angemischtem DentinBuild bzw. DentinBuild Evo ergänzt [Abb. 18], wobei die Dispersionsschicht auf der Compositeoberfläche nicht entfernt wird. Nach Erhärten des Composite wird der Stumpf zur Aufnahme einer Krone präpariert [Abb. 19 und 20]. Die Glasfasern am koronalen Anschliff (nach Kürzung) sollen vom Aufbaucomposite überdeckt werden, um bei einer Undichtigkeit des Provisoriums eine Degradation des Stiftes entlang der Glasfasern zu vermeiden [Lit.: 33]. Der beim Einkürzen des Stiftes angeschliffene Stiftschaft muss vor dem Mundmilieu geschützt werden, indem er mit einer provisorischen Krone überdeckt wird [Abb. 21]. Die provisorische Versorgung sollte zeitnah endgültig restauriert werden, um ein Mikroleakage zum FRC-Stift durch den provisorischen Zement zu vermeiden [Abb. 22].

[Lit. 66, 90]



9973 DentinBond Evo
2x 5ml Flaschen

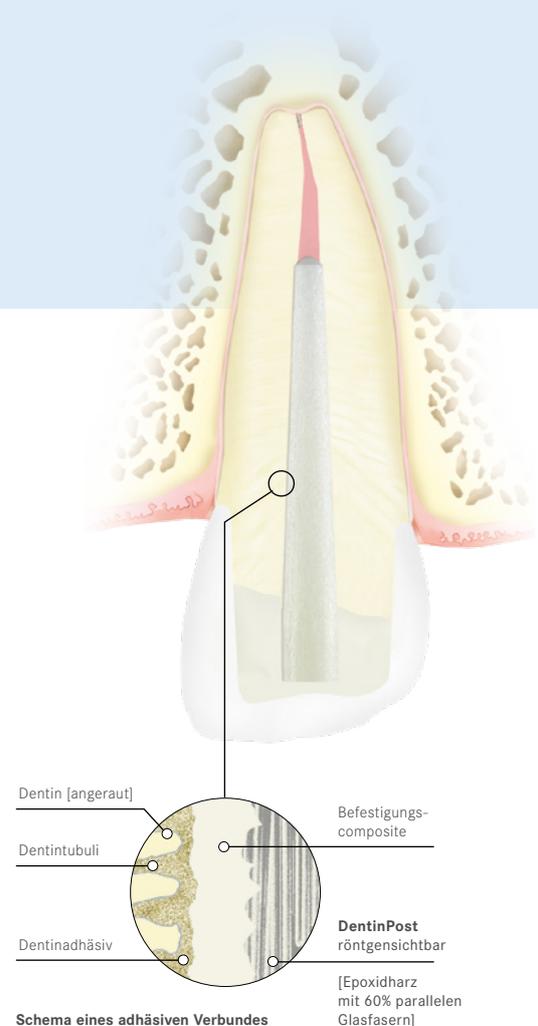
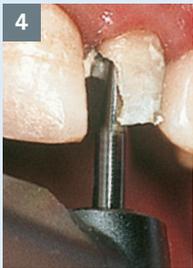
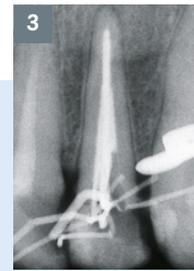


9972 DentinBond Evo
20x Single Mix Kapseln



9970 DentinBuild Evo A2
2x 5ml/9g Minimix-Spritzen

9971 DentinBuild Evo opak Weiß
2x 5ml/9g Minimix-Spritzen



ER DentinPost

1] Indikation: Neben dem DentinPost Coated werden herkömmliche FRC-Stifte, ER DentinPost, angeboten. Der DentinPost kann chairside individuell konditioniert werden, wobei auf die Kompatibilität mit dem gewählten Befestigungscomposite zu achten ist [Lit.: 72, 73]. Durch einen adhäsiven Verbund zwischen Dentin - Befestigungscomposite und konditioniertem Stift wird bakterielles Mikroleakage vermieden.

Stifte aus FRC können gegenüber solchen aus Titan unter folgenden Voraussetzungen gewählt werden:

1. Wenn die Ästhetik im Vordergrund steht (Frontzähne)
2. Die Zähne in geschlossenen Zahnreihen stehen (Einzelkronen)
3. Die prothetische Belastung durch Torsionskräfte begrenzt sind (kein Bruxismus, Anker weitspanniger Brücken / Kombi-Prothesen).

Konfektionierte Stifte bieten eine optimale Passung in runden Wurzelkanälen, die formkongruent präpariert werden können. Inkongruenzen zwischen Stiftbett / Wurzelkanal und Stift, z. B. bei ovalen Kanälen oder Flaring können durch ein Aufbaucomposite zur Stiftbefestigung ausgeglichen werden, erreichen aber nicht die Haftkräfte wie optimale Passung [Lit.: 69]. Ggf. sollten solche Kanäle unabhängig vom koronalen Zerstörungsgrad

besser mit individuell modellierten Stiften versorgt werden [Lit.: 69].

2] Stiftauswahl: Zahn 22 soll nach der Revision der Wurzelfüllung prothetisch versorgt werden. Nach der vollständigen Entfernung der Kunststofffüllung stellt sich ein Defekt dar, der die Stabilisierung der geplanten Einzelkrone in geschlossener Zahnreihe mit einem Stift erfordert. Zur Versorgung ist ein konfektionierter Stift geeignet. [Abb.01/02] [Lit.: 39, 77] Aus ästhetischen Gründen wird ein transluzenter ER DentinPost gewählt.

3] Stiftbettpräparation:

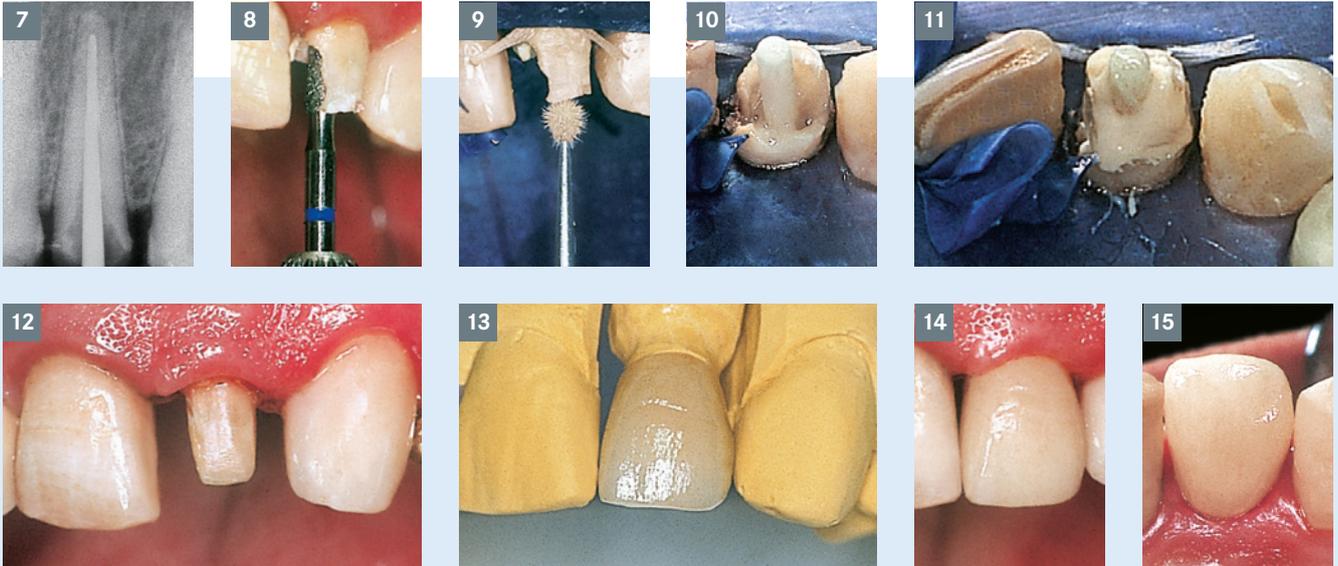
Die Wurzelfüllung wird mit dem Pilotbohrer auf Arbeitslänge, bei der Endodontie minimal 4 mm Restwurzelfüllung, die apikal verbleiben soll, revidiert. Hier 18 mm - 4 mm = 14 mm. Von diesen 14 mm bleiben bei 7 mm Stumpfhöhe 7 mm für die intrakanaläre Stifthaftung ab Kavitätenboden. Aufgrund der endodontischen Vorbehandlung des Zahnes mit Masterfeile 80 und Finalfeile 100 auf Länge des geplanten Stiftes erfordert das Kanallumen zur wandständigen Stiftpassung im Dentin einen Wurzelstift der Größe 110 auszuwählen. Nach dem Pilotbohrer wird der Erweiterer verwendet. [Abb.03/04/05]

[Lit.: 10, 32, 83]

Vorteile der glasfaserverstärkten Compositestifte sind Ihre dentinähnlichen Eigenschaften. Sie haben sich in klinischen Studien bewährt, dennoch sollte ihre Indikation auf teilzerstörte Zähne und Zähne in geschlossenen Zahnreihen begrenzt bleiben. [Lit.: 11, 35, 40, 41, 55, 58, 59] Trotz ihrer Popularität sollten die Grenzen der Indikation für faserverstärkte Compositestifte unbedingt beachtet werden. [Lit.: 07, 08, 58, 86] Vorteilhaft ist, dass in dem Fall des Versagens ein faserverstärkter Stift meist einen Frakturmodus erzeugt, der erneut rekonstruiert werden kann. [Lit.: 15, 17]



- **koronal teilzerstörte Zähne**
Aufbau mit plastischem Material
Zerstörungsgrad 10 - 70%,
Wurzelstift indiziert



4] Anpassen des DentinPost:

Die wandständige intrakanaläre Passung des DentinPost wird anhand des Röntgenbildes überprüft. Vor der endgültigen Fixation des DentinPost wird der Wurzelkanal mit dem diamantierten Aufrauinstrument durch dreimalige Rotation angeraut.

[Abb.06/07/08]

[Lit.: 26, 47, 57, 74, 80]

Aufgrund seiner Röntgenopazität ist der DentinPost im Wurzelkanal beurteilbar (die Kontraststärke ist nicht vergleichbar mit der metallischer oder keramischer Stifte) [Lit.: 75, 94]. Zur Röntgenkontrolle kann daher ein Titanstift verwendet werden. Das Befestigungsmaterial wirkt sich aufgrund der geringen Schichtstärke kaum auf die Radioopazität aus. Soweit erforderlich, wird der DentinPost koronal auf die notwendige Länge gekürzt.

ER DentinPost



● 354 TL12 (050)



● 366 TL12 (070)



● 355 TL12 (090)



● 356 TL12 (110)

5] Fixierung des DentinPost immer mit Composite wegen Haftverbund mit FRC:

Der DentinPost wird unter Kofferdam z.B. mit DentinBuild Evo inseriert. Dazu wird der Wurzelkanal mit DentinBond Evo nach Vorschrift konditioniert. Andere Befestigungscomposite und Adhäsivsysteme können ebenfalls verwendet werden, solange sie nicht rein lighthärtend sind.

[Lit.: 02, 06, 17, 60, 91, 95, 96]

Diese Falldokumentation wurde mit DentinBuild der 1. Generation durchgeführt. Der mit Composite bedeckte Stift wird appliziert und bis zur Aushärtung fixiert. [Abb.09/10]

[Lit.: 40, 60, 70, 74]

6] Stift-Stumpfaufbau aus plastischem Material:

Zum Aufbau des koronalen Defektes wird der DentinPost in einem zweiten Schritt mit DentinBuild bzw. DentinBuild Evo koronal ergänzt. Die Herstellung eines sog. Monoblocks durch Stiftinsertion und Stumpfaufbau aus einem Composite wird empfohlen. [Abb.11] [Lit.: 01, 16, 42, 44, 52].

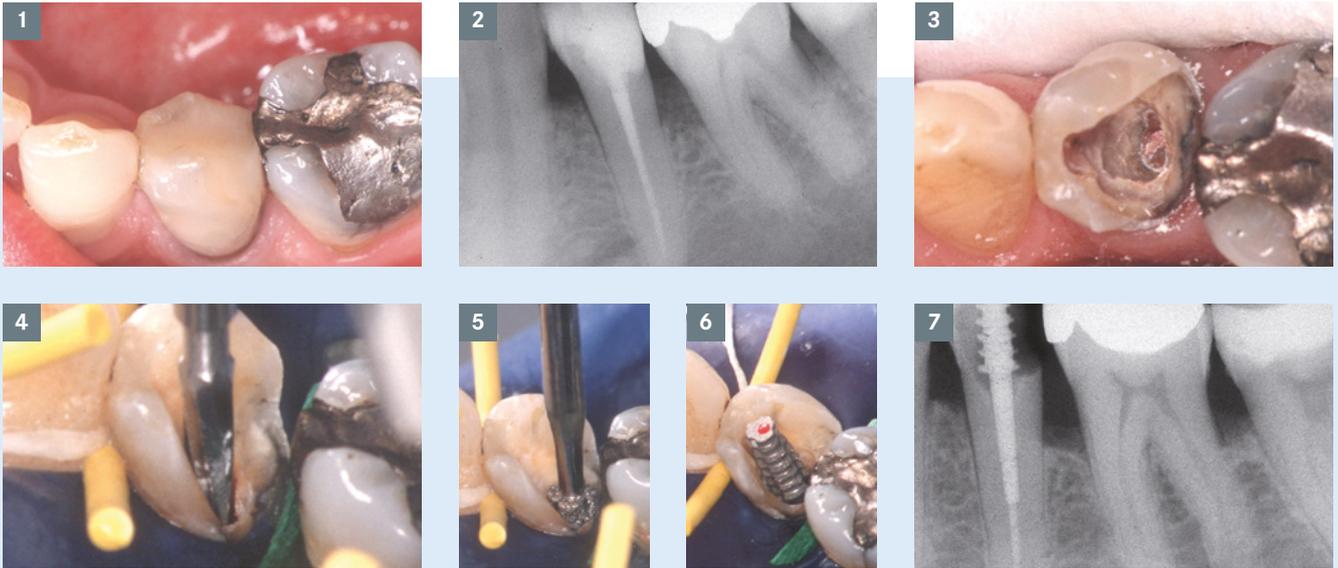
Der Haftverbund zwischen Befestigungscomposite und Stift bzw. Aufbaucomposite und Stiftschaft kann durch Konditionierungsmaßnahmen wie Silanisieren mit oder ohne tribochemischer Beschichtung intensiviert werden. [Lit.: 1, 2, 6, 62, 64, 67, 72, 87]

7] Stumpfpräparation und Abformung:

Die Präparation des Kronenstumpfes beachtet das Ferrule Design und die Abformung wurde durchgeführt. [Abb.12] Die Präparationsgrenze lag in diesem Fall zirkulär mindestens 2 mm in der Zahnhartsubstanz. [Lit.: 08, 31, 38, 78]

8] Eingliederung der definitiven vollkeramischen Krone:

Die Krone aus Preßkeramik wird einprobiert und vor der definitiven Fixierung mit Composite durch Silanisierung und Silikatisierung vorbehandelt. Die definitive Krone ist von labial und palatinal abgebildet. [Abb.13/14/15]



ER DentinPost X

1] Stiftauswahl: Die Zähne 35 bis 37 sollen mit Einzelkronen versorgt werden [Abb. 1]. Der endodontisch behandelte Zahn 35 erfordert aufgrund seiner ausgedehnten Defektgröße die Versorgung mit einem Wurzelstift. [Abb. 2 und 3] Da die Versorgung mit einer Einzelkrone in einer geschlossenen Zahnreihe keine erhöhte prothetische Belastung auf den Zahn erwarten lässt, fällt die Wahl des Stiftes auf einen konfektionierten Stift aus FRC. Die Abwägung zwischen FRC- und Titan-Kopfstift erfordert Sorgfalt bezüglich der zu erwartenden Belastungssituation und wurde hier für den Prämolaren so gewählt. Auf Molaren würde jedoch eine höhere Belastung erwartet werden [Lit. 11, 15, 41, 59, 60, 62, 87]. Ein solcher Stift bietet in der Region zwar keine ästhetischen Vorteile, aber ein dentinähnliches Elastizitätsmodul. DentinPost X erlauben mit ihrem ausgeprägten Retentionskopf einen stabilen Aufbau auch tiefer zerstörter Situationen.

Der DentinPost X mit Retentionskopf bietet folgende Vorteile:

- die Abstützung auf dem Plateau am Kavitätenboden, so dass der konische Stift keine Keilwirkung auf die Wurzel ausüben kann
- eine Verstärkung des Stiftes im Bereich der höchsten Belastung
- eine bessere koronale Verankerung des Aufbaumaterials als an einem glatten Schaft [Lit. 55, 65, 88].

Aufgrund der Defektausdehnung wurde ein FRC-Kopfstift verwendet, dazu musste der koronale Retentionsbereich nicht zusätzlich präpariert werden - andernfalls wäre die

Substanzschonung vorrangig gewesen. Beim FRC-Schaftstift schützt allein die chemische Haftung durch Composite gegen die Keilwirkung. Dadurch wird dieser Haftverbund zusätzlich belastet, so dass die Abstützung den Verbund entlastet und der Zahn nicht durch zusätzliche Präparation weiter geschwächt wird.

2] Stiftbettpräparation:

Die angebotenen Stiftlängen von Kopfstiften, hier 9 und 12 mm, erfordern eine Orientierung der Länge des Stiftbettes daran, wobei zugleich auch eine ausreichende apikale Rest-Wurzelfüllung einzuhalten ist. Die Wurzellänge lässt eine Stiftlänge von 9 mm zu und eine apikale Restwurzelfüllung von mindestens 4 mm verbleibt. Der Kanal- und Wurzeldurchmesser sind für einen Stiftdurchmesser 090 geeignet.



- **koronal tiefer zerstörte Zähne** in geschlossener Zahnreihe. Zerstörungsgrad > 50 % Stift indiziert, aber noch kein gegossener Aufbau Aufbau mit plastischem Material



ER DentinPost X

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| | |
| ● 443L9 (050) | ● 443L12 (050) |
| | |
| ● 444L9 (070) | ● 444L12 (070) |
| | |
| ● 445L9 (090) | ● 445L12 (090) |
| | |
| ● 446L9 (110) | ● 446L12 (110) |



Die Wurzelfüllung wird mittels Pilotbohrer der Größe 090 im Wechsel mit manuellen Hedströmfeilen revidiert. Dann wird das Stiftbett mit dem Kanalerweiterungsinstrument der Größe 090 auf die entsprechende Tiefe präpariert [Abb. 4], dazu ist das Aufstecken der entsprechenden Tiefenlehre hilfreich (hier wegen der Sicht in die Kavität nicht abgebildet). Mit dem Plateaubohrer wird der Kavitätenboden abgeplattet (Planschleifer 120D) [Abb. 5]. Ein Versenken des Plateaubohrers oder das Anlegen einer Verdrehsicherungsnut ist aus Gründen der Substanzschonung nicht erforderlich, zumal die verbleibende Restzahnschubstanz die Präparation eines Ferrule Designs gewährleistet. Das Präparationsvorgehen beim DentinPost X erfolgt analog zu einem ER Kopfstift aus Reintitan (s. S. 16 ff.).

Mittels eines Titanstiftes als Röntgenmessobjekt wurde ein Kontrollröntgenbild erstellt, das den korrekten Sitz des Stiftes bestätigt. [Abb. 6 und 7]

3] Anpassen des DentinPost X:

Der FRC-Stift wird in den Wurzelkanal eingepasst und ggf. koronal eingekürzt. [Abb. 8]. Der Stift wird mit Alkohol gereinigt und entfettet. [Abb. 9]

Direkt vor der Stiftfixation wird der Wurzelkanal mit dem korrespondierenden diamantierten Aufräuinstrument durch 3malige manuelle Rotation angeraut [Abb. 10], anschließend gespült und getrocknet.

4] Insertion des DentinPost X:

Der DentinPost X soll adhäsiv mit einem Befestigungs- und Aufbaucomposite z. B. DentinBuild bzw. DentinBuild Evo eingesetzt werden, um gleichzeitig den Stumpfaufbau koronal zu ergänzen und so einen Monoblock aus dem Composite zu gestalten. Die Verarbeitung des Befestigungs- und Aufbaucomposites erfolgt unter Kofferdam.

Zur Haftvermittlung dient dann DentinBond bzw. DentinBond Evo. In diesem Fall wurde DentinBond der ersten Generation verwendet und der Wurzelkanal und das koronale Dentin dazu mit 37 %iger Phosphorsäure 20 Sek. lang konditioniert. Danach wurde der Kanal mit Wasser intensiv gespült und mit leichtem Luftstrom sowie mit Papierspitzen getrocknet, aber nicht überdöcknet. [Abb. 12 und 13]

Anschließend wurde DentinBond Primer/ Adhäsiv in den Wurzelkanal sowie auf das koronale Dentin innerhalb von 10 Sek. in zwei Schichten einmassiert [Abb. 14 und 15]. Das DentinBond wurde im Luftstrom dünn ausgeblasen bzw. aus dem Kanal mittels Papierspitzen abgesaugt und anschließend für 10 Sek. lichtgehärtet.

Das DentinBuild der 1. Generation wird aus der Minimix-Spritze appliziert in der das Composite automatisch 1:1 angemischt wird. Der DentinPost wird nur in dem Composite gewälzt [Abb. 16], dann mit einer leicht drehenden Bewegung in den Wurzelkanal eingesetzt und 10 Sek. lichtgehärtet. In den Kanal wird kein Composite appliziert.

5] Stumpfaufbau:

Mit dem Stumpfaufbau wird direkt im Anschluss mit neu angemischtem DentinBuild bzw. DentinBuild Evo fortgefahren [Abb. 17], wobei darauf geachtet wird, dass das Material vollständig in die Unterschnitte der Kavität und des Aufbaus fließt.

Der Aufbau umschließt den gesamten FRC-Stift. Nun kann der Stumpf für die Kronenpräparation beschliffen werden. [Abb. 18]



ER CeraPost



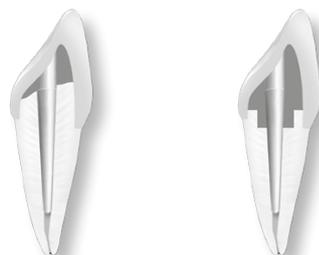
1] Stiftauswahl: Der Frontzahn war bereits früher frakturiert und wurde endodontisch behandelt. Aufgrund des jugendlichen Alters des Patienten ist das koronale Kanallumen sehr weit, so dass zum einen ein konfektionierter Stift der Größe 110 nicht wandständig passt und zum anderen ein Metallstift durch die verbliebene Wurzelsubstanz durchschimmern würde. Daher wurde zur Restauration ein zahnfarbenes Material und ein individueller Stiftaufbau bevorzugt. [Abb.01/02/03] [Lit.: 39, 59] Angesichts der Materialeigenschaften keramischer Wurzelstifte hinsichtlich Härte und Sprödigkeit sind diese vorrangig für Einzelzahnversorgungen im Frontzahnbereich indiziert. [Lit.: 8, 27, 28, 56, 58, 93]

2] Stiftbettpräparation: Der Wurzelkanal wird revidiert, Stiftbett und Retentionskasten präpariert. Dabei wird darauf geachtet, dass das Stiftbett zirkulär frei von Wurzelfüllmaterial und nicht unterschneitig ist. Durch eine ovale Kanalform und koronale Auflagen werden Rotationsschutz und Abstützung des Stiftes sichergestellt.

3] Anpassen des CeraPost-Stiftes, und Röntgenkontrolle: Die Position des Stiftes in der Wurzel wird überprüft. Dieser Stift sitzt aufgrund des starken Flarings, d. h. der koronalen Trichterform, nicht wandständig. Daher wird er mittels Keramikaufbau koronal ergänzt, der auch das Flaring ausgleicht. [Abb.04/05] [Lit.: 27, 28, 55, 93]

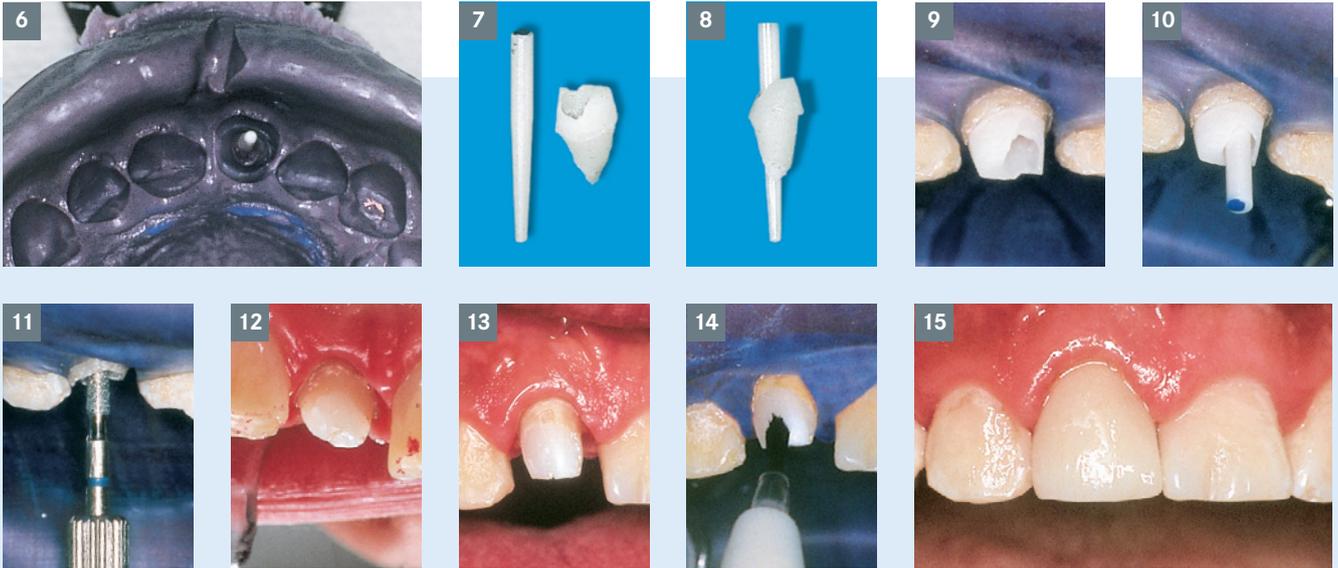
4] Abformung für den indirekten Stiftaufbau: Über den im Kanal positionierten Keramikstift wird eine Impregumabformung genommen. Damit der Stift in der Abformung hält, wurde sein Schaft angeraut. [Abb.06]

5] Labortechnische Herstellung des keramischen Stiftaufbaus: Mittels Empress-Keramik wird ein individueller geteilter Aufbau gefertigt, in den der präfabrizierte Keramikstift eingefügt wird. [Abb.07/08] [Lit.: 8, 27, 59]



• **koronal teilzerstörte Zähne**
Aufbau mit plastischem Material
Zerstörungsgrad 10-70%,
Wurzelstift indiziert

• **koronal zerstörte Zähne**
mit geteiltem keramischen Aufbau
Zerstörungsgrad 70-100%



6] Provisorium: Die Anfertigung des Keramik-Stiftaufbaus soll möglichst zeitnah erfolgen, da der provisorisch versorgte Stumpf nicht gegen bakterielles Mikroleakage geschützt ist. Außerdem soll eine provisorische Stiftkrone mit eugenolfreiem provisorischen Zement angesichts der späteren adhäsiven Befestigung fixiert werden.

7] Einprobe des Stiftaufbaus: Zunächst wird der individuelle Aufbau separat eingepasst, danach zusammen mit dem CeraPost-Stift. [Abb.9/10]

8] Anrauen des Wurzelkanals: Vor dem Zementieren wird der Wurzelkanal mit dem diamantierten Aufrauinstrument angeraut. Auch bei adhäsiver Befestigung mit einem Composite erhöht sich die Retention durch mechanische Anrauung. [Abb.11]

[Lit.: 9, 26, 47, 57, 74, 80]

9] Zementierung: Zum Einsetzen von Keramikstiftaufbauten wird ein Composite verwendet. Die Konditionierung des Dentins erfolgt entsprechend der Herstellerangaben für das jeweilige Composite. Wichtig ist, dass sowohl Composite als auch Bonding dualhärtend sind. Zusätzlich können der CeraPost-Stift und sein geteilter Aufbau tribochemisch beschichtet werden. [Lit.: 9, 13, 28, 50,

51, 60, 70, 74, 87]

Alternativ wird der gepresste Aufbau mit Flusssäure und Silan vorbehandelt.

10] Präparation des Stift-Stumpfaufbaus und Abformung: Der CeraPost-Stift wird gekürzt und die Krone unter Beachtung des „ferrule design“ präpariert. [Abb.12/13] [Lit.: 8, 31]

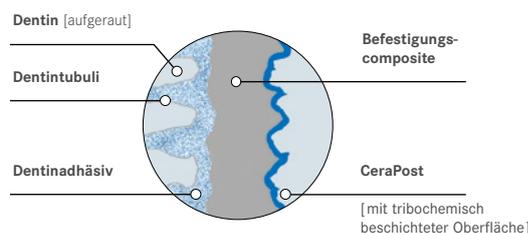
11] Eingliederung der definitiven vollkeramischen Krone:

Die Keramikkrone (chairside) wird mit Flusssäure und Silan behandelt sowie der Keramikstumpfaufbau (intraoral unter Kofferdam) silikatisiert und silanisiert, bevor die Krone mit Composite befestigt wird. [Abb.14/15]

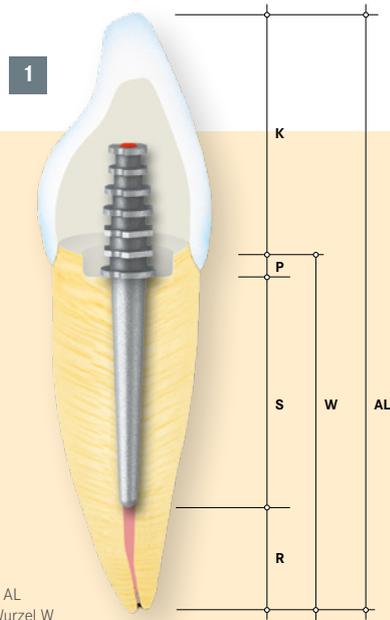
P.S. Dieser Fall zeigt, dass bei der endodontischen Aufbereitung – wenn möglich – ein Flaring stärker als die Konizität der Wurzelstifte im Hinblick auf die spätere Versorgung vermieden werden sollte.

ER CeraPost

- 231 L12** (050)
- 439 L12** (070)
- 232 L12** (090)
- 233 L12** (110)



Schema eines adhäsiven Verbundes



Konstellationskriterien
 Krone K + Wurzel W = Arbeitslänge AL
 Plateau P + Stift S + Rest WF R = Wurzel W



ER Kopfstift

1] Stiftauswahl: Ein konfektionierter Titanstift ist bei runden Wurzelkanälen und teilzerstörter koronaler Zahnschubstanz geeignet. Sie bieten eine höhere Biegefestigkeit als die DentinPost, sind also auch für höhere prothetische Belastungen bei Teilbezahnung der Kiefer und Einfluß von torsierenden und horizontalen Kraftvektoren geeignet. Z. B. bei Bruxismus, ist als Halteelement der zu überkronende Zahn in Kombiarbeiten integriert. [Abb. 2/3]

2] Bestimmung von Stiftlänge und -durchmesser:

Kopfstifte erfüllen ihre Funktion zur Vermeidung von Keilwirkung und Schaftverstärkung im Bereich der höchsten Belastung (siehe Seite 14), wenn der Kopf auf dem Plateau aufliegt. Beim Kopf-Stift muss sich der Behandler für eine der drei Längen 9, 12, oder 15 mm entscheiden. Historisch wurde für die Stiftlänge S mindestens die Kronenlänge K gefordert, idealerweise sollte S $\frac{2}{3}$ der Wurzellänge sein. [Abb.01]

Die Literatur belegt, dass die Stiftlänge einen größeren Einfluss auf die Retention besaß als der Durchmesser. [Lit.: 32, 48, 82, 83]

Misserfolge von stiftverankerten Restaurationen wurden am häufigsten auf den Retentionsverlust des Stiftes im Wurzelkanal oder Zahnfrakturen zurückgeführt. [Lit.: 15, 80]

Diese Forderungen haben sich mit Verwendung von Compositen zur Befestigung relativiert, statt dessen gewann die Forderung nach minimalinvasiver, schonender Präparation an Bedeutung. Heute stellt sich die Wahl der Stiftlänge insofern problematisch dar, dass bei vorgegebener Länge der Kopfstifte beide Anforderungen: Auflage auf dem Plateau und ausreichende Restwurzelfüllung apikal erfüllt sein sollen. Bei bekannter Arbeitslänge der Wurzelfüllung und meßbarer Kronenhöhe K berechnet sich die Stiftlänge folgendermaßen: $AL - K = \text{Wurzel } W - \text{Plateau } P - \text{Rest-WF } R = \text{Stift } S$. Paßt diese Stiftlänge nicht zu den vorgegebenen Maßen sind durch

längere Restwurzelfüllung und Tiefe des Plateaus Anpassungen möglich.

3] Wurzelfüllung revidieren

entsprechend der geplanten Stiftlänge mit Hilfe eines Pilotbohrers. [Abb.04]

4] Plateau am Kavitätenboden

mit Hilfe des diamantierten Planschleifers anlegen, ohne zuviel weitere Zahnschubstanz zu opfern. Bei der Präparation verhindert die Umfassung der "unrunden" Wurzel mittels Ferrule Design eine Rotation. Ist bei einwurzligen Zähnen der Rotationschutz wichtig, wären gegossene Stift-Stumpfaufbauten zu bevorzugen.

5] Erweiterung

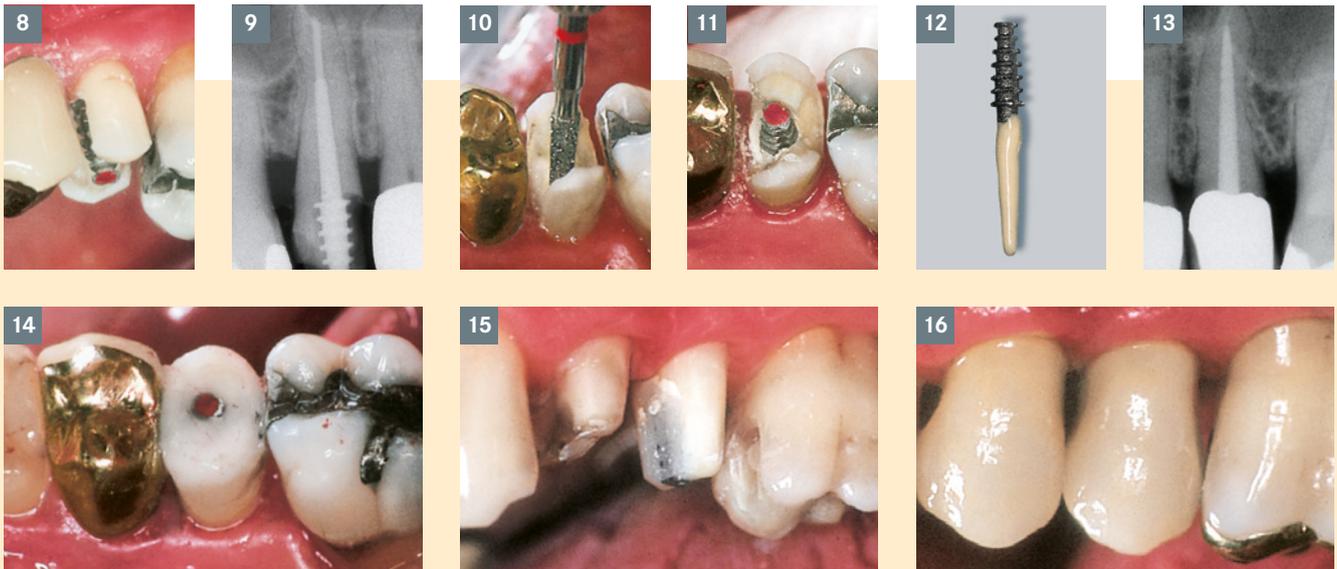
des revidierten Teils des Wurzelkanals auf den gewünschten Stiftdurchmesser und Präparation des Stiftbettes. Dazu wird der Erweiterer mit entsprechendem Durchmesser verwendet und die zur ausgewählten Stiftlänge passende Tiefenlehre aufgesteckt.

ER Kopfstifte



ER ELO Stifte





6] Anpassen des Wurzelstiftes: Der Stift soll im Stiftbett Friktion besitzen und der Stiftkopf auf dem Plateau aufliegen. Ein Stift mit kurzem oder langem Kopf wird anhand der koronalen Höhe ausgewählt und der okklusal für die Restauration benötigte Platz berücksichtigt. [Abb.08]

7] Röntgenkontrolle: Die Position des Stiftes in der Wurzel wird röntgenologisch kontrolliert und ggf. korrigiert. [Abb.9]

8] Aufrauen des Wurzelkanals mit dem diamantierten Aufräuinstrument durch ca. dreimalige manuelle Rotation. Dadurch wird eine raue Oberfläche der Wurzelkanalwand geschaffen, die der sandgestrahlten Stiftoberfläche gegenüberliegt. In die Unterschnitte fließt das Befestigungsmaterial. [Abb.10] [Lit.: 46, 47, 49, 63]

9] Zementierung des Wurzelstiftes: Der Wurzelkanal wird gespült und getrocknet, der Wurzelstift wird in Alkohol entfettet. Feinkörniger Zinkoxidphosphatzement (15µm Korngröße) hat sich langjährig zur Fixierung der Wurzelstifte bewährt und wurde auch in dieser Falldarstellung benutzt. Der mit Zement beschichtete Stift wurde in den gespülten und getrockneten Wurzelkanal inseriert. [Abb. 11/12]

Allerdings vermeidet die adhäsive Befestigung bakterielles Mikroleakage entlang der Zementfuge, weshalb Befestigungscomposite bevorzugt werden sollte. Weiterhin sollen die Stifte trotz Composite passgenau präpariert werden, um eine gute Haftfestigkeit zu gewährleisten. Titanstifte können auch mit Befestigungs- bzw. Aufbaucomposite (z. B. DentinBuild Evo) inseriert werden. Dann wird der Wurzelkanal entsprechend konditioniert (z.B. mit DentinBond Evo).

Die Befestigungsmaterialien werden immer nach Herstellervorschrift angemischt und nur die Oberfläche des Wurzelstiftes damit beschickt (der Wurzelkanal bleibt leer!). Der Stift wird pumpend, leichtdrehend in den Wurzelkanal eingesetzt, bis der überschüssige Zement abfließt und der Stift seine ursprüngliche Passung wieder erreicht hat. Der Stift wird in dieser Position bis zur Erhärtung des Befestigungsmaterials fixiert. [Lit.: 25, 34, 63, 70]

10] Abschließende Röntgenkontrolle: Die korrekte Stiftinsertion nach Zementierung wird dokumentiert. [Abb.13]

11] Aufbau: Der koronale Defekt wird mit einem plastischen Aufbaumaterial ergänzt. Dazu hat sich dual- oder autopolymerisierendes Hybrid-Composite (z.B. DentinBuild Evo) bewährt, da es auf den Retentionskopf aufschumpft. [Lit.: 66, 72] Glaspolyalkenoatzement ist aufgrund seiner spröden Materialeigenschaften ungeeignet. [Abb.14] [Lit.: 1, 42, 44, 52]

12] Kronenpräparation: Dabei ist darauf zu achten, dass sich die Präparationsgrenze zirkulär mindestens 1,5 mm breit in der Zahnschubstanz befindet. [Abb.15] [Lit.: 31, 38, 78]

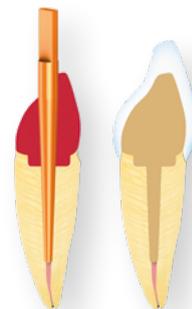
13] Abformung: zur labortechnischen Anfertigung der prothetischen Restauration.

14] Die definitive Krone ist eingegliedert. [Abb.16]



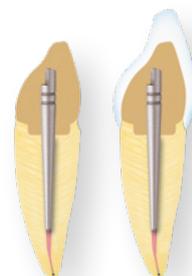
ER individuell gegossene Aufbauten

1] Indikationsstellung nach Defektübersicht und Röntgenbild: Ist der Zahn erhaltungswürdig und prothetisch versorgbar? Welche prothetischen Belastungen sind auf den Zahn zu erwarten? Welche Art Stift und welches Material sind notwendig? [Abb.01/02] [Lit.: 38, 77, 85, 88]

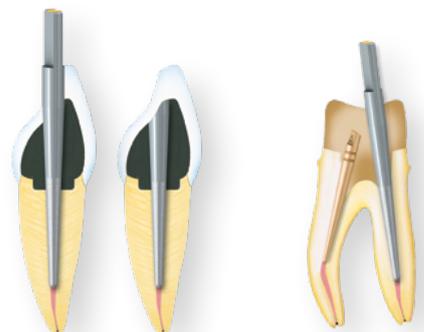


2] Stiftauswahl: Individuell gegossene Stiftaufbauten sind zur Restauration bei ausgedehnten koronalen Defekten bei einer oder keiner verbleibenden Defektwand nach Präparation erforderlich, denn sie bieten eine hohe Retention gegen abziehende, abscherende und rotierende Kräfte.

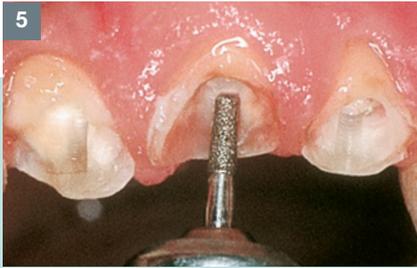
- Der **Einstückguss** erlaubt die individuelle Ausformung nicht runder Kanäle. [Abb.10]



- Der **Anguss** ermöglicht die Verwendung vorfabrizierter Stifte. [Abb.11] Für den Einstückguss und Anguss sind hochgoldhaltige Legierungen zu empfehlen, da sonst Korrosionsgefahr besteht. [Lit.: 3, 4, 5, 81]



- Der **geteilte Aufbau** nutzt einen gezogenen Titanstift. Vorteilhaft ist die Stabilität des Titanstiftes, außerdem besteht die Möglichkeit an Zähnen mit mehreren Kanälen mehrere Stifte zu verwenden. [Abb.12] [Lit.: 22, 54]



In diesem Fall wurden exemplarisch an den drei Frontzähnen die alternativen Möglichkeiten für direkt modellierte Stiftaufbauten dargestellt. Die Langzeitüberlebensraten von metallischen Stiftaufbauten bestätigen ihre Zuverlässigkeit, so dass sie weiterhin den Goldstandard darstellen. [Lit.: 29]

3] Materialauswahl: Der Stiftaufbau soll aus der gleichen hochgoldhaltigen, korrosionsstabilen Legierung wie die Kronen bestehen. Vorfabrizierte Titanstifte dienen nur für geteilte Aufbauten und dürfen nicht angegossen werden! Ansonsten ändert sich das Gefüge an der Grenzfläche und die Biegefestigkeit ist reduziert.

[Lit.: 3, 4, 5, 21, 53, 54, 81]

4] Bestimmung von Stiftlänge und -durchmesser: Die Stiftlänge ist individuell wählbar; sie muss aber mindestens der Kronenlänge entsprechen. Apikal sollen 4 mm Wurzelfüllung belassen werden. [Lit.: 10, 32] Der Stiftdurchmesser wird durch den Querschnitt des Wurzelkanals bestimmt, denn der Stift soll zirkulär an der Wurzelkanalwand anliegen und für die zu erwartenden Belastungen adäquat dimensioniert sein. Stifte mit einem Durchmesser entsprechend ISO 050, 070, 090 und 110 stehen zur Verfügung. [Abb.02] [Lit.: 38, 78, 83]

5] Retentionskasten: Mit dem Planschleifer werden am Kavitätenboden Retentionskästen ca. 2 mm tief präpariert, deren Wände der Einschubrichtung des Stiftes entsprechen müssen. Ein Retentionskasten wird bei einwurzeligen Zähnen am Kavitätenboden angelegt, um den Stift im Bereich der höchsten Biegebelastung zu verstärken.

6] Rotationssicherung beachten: Ein ovaler Retentionskasten oder eine Verdrehsicherungsnut verhindern, dass sich bei rundem Stift- und Kronenquerschnitt die Einzelkrone durch Rotation lockert. [Abb.04] Sind mehrere Kanäle vorhanden, können alternativ auch mehrere Stifte gesetzt werden. Die Verdrehsicherungsnut wird mit einem zylindrischen Diamanten unter Beachtung der Einschubrichtung in einem Bereich mit ausreichender Wandstärke angelegt. [Abb.05] [Lit.: 10, 23, 83]

7] Wurzelkanalerweiterung und Präparation des Stiftbettes: Erst wenn der Wurzelkanal in der gewünschten Länge revidiert wurde, wird er auf den geplanten Durchmesser erweitert. Das Stiftbett wird durch den formkongruenten Erweiterer mit der aufgesteckten Tiefenlehre präpariert, die individuell auf die Stiftlänge einstellbar ist. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kanalwände frei von Wurzelfüllmaterial und nicht unterschneitig sind. [Abb.03/06/07] [Lit.: 20, 21, 22, 23]

8] Röntgenkontrolle: Die Stiftpräparation kann röntgenologisch kontrolliert und ggf. korrigiert werden. Die Kopfstifte wurden hier nur als Meßobjekt zur Röntgenaufnahme verwendet. [Abb.08/09]

9] Auswahl und Anpassen der Stifte für die individuellen Aufbauten.

10] Modellation der Aufbauten:

Die Aufbauten werden direkt im Mund aus einem ausbrennbaren Kunststoff modelliert und in ihre endgültige Form beschliffen. Dabei sind die spätere Zahnstellung und die Okklusion zu beachten. [Abb.10a-d/11a-d, 12a-d]



■ **Einstückguss**

ausbrennbare

CAST-Kunststoffstifte

- 57 L16 (050)
- 339 L16 (070)
- 58 L16 (090)
- 59 L16 (110)



Abb.11a



Abb.10a



Abb.11b



Abb.10b



Abb.10d



Abb.11c



Abb.11d



Abb.10c



Abb.10e



Abb.11e

■ **Anguss**

GPL-Stifte

- GPL L12/15 (050)
- GPL L12/15 (070)
- GPL L12/15 (090)
- GPL L12/15 (110)



SPL-Stifte

- SPL L16 (050)
- SPL L16 (070)
- SPL L16 (090)
- SPL L16 (110)



■ **geteilter Aufbau**

Titan-Stabilisierungs-Stifte

- 60 L16 (050)
- 440 L16 (070)
- 61 L16 (090)
- 62 L16 (110)



Abb.12a



Abb.12b



Abb.12d

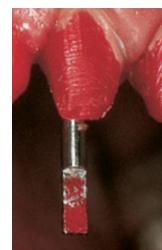


Abb.12c



Abb.12e



■ **provisorischer Aufbau**

TMP-Stifte

- P75 L11 (050)
- P422 L11 (070)
- P76 L11 (090)
- P77 L11 (110)



- P75 L14 (050)
- P422 L14 (070)
- P76 L14 (090)
- P77 L14 (110)



Abb.12f

11] Guss der Modellationen

im zahntechnischen Labor:

Nach dem Entfernen der Aufbauten vom Stumpf wird geprüft, ob die Retentionskästen exakt dargestellt sind. Zur Vermeidung von Korrosion wird empfohlen, eine hochgoldhaltige Legierung zum Guss des Stiftaufbaus und die gleiche Legierung für die Krone zu verwenden. [Abb.10e/11e/12e]

[Lit.: 3, 4, 5, 81]

Beim geteilten Aufbau wird der Titanstift vor dem Guss entfernt und nur der Aufbau gegossen. Anschließend wird der Titanstift wieder exakt eingepasst, dazu wurde zuvor mit einem wasserfesten Stift markiert, wie tief er im Aufbau steckte. [Abb.12f]

12] Provisorien: Mit Hilfe der TMP-Titanstifte werden bis zur Fertigstellung der im zahntechnischen Labor gegossenen Stiftaufbauten provisorische Stiftkronen hergestellt. Dazu werden die Stifte gekürzt, der Schaft retentiv gestaltet, für die Stümpfe passende Frasacokronen (oder andere provisorische Kronen) ausgesucht, angepasst und mit autopolymerisierendem Kunststoff für Provisorien Stift und Kappe verbunden. [Abb.13/14/15]

Das Zeitintervall zur Herstellung der gegossenen Stifte und ihrer Eingliederung soll möglichst kurz gehalten werden, da die Abdichtung der provisorischen Stiftkronen mit provisorischem Zement nicht bakterien-dicht ist! Sollen die gegossenen Stiftaufbauten adhäsiv befestigt werden, ist ein eugenolfreier provisorischer Zement zu bevorzugen. [Lit.: 17, 56, 61, 62]

13] Einprobe der Stiftaufbauten: Die Stiftaufbauten werden auf die Stümpfe aufgepasst, bis sie exakt (spaltfrei) sitzen. Die (fakultative) Röntgenkontrollaufnahme vor dem Zementieren zeigt, ob dies der Fall ist bzw. ob die Stifte exakt im Kanal passen. Beim geteilten Aufbau wird zunächst nur der koronale Aufbau einprobiert und danach der Titanstift hindurchgeschoben. [Abb.16/17] [Lit.: 10, 82]



14] Anrauen der Wurzelkanalwand:

Durch dreimalige manuelle Rotation mit dem zum Erweiterer passenden diamantierten Aufrauinstrument werden die Wurzelkanalwände kurz vor dem Zementieren angeraut. Anschließend werden die Kanäle nur noch gespült und getrocknet. [Abb.18]

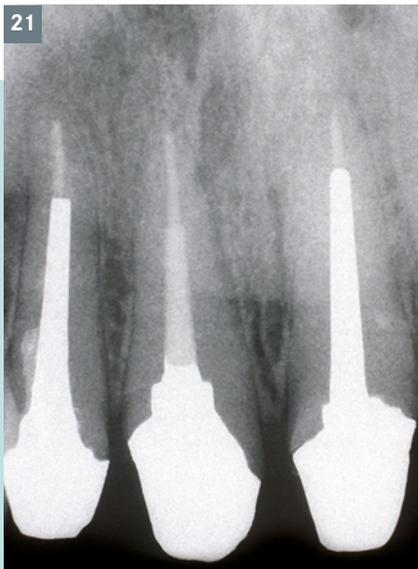
[Lit.: 46, 47, 49, 63]



15] Zementierung der Stiftaufbauten:

Nur die Wurzelstifte, nicht die Wurzelkanäle, werden mit Befestigungsmaterial bedeckt. Schnellhärtender, feinkörniger Zinkoxidphosphatzement hat sich langjährig zur Befestigung von Gussrestaurationen bewährt und wurde auch in diesem Fall verwendet. Die Befestigung kann aber auch adhäsiv mit dualhärtendem Befestigungscomposite und entsprechender Konditionierung erfolgen. Die Stiftaufbauten werden unter Fingerdruck pumpend inseriert und bis zum Erhärten unter Druck gehalten. Danach werden die Überschüsse entfernt. [Abb.19/20] [Lit.: 25, 34, 63]

Der Titanstift des geteilten Aufbaus soll vor dem Zementieren gekürzt werden. Zuerst wird der koronale Bereich der Kavität mit Befestigungsmaterial beschickt und der Aufbau aufgesetzt, sofort wird der in weite-rem Befestigungsmaterial gewälzte Stift durch das Loch im Aufbau platziert, so dass die Insertion in einem Arbeitsgang gelingt.



16] Röntgenkontrolle:

Abschließend wird die korrekte Stifteinserion nach dem Zementieren röntgenologisch dokumentiert. [Abb.21]

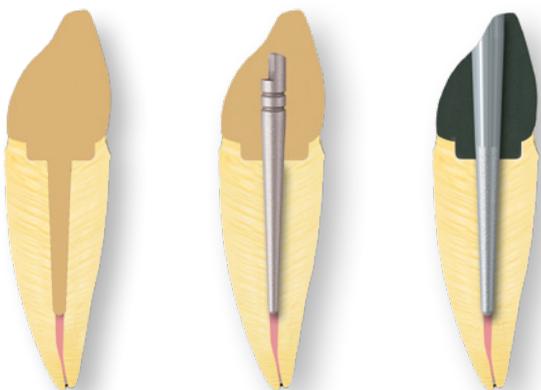
17] Präparation und Abformung:

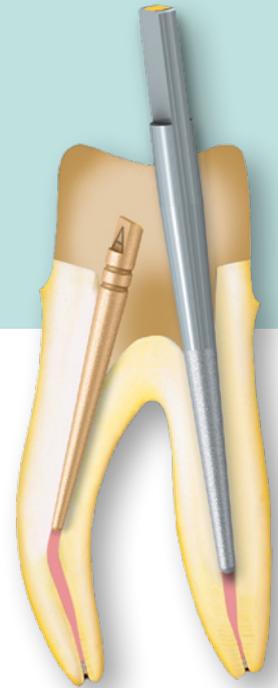
Der Übergang des Titanstifts des geteilten Aufbaus wird zum gegossenen Aufbau verschliffen. Die mit den Stiftaufbauten restaurierten Zahnstümpfe werden definitiv präpariert und abgeformt. [Abb.22]

Die Zähne werden nach dem Eingliedern der Stiftaufbauten mit neuen provisorischen Kronen versorgt.

18] Definitive prothetische

Restauration: Die eingegliederte Restauration ist von okklusal und labial abgebildet. [Abb.23/24]





1] Stiftauswahl: Die linguale Wand des bereits früher wurzelgefüllten Molaren ist frakturiert. Nach Defektübersicht sollte die Zahnerhaltung versucht werden. Aufgrund des ausgedehnten koronalen Defektes und der zu erwartenden hohen Belastung des Molaren hat man sich für einen geteilten Stiftaufbau mit zwei Stiften entschieden.

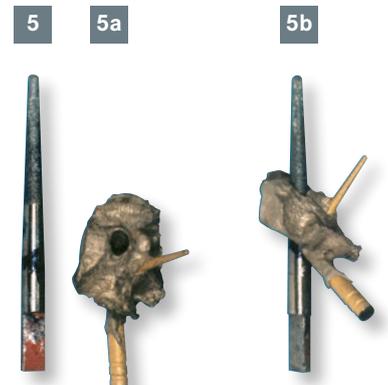
[Abb.01/02] [Lit.: 22, 45]

2] Stiftbettpräparation: Beide Wurzelkanäle, die zur Aufnahme der Wurzelstifte vorgesehen sind, werden auf die gewünschte Stiftlänge revidiert und die Stiftbetten mittels der Erweiterer präpariert. Wenn mehrere Wurzelkanäle für den Stiftaufbau genutzt werden, ist dies zugleich ein wirkungsvoller Rotationsschutz, so dass die Präparation einer Verdrehssicherung entfällt. Ausserdem dienen auch Wurzeln mit geringem Durchmesser der Stiftretention. Wenn beide Stifte mit unterschiedlichen Einschubrichtungen zementiert sind, ist der Stiftaufbau nicht mehr entfernbar. [Lit.: 20, 21, 22, 23, 32, 83]

3] Röntgenkontrolle: Fakultativ röntgenologische Kontrolle der Stiftbettpräparation. Der Kopfstift diente hier nur als Röntgenmeßobjekt. [Abb.03]

4] Anpassen der Wurzelstifte: Nur ein Stift kann mit dem koronalen Aufbau zusammen gegossen werden, die übrigen Titan-Stabilisierungsstifte werden durch den Aufbau geschoben. Hier wurde ein Platin-Iridium-Stift zum Anguss gewählt.

[Abb.04 / 5 a und b] [Lit.: 54, 81]





5] Modellation und Guss des geteilten Stiftaufbaus: Der Titan-Stabilisierungstift wird zum Entfernen des modellierten Aufbaus aus dem Zahn und zum labortechnischen Guss herausgezogen. Anschließend wird er wieder in den gegossenen Aufbau eingepasst. [Abb.5 a und b]

6] Einpassen des Stiftaufbaus:

Die Zeit bis zur definitiven Eingliederung der Stiftaufbauten und Kronenversorgung soll möglichst kurz gehalten werden, um ein bakterielles Mikroleakage zu vermeiden.

[Lit.: 17, 56, 61, 62]

Zuerst wird der gegossene Anteil des Stiftaufbaus intraoral einprobiert, dann wird der glattschaftige Titanstift eingefügt. [Abb.06] Vor dem Zementieren werden die Stiftschäfte gekürzt.

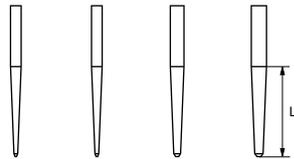
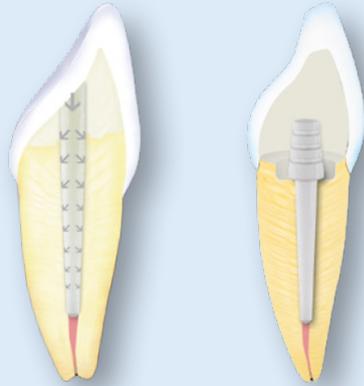
7] Konditionierung der Wurzelkanalwand durch Anrauhung mit dem diamantierten Instrument sowie Dentinkonditionierung bei geplanter adhäsiver Befestigung nach Herstellervorschriften mit dualhärtendem Adhäsiv. [Abb.07] [Lit.: 46, 47, 49, 63]

8] Stiftaufbau zementieren: Schnellhärtender, feinkörniger Zinkoxidphosphatzement oder Befestigungscomposite (dualhärtend) stehen zur Auswahl. Nur die Wurzelstifte und die Unterseite des Stiftaufbaus bzw. der Kavitätenboden (nicht der Kanal) werden mit dem Befestigungsmaterial bedeckt, dann werden die Stifte bis zum korrekten Sitz reponiert und bis zur Aushärtung des Zementes fixiert. [Lit.: 26, 34, 68]

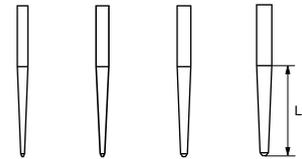
9] Röntgenkontrolle: Der zementierte Stiftaufbau wird abschließend kontrolliert. [Abb.09]

10] Stumpfpräparation und Abformung: Der Übergang vom Titanstift zum gegossenen Aufbau wird verschliffen. [Abb.08] Der aufgebaute Zahnstumpf wird definitiv präpariert und nach Darstellung der Präparationsgrenze abgeformt. Dabei ist zu beachten, dass der Kronenrand den Stiftaufbau marginal überragen und die Präparationsgrenze so verlaufen soll, dass die Krone die Wurzel zirkulär mindestens 1,5 mm breit in der Zahnschicht umfasst. [Abb.10/11] [Lit.: 31, 38, 78]

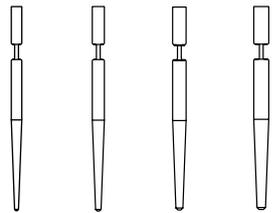
Dazu sind ggf. weitere Maßnahmen wie chirurgische Kronenverlängerung vor der Abformung erforderlich.



REF	354TL12	366TL12	355TL12	356TL12
ER DentinPost (glasfaserverst. Composite)				
Größe D ¹ /100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge L mm	12	12	12	12
Set, 10 Stifte + Instrumente	4412	4413	4414	4415



REF	231L12	439L12	232L12	233L12
ER CeraPost (Zirkonoxidkeramik)				
Größe D ¹ /100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge L mm	12	12	12	12
Set, 10 Stifte + Instrumente	4366	4441	4367	4368

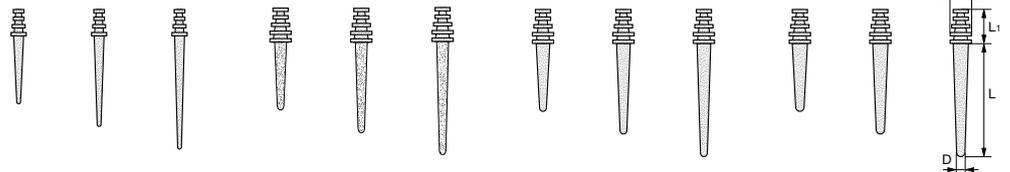


REF	DPC1L12	DPC1L12	DPC1L12	DPC1L12
ER DentinPost Coated*				
Größe D ¹ /100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge L mm	12	12	12	12
Set, 10 Stifte + Instrumente	4485	4486	4487	4488

* (glasfaserverst. Composite, beschichtet)



REF	443L9	443L12	444L9	444L12	445L9	445L12	446L9	446L12
ER DentinPost X (glasfaserverst. Composite)								
Größe D ¹ /100 mm	050	050	070	070	090	090	110	110
Stiftschaftlänge L mm	9	12	9	12	9	12	9	12
Kopf Ø D, mm	2,0	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Kopfhöhe L, mm	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Set, 10 Stifte L9 + Instrumente	4442A		4443A		4444A		4445A	



REF	
ER Kopfstift (Reintitan)	
Größe	D ¹ / ₁₀₀ mm
Stiftschaftlänge	L mm
Kopf Ø	D, mm
Kopfhöhe	L, mm
Set, Stifte 5xL9, 5xL12 + Instr.	

48L9	48L12	48L15	228L9	228L12	228L15	49L9	49L12	49L15	50L9	50L12	50L15
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
050	050	050	070	070	070	090	090	090	110	110	110
9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15
2,0	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
4644						4645					

REF	
ER ELO-Stift (Reintitan)	
Größe	D ¹ / ₁₀₀ mm
Stiftschaftlänge	L mm
Kopf Ø	D, mm
Kopfhöhe	L, mm

48L9A	48L12A	48L15A	49L9A	49L12A	49L15A	50L9A	50L12A	50L15A
●	●	●	●	●	●	●	●	●
050	050	050	090	090	090	110	110	110
9	12	15	9	12	15	9	12	15
2,0	2,0	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
5,7	5,7	5,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6



Zusammensetzung:
61% AU | 23,8% Pt | 15% Pd

Zugfestigkeit: a 930 N/mm²
Bruchdehnung: a 15%
Härte: a 250 HV

a = ausgehärtet

REF

ER GPL-Stift (Hochgoldlegierung)

Größe D 1/100 mm

Stiftschaftlänge L mm

GPLL12	GPLL15	GPLL12	GPLL15	GPLL12	GPLL15	GPLL12	GPLL15
●	●	●	●	●	●	●	●
050	050	070	070	090	090	110	110
12	15	12	15	12	15	12	15

Informationen zur Angießbarkeit an ER Wurzelstifte

- Stifte aus Reintitan können nicht angegossen werden
- Stifte für den Anguss können mit Edelmetall-Legierungen angegossen werden unter Beachtung der Angusstemperatur für die verschiedenen Stiftausführungen:

Angusstemperatur

der Edelmetall-Legierungen:
 ≤ 1.000°C bei SPL-Wurzelstiften
 ≤ 1.200°C bei GPL-Wurzelstiften

Muffelvorwärmtemperaturen und Angusstemperaturen nach Angaben des jeweiligen Edelmetall-Legierungsherstellers müssen beachtet werden. NEM-Legierungen sind nicht angießbar.

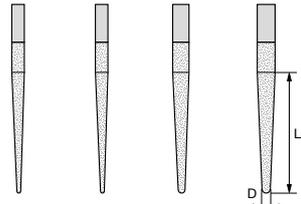
Hinweise und Empfehlungen zur Verarbeitung der Wurzelstifte sind der jeweiligen Gebrauchsanweisung zu entnehmen.



Zusammensetzung:
52,5% Ag | 35,0% Pd | 5,0% Pt
7,0% Cu | 0,5% Zn

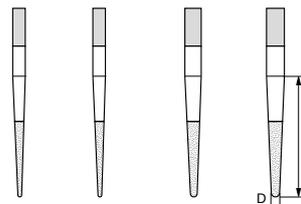
Zugfestigkeit: a 675 N/mm²
Bruchdehnung: a 20%
Härte: a 210 HV

a = ausgehärtet

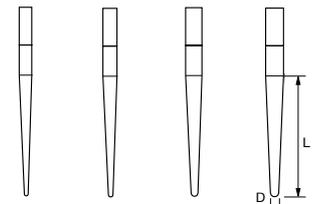


REF	SPLL16	SPLL16	SPLL16	SPLL16	
ER SPL-Stift*					
Größe	D 1/100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge	L mm	16	16	16	16

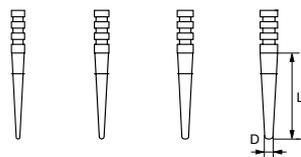
*(Silber-Palladium-Legierung)



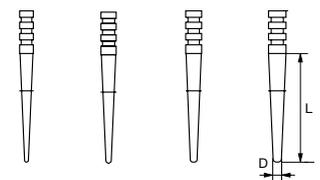
REF	60L16	440L16	61L16	62L16	
ER Stabilisierungsstift (Reintitan)					
Größe	D 1/100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge	L mm	16	16	16	16



REF	57L16	339L16	58L16	59L16	
ER CAST-Stift (ausbrennbarer Kunststoff)					
Größe	D 1/100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge	L mm	16	16	16	16



REF	P75L11	P422L11	P76L11	P77L11	
ER TMP-Stift (Reintitan) nur temporär					
Größe	D 1/100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge	L mm	11,4	11,4	11,4	11,4



REF	P75L14	P422L14	P76L14	P77L14	
ER TMP-Stift (Reintitan) nur temporär					
Größe	D 1/100 mm	050	070	090	110
Stiftschaftlänge	L mm	14,4	14,4	14,4	14,4

Grundlagen postendodontischer Versorgung:

Die aktuelle Diskussion über die definitive Versorgung endodontisch behandelter Zähne verdeutlicht, dass einige frühere Dogmen abgelegt wurden.

[Lit.: 11, 18, 45, 62]

Nicht mehr jeder wurzelbehandelte Zahn muss mit einem Stift versorgt werden, sondern nur jene mit ausgedehntem koronalen Substanzverlust. Die Restauration soll jedoch folgende Kriterien erfüllen: den Zahn langfristig funktionell belastbar wiederaufbauen, die Restzahnschicht vor Frakturen schützen und bakterielles Leakage durch den Wurzelkanal vermeiden.

[Lit.: 11, 19, 38, 39, 45, 52, 77, 84]

Dazu soll die Restauration möglichst zügig nach der endodontischen Behandlung erfolgen. [Lit.: 18, 56, 61]

Der Wurzelstift dient nicht der Stabilisierung des Zahnes, sondern der Verankerung des koronalen Aufbaus und somit der Retention der Restauration. Die Indikation für einen Stift und seine Dimensionierung sind sorgfältig abzuwägen, da die Stiftversorgung die Risiken von Wurzel- oder Stiftfraktur birgt. [Lit.: 24, 83, 88]

Demzufolge sind Stabilisierungsstifte zur präprothetischen Stabilisierung von Einzelzahnversorgungen nicht notwendig. Wichtig ist jedoch, bei der Entscheidung für oder gegen einen Wurzelstift die zu erwartende Belastung durch prothetische Rekonstruktion, Bißsituation und Gesamtplanung zu berücksichtigen.

Der Zahnstumpf wird nicht dekapitiert, sondern die Krone wird basierend auf der verbliebenen Restzahnschicht rekonstruiert unter Prämisse der Minimalinvasivität.

[Lit.: 39]

Zur Anwendung des ER-Systems braucht keine Zahnschicht geopfert zu werden, sondern Stiftbett, Retentionskasten und Verdrehsicherung werden minimalinvasiv entsprechend der vorgegebenen Defektausdehnung sowie Länge und Durchmesser des Wurzelkanals präpariert.

[Lit.: 20, 21, 22, 23, 40, 83]

Die Einhaltung des „ferrule effect“ ist erfolgsrelevant, d.h. der Stumpf wird zirkulär mindestens 1,5 mm breit über den Aufbau hinausreichend präpariert, damit die Krone die Zahnschicht umfasst. [Lit.:

31, 38, 39, 77, 78]

Der Begriff „ferrule effect“ hat einen geschichtlichen Ursprung: Bereits die 1880 entwickelte Richmond-Krone wies wesentliche Konstruktionsmerkmale stiftverankerter Kronen auf, u.a. die „Wurzelumklammerung“. Diese wird heute mit dem 1976 von Eissmann (zitiert nach Shillingburg) geprägten Begriff „ferrule effect“ bezeichnet.

[Lit.: 38, 76, 78]



Wahl des Befestigungsmaterials:

Der konventionelle, feinkörnige und schnellhärtende Phosphatzement hat sich zur Befestigung von Stiften bewährt, wurde aber von Composite abgelöst; dagegen ist Glaspolyalkenoatzement weniger geeignet. Das ER-Stiftsystem wurde so konstruiert, dass es optimal auf die Verwendung von Phosphatzement abgestimmt war und eine maximale mechanische Retention erzielte, die durch adhäsive Befestigung kaum gesteigert werden kann. Allerdings bieten Composite durch ihre chemische Adhäsion zur Wurzelkanalwand den Vorteil, das bakterielle Mikroleakage entlang der Zementfuge zu vermeiden. [Lit.: 33, 46, 47, 57, 61, 86]

Dann könnten Composite überlegen sein, da ihnen eine Pufferfunktion zwischen den unterschiedlichen E-Modulen von Stift und Dentin zukommt und sie so Wurzelfrakturen entgegenwirken. Wenn die Schwachstelle bei Belastung innerhalb der Compositeschicht liegt, und die beiden Verbundflächen Dentin-Composite sowie Stift-Composite widerstehen, ist die optimale Retention erreicht. [Lit.: 6, 7, 69, 73, 89, 90, 91]

Dies gelingt inzwischen mit modernen dualhärtenden Hybridcompositen in Kombination mit dualhärtenden Adhäsivsystemen (z.B. DentinBuild Evo mit DentinBond Evo). Glasfaserverstärkte Composite- und Keramikstifte müssen ohnehin mit Composite inseriert werden, bei Titanstiften und solchen aus Gusslegierung besteht die Option zwischen Zinkphosphatzement und Composite. In den Fällen, in denen ein konfektionierter Stift (FRC, Keramik oder Titan) ebenfalls koronal mit Composite aufgebaut werden soll, wird die Gestaltung eines sog. Monoblocks durch Stiftinsertion und Aufbau aus demselben fließfähigen, dualhärtenden Aufbaucomposite empfohlen. Alternativ sind auch dualhärtende Befestigungscomposite zur Stiftinsertion möglich, wenn der Aufbau separat aus Aufbaucomposite gestaltet wird. Immer ist ein dualhärtendes Bonding zwingend erforderlich, da die Lichtleitung entlang des Stiftes nicht ausreicht.

[Lit.: 1, 2, 9, 16, 42, 44, 51, 70]

Die Konditionierbarkeit des Dentins wird durch die Art der Vorbehandlung und der Variabilität des Wurzelentins beeinflusst und ist noch nicht abschließend erforscht [Lit.: 70]. Sealer und wandständige Wurzelfüllung sowie Reste von früheren Aufbauten sind sorgfältig zu entfernen.

An der Stiftoberfläche können bei den verschiedenen Stiftmaterialien Titan, FRC, Keramik Konditionierungsverfahren, wie die tribochemische Beschichtung einen adhäsiven Verbund zwischen Befestigungscomposite und Stift erzielen.

[Lit.: 6, 13, 17, 37, 50, 60, 71, 74, 89, 90]

Die tribochemische Beschichtung hat sich in Kombination mit bestimmten Compositen bewährt und den Verbund sowie die Retention gesteigert. Daher werden FRC-Stifte inzwischen mit einer werkseitig hergestellten Beschichtung angeboten, die den sonst erforderlichen Arbeitsgang chairside erspart. [Lit.: 14, 64]

1. Akisli I., Özcan M., Nergiz I.: Resistance of core material against torsional forces on differently conditioned titanium posts. *J Prosthet Dent* 88, 367-74 (2002).
2. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM and Tagami J.: Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent*, 19:51-55 (2006)
3. Brauner H.: Elektrochemische Korrosionsmessungen an Stiftaufbauten. *Dtsch Zahnärztl Z* 41, 1009-14 (1986).
4. Brauner H.: Zum Einfluß des Befestigungszementes auf die Korrosion mit Kronen versorgter Stiftaufbauten. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 434-7 (1988).
5. Brauner H., Hofmann M.: Korrosionsuntersuchungen an Stiftaufbauten. *Dtsch Zahnärztl Z* 40, 1132-6 (1985).
6. Bitter K, Noetzel J, Neumann KH and Kielbassa AM.: Effect of silanization on bond strength of fiber posts to various resin cements. *Quintessenz Int*, 38:121-128 (2007)
7. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P and Gagliani M.: Adhesive post-endodontic restorations with fiber-posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*, 18(8):596-602 (2002)
8. Butz F., Lennon Á., Heydecke G., Strub JR.: Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post- and core systems: An in vitro study. *Int J Prosthodont* 14, 58-64 (2001).
9. Dérand P., Dérand T.: Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont* 13, 131-5 (2000).
10. DeSord KD.: The prosthodontic use of endodontically treated teeth: Theory and biomechanics of post preparation. *J Prosthet Dent* 49, 203-6 (1983).
11. DGZMK-Stellungnahme. Aufbau endodontisch behandelter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 58/4, 199-201 (2003)
12. Dietschi D., Romelli M., Goretti A.: Adaption of adhesive posts and cores to dentin after fatigue testing. *Int J Prosthodont* 10, 498-507 (1997).
13. Edelhoff D., Abuzayeda M., Yildirim M., Spiekermann H., Marx R.: Adhäsion von Kompositen an hochfesten Strukturkeramiken nach unterschiedlicher Oberflächenbehandlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 55, 617-23 (2000).
14. Edelhoff D, Weber M, Spiekermann H, Marx R. PVD-Beschichtung für verbesserte Retention glasfaserverstärkter Wurzelkanalstifte. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 116/10, 992-9 (2006)
15. Fokkinga W.A., Kreulen C.M., Vallittu P.K., Creugers N.H.J.: A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and core systems. *Int J Prosthodont* 17, 476-82 (2004).
16. Freedman G.: Esthetic post-and-core treatment. *Dent Clin North Am* 2001;45(1):103-116.
17. Goracci C., Raffaelli O., Monticelli F., Balleri B., Bertelli E., Ferrari M.: The adhesion between prefabricated FRC posts and composite cores: microtensile strength with and without post-silanization. *Dent Mater* 21, 437-44 (2005).
18. Heidemann D.: Stifte im Wurzelkanal - Warum? *Endodontie Journal* 2, 24-34 (2004).
19. Heydecke G., Peters MC.: The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review. *J Prosthet Dent* 87, 380-6 (2002).
20. Hofmann M.: Das ER-Stift-System zum Aufbau marktoter Zähne (I-III). *Die Quintessenz* 36, 1-24 (1985).
21. Hofmann M.: Das ER-Stift-Wurzelaufbausystem, Materialkundliche Untersuchungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 40, 1169-78 (1985).
22. Hofmann M.: Der geteilte Stiftaufbau. *Die Quintessenz* 39, 2093-2100 (1988).
23. Hofmann M.: Retention durch Wurzelkanalstifte. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 819-28 (1988).
24. Holmes DC., Diaz-Arnold AM., Leary JM.: Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *J Prosthet Dent* 75, 140-7 (1996).
25. Jørgensen KD.: Factors effecting the film thickness of zinc phosphate cements. *Acta Odontol Scand* 18, 479-90 (1960).
26. Juntavee N., Millstein PL.: Effect of surface roughness and cement space on crown retention. *J Prosthet Dent* 68, 482-6 (1992).
27. Kern M., Pleimes AW., Strub JR.: Bruchfestigkeit metallischer und vollkeramischer Stifternaufbauten. *Dtsch Zahnärztl Z* 50, 451-3 (1995).
28. Kern M., Simon MHP., Strub JR.: Erste klinische Erfahrungen mit Wurzelstiften aus Zirkonoxidkeramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 266-8 (1998).
29. Kerschbaum T.: Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz. Eine Übersicht. *Quintessenz* 55(10), 1113-26 (2004).
30. Lambjerg-Hansen H., Asmussen E.: Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil* 24, 882-7 (1997).
31. Libman WJ., Nicholls JL.: Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont* 8, 155-61 (1995).
32. Lloyd PM., Palik JF.: The philosophies of dowel diameter preparation: A literature review. *J Prosthet Dent* 69, 32-6 (1993).
33. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF.: Mikroleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent*, 2001;85(3):284-291.
34. Marxkors R., Meiners H.: Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. Carl Hanser Verlag München (1982).
35. Mendoza DB., Eakle WS., Kahl EA., Ho R.: Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 78, 10-5 (1997).
36. Monticelli F, Goracci C and Ferrari M.: Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. *Dent Mater*, 2004;20(2):176-183.
37. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C and Ferrari M.: Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater*, 2006b;22:602-609.
38. Morgano SM.: Restoration of pulpless teeth: Application of traditional principles in present and future contexts. *J Prosthet Dent* 75, 375-80 (1996).
39. Morgano SM., Brackett SE.: Foundation restorations in fixed prosthodontics: Current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent* 82, 643-57 (1999).
40. Naumann M., Blankenstein F.: Adhäsive Restauration endodontisch behandelter Zähne mit Hilfe glasfaserverstärkter Kompositstifte. *Die Quintessenz* 53, 539-47 (2002).
41. Naumann M, Rosentritt M, Preuß A.: Belastbarkeit adhäsiv rekonstruierter oberer, mittlerer Schneidezähne in Abhängigkeit vom Material der Kronenzementierung: eine vergleichende In-vitro-Studie. *Dtsch Zahnärztl Z* 61/9, 479-83 (2006)
42. Nergiz I., Plutzer U.: Retention von Kunststoffaufbauten an silanisierten Titan-Wurzelstiften. *Dtsch Zahnärztl Z* 46, 410-1 (1991).
43. Nergiz I., Plutzer U.: Haftfestigkeit von Wurzelstiften bei Befestigung mit Glaspolykenoatcement in konditionierten Wurzelkanälen. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 708-10 (1992).
44. Nergiz I., Plutzer U.: Die Haftung verschiedener Kompositaufbauten an Titanwurzelstiften. *Dtsch Zahnärztl Z* 50, 447-50 (1995).
45. Nergiz I., Schmage P.: Wurzelstifte im Wandel der Zeit. *Endodontie Journal* 1, 10-7 (2004).
46. Nergiz I., Schmage P., Plutzer U.: Abzugskraftmessungen bei Wurzelstiften mit verschiedenen Oberflächen. *Dtsch Zahnärztl Z* 48, 661-4 (1993).
47. Nergiz I., Schmage P., Plutzer U., McMullan-Vogel C.: Effect of different surface textures on retentive strength of tapered posts. *J Prosthet Dent* 78, 451-7 (1997).
48. Nergiz I., Schmage P., Özcan M., Plutzer U.: Effect of length and diameter of tapered posts on the retention. *J Oral Rehabil* 29, 28-34 (2002).
49. Nergiz I., Schmage P., Plutzer U., Özcan M.: Bond strengths of five tapered root posts regarding the post surface. *J Oral Rehabil* 29, 330-5 (2002).
50. Özcan M, Vallittu PK.: Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 19, 725-31 (2005)
51. Patyk A.J., Friedrich M., Attin T.: Untersuchungen des Lichttransfers von Glasfaserstiften und der daraus resultierenden Polymerisation des Befestigungskomposits. *Dtsch Zahnärztl Z* 60(5), 253-7 (2005).
52. Paul S. J., Schärer P.: Plastische Aufbauten in der Kronen- und Brückenprothetik. *Die Quintessenz* 47, 1519-31 (1996).



53. Pfeiffer P, Schmage P, Nergiz I.: Bending resistance of prefabricated titanium posts following molten cast core attachment. *Operative Dentistry* 29(4), 404-9 (2004).
54. Pfeiffer P, Schmage P, Schulz A., Nergiz I.: Bending Resistance of Unit Cast Posts-and-Cores compared to Noble Posts Following Molten Cast Core Attachment. *Journal Oral Rehabil* 33 (2), 125-30 (2006).
55. Pfeiffer P, Schulz A., Nergiz I., Schmage P.: Yield Strength of Zirconia and Glass Fiber-reinforced Posts. *Journal Oral Rehabil* 33, 70-4 (2006).
56. Roggendorf M.J., Ebert J., Reich S.M., Frankenberger R.: Restauration wurzelbehandelter Zähne: Stand der Wissenschaft. *ZWR* 114(1+2), 10-8 (2005).
57. Rosenstiel SF., Land MF., Crispin BJ.: Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 80, 280-301 (1998).
58. Rosentritt M., Behr M., Sikora M., Handel G.: Einfluss der Stiftversorgung auf die In-vitro-Bruchfestigkeit und Randqualität von Frontzahnkronen. *Dtsch Zahnärztl Z* 59(6), 311-5 (2004).
59. Rosentritt M., FÜRER C., Behr M., Lang R., Handel G.: Comparison of in vitro strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil* 27, 595-601 (2000).
60. Sahafi A., Peutzfeld A., Asmussen E., Gotfredsen K.: Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. *J Adhes Dent* 5, 153-62 (2003).
61. Saunders W.P., Saunders E.M.: Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 10, 105-8 (1994).
62. Schmage P., Nergiz I.: Moderne Stiftverankerungssysteme *ZWR* 118(5), 230-242 (2009)
63. Schmage P., Nergiz I., Platzer U.: Messungen der Zementfuge bei Wurzelstiften mit verschiedenen Oberflächen. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 785-8 (1992).
64. Schmage P, Nergiz I, Markopoulou S, Pfeiffer P. Resistance against pull-out force of prefabricated coated FRC-posts. *J Adhes Dent* 14(2),175-82 (2012)
65. Schmage P, Nergiz I, Platzer U, Pfeiffer. Yield strength of fiber reinforced composite posts with coronal retention. *J Prosthet Dent* 101(6), 382-387 (2009) *JCR* (2009) IF 1,215 (Originalarbeit)
66. Schmage P, Nergiz I, Sito F, Platzer U, Rosentritt M. Wear and hardness of different core build-up materials. *J Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials* 91B:71-79 (2009)
67. Schmage P, Nergiz I, Sito F, Rosentritt M. Preparation time and surface roughness of core foundation resins and dentin. *J Prosthet Dent* 108(4), 244-9 (2012)
68. Schmage P., Özcan M., McMullan-Vogel C, Nergiz I.: The Fit of Tapered Posts in Root Canals Luted with Zinc Phosphate Cement: A Histological Study. *Dental Mater* 21, 787-93 (2005).
69. Schmage P, Pfeiffer P, Pinto E, Platzer U and Nergiz I.: Influence of Oversized Dowel Space Preparation on the Bonding Strengths of FRC Posts. *Oper Dent*, 34, 93-101 (2009)
70. Schmage P., Sohn J., Nergiz I., Özcan M.: Various conditioning methods for root canals influencing the tensile strength of titanium posts. *J Oral Rehabil* 31, 890-4 (2004).
71. Schmage P, Sohn J, Özcan M, Nergiz I.: Effect of surface treatment of titanium posts on the tensile bond strength. *Dental Materials* 22, 189-84 (2006)
72. Schmage P, Yalcin F, Nergiz I, Pfeiffer P. Effect of surface conditioning on the retentive bond strengths of fiber reinforced composite posts. *J Prosthet Dent* 102(6):368-377 (2009)
73. Schmage P, Yalcin Cakir F, Nergiz I, Selcuk S, Pfeiffer P. Retentive force of FRC posts inserted with core build-up composites and resin cements. *J Adhes Sci* 25(16) 2023-38 (2011)
74. Schönbrodt M., Schmage P., Nergiz I., Platzer U.: Haftfestigkeit zahnfarbener Wurzelstifte in Abhängigkeit von der Oberflächenbehandlung und dem Befestigungsmaterial. *Dtsch Zahnärztl Z* 58(1), 55-9 (2003).
75. Sen H, Schmage P, Platzer U, Nergiz I.: Retentive Bond Strength of Conventional and Radiopaque FRC Posts. *J Dent Res* 84A IADR Abstr 0667 (2005)
76. Shillingburg HT., Kessler JC.: Restauration von wurzelbehandelten Zähnen. Quintessenz Verlag 1982.
77. Smith CT., Schurman N.: Restoration of endodontically treated teeth: A guide for the restorative dentist. *Quintessenz International* 28, 457-62 (1997).
78. Sorensen JA., Engelman MJ.: Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 63, 529-36 (1990).
79. Städtler P., Wimmershoff M., Shookoi H., Wernisch J.: Kraftübertragung von vorgefertigten Wurzelkanalstiften. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105, 1418-24 (1995).
80. Standlee JP., Caputo AA.: Effect of surface design on retention of dowels cemented with a resin. *J Prosthet Dent* 70, 403-5 (1993).
81. Steiner N., Nergiz I., Niedermeier W.: Korrosion an Stiftaufbau-Systemen bei Verwendung unterschiedlicher Legierungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 211-4 (1998).
82. Stiefenhofer A., Stark H., Hackhofer T.: Biomechanische Untersuchungen von Stiftaufbauten mit Hilfe der Finite-Elemente-Analyse. *Dtsch Zahnärztl Z* 49, 711-5 (1994).
83. Stockton LW.: Factors affecting retention of post systems: A literature review. *J Prosthet Dent* 81, 380-5 (1999).
84. Tinner D., Marinello C., Kerschbaum T.: Die präprothetische Vorbereitung des wurzelbehandelten Pfeilerzahnes. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111, 402-9 (2001).
85. Toksavul S, Toman M, Sarikanat M, Nergiz I, Schmage P. Effect of noble alloy post and core material on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 18(1), 2-7 (2010)
86. Toksavul S., Toman M., Uylugan B., Schmage P., Nergiz I.: Effect of luting agents and reconstruction techniques on the fracture resistance of pre-fabricated post systems. *J Oral Rehabil* 31, 1-8 (2004).
87. Toman M, Toksavul S, Sarikanat M, Nergiz I, Schmage P. Fracture resistance of endodontically treated teeth: effect of tooth coloured post material and surface conditioning. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 18(1), 23-30 (2010)
88. Torbjörner A., Karlsson S., Ödman PA.: Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 73, 439-44 (1995).
89. Valandro LF, Yoshiga S, Marques de Melo R, Galhano GAP, Mallmann A, Marinho CP and Bottino MA.: Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. *J Adhes Dent*, 2006;8(2):105-111.
90. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR and Ferrari M.: The adhesion between fiber posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to the posts. *Int Endod J* 2006;39:31-39.
91. Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M.: An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater* 18, 495-502 (2002)
92. Weine FS, Wax AH, Wenckus CS: Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. *J Endodont* 17, 293-7 (1991).
93. Welk A.: Ästhetische Frontzahnrestauration mit dem konfektionierten Zirkonoxidstiftsystem CeraPost. *ZMK* 17, 704-7 (2001).
94. Wicht S, Pfeiffer P, Rother U, Nergiz I, Schmage P. Grey value differences to dentin of root posts radiographed with digital intraoral systems and conventional X-ray films. *Operative Dent* 36(1),27-35 (2011)
95. Wrbas KT, Kampe MT, Schirrmeister JF, Altenburger MJ, Hellwig E.: Retention glasfaserverstärkter Wurzelkanalstifte in Abhängigkeit vom Befestigungskomposit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 116/1, 18-24 (2006)
96. Zappini G, Seitner T.: Röntgenopazität und Lichtleitung von glasfaserverstärkten Wurzelstiften. *Quintessenz* 56/9, 875-88 (2005)

Komet Dental

Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG

Trophagener Weg 25 · 32657 Lemgo

Postfach 160 · 32631 Lemgo · Germany

Verkauf Deutschland:

Telefon +49 (0) 800 7701-700

Telefax +49 (0) 800 7701-800

info@kometdental.de

www.kometdental.de

Komet Austria Handelsagentur GmbH

Hellbrunner Straße 15

5020 Salzburg · Austria

Telefon +43 (0) 662 829-434

Telefax +43 (0) 662 829-435

info@kometdental.at

www.kometdental.at

Export:

Telefon +49 (0) 5261 701-0

Telefax +49 (0) 5261 701-329

export@kometdental.de

www.kometdental.com

ISBN 978-3-920560-99-1

Produkt- und Farbänderungen sowie Druckfehler vorbehalten.

© 06/2022 · 10001976v.003