

# STIFTVERSORGUNGEN WURZELKANALBEHANDELTER ZÄHNE

## Ein wissenschaftliches und klinisches Update – Teil 2

Prof. Dr. Rudolf Beer

>>> Die Forderung nach Stiften mit biomechanischen Eigenschaften ähnlich denen des Dentins ließ die Industrie Anfang der Neunzigerjahre Stifte mit dentinähnlichem E-Modul entwickeln, nachdem der abrupte Übergang von unterschiedlichen Elastizitätsmodulen in einer mit keramischen oder metallischen Stiften versehenen Zahnwurzel im Verdacht stand, nach mehrjähriger Belastung unter klinischer Funktion Wurzelfrakturen zu verursachen. Aus biomechanischen Gesichtspunkten erscheint daher ein Werkstoff mit ähnlichem Elastizitätsmodul wie Dentin optimal zu sein, wenn er zudem noch adhäsiv zementiert werden kann (Karna 1996, Purton und Love 1996, Dean et al. 1998, Rosentritt et al. 2000). Ein mit Karbon-, Glas- oder Quarzfasern verstärkter Epoxid-

kunststoff erfüllt derzeit nahezu diese Kriterien (Torbjörner et al. 1996). Allerdings besitzen faserverstärkte Stifte in Verbindung mit Kompositaufbauten eine geringere Bruchfestigkeit als metallische und keramische Aufbauten. Dafür tritt jedoch bei faserverstärkten Stiften ein Versagensmodus auf, der den endodontisch behandelten Zahn von Wurzelfrakturen verschont (Dean et al. 1998, Mannocci et al. 1999). Bei diesem Modus bricht der Stift nicht wie gewohnt an der Bruchfläche völlig ab, sondern verliert lediglich die Integrität zwischen den Fasern. Die Fasern brechen dadurch nicht ab, sondern können aneinander vorbeigleiten. Sie verleihen dem überlasteten Stift eine hohe Flexibilität und schützen damit die Wurzel vor der Übertragung zu hoher

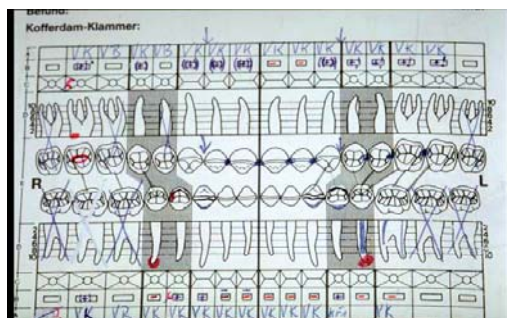


Abb. 1: Befundblatt zu Beginn der Behandlung.



Abb. 2: Präprothetisches OPG mit diversen endodontischen Problemen.

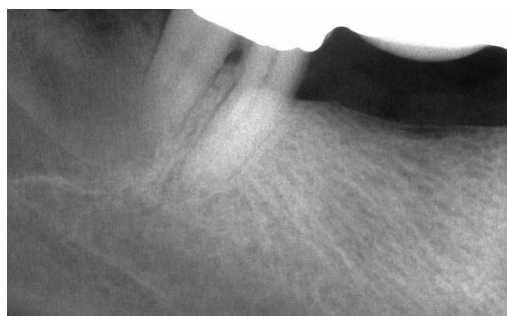


Abb. 3: Zustand nach chirurgischer Entfernung des Zahnes 48, der bereits deutliche Resorptionen der distalen Wurzel an 47 bewirkt hatte.

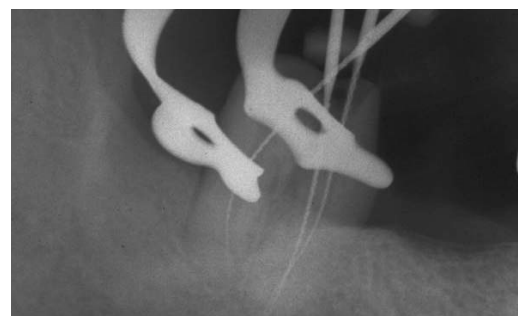


Abb. 4: Wurzelkanalaufbereitung und Längenmessung an 47.



Abb. 5: Kanalinstrumentation bis zur Größe 30 unter ausreichender Spülung mit 1% NaOCl und 20%iger Zitronensäure.

Abb. 6: Kontrolle nach der kompletten Instrumentation aller drei Wurzelkanäle.

Abb. 7: Einmessen der Guttaperchamasterpoints.

Spannungsspitzen, die zu einer Wurzelfraktur führen würden. Im Falle einer Stiftfraktur lassen sich die Stifte durch ihre Zerstörung mit der korrespondierenden Wurzelkanal-Präparationsfräse leicht wieder entfernen und der Zahn ist anschließend erneut versorgbar. Obwohl die biomechanischen Eigenschaften vielversprechend bewertet werden, fehlen derzeit noch die klinischen Langzeiterfahrungen (Ottl et al. 2002, Janssen und Hülsmann 2003, King et al. 2003). Seit vielen Jahren werden Karbonfasern als Verstärkungsfasern für verschiedene prothetische Therapiemittel genutzt (Malquarti et al. 1990, Viglue et al. 1994, Purton und Payne 1996). Anfang der Neunzigerjahre begann die Entwicklung von Wurzelkanalstiften aus karbonfaserverstärkten Kompositmaterialien. Die Verwendung von Karbonfasern für die Herstellung präfabrizierter Stifte bietet eine Reihe von Vorteilen, wie Biokompatibilität, Korrosionsfestigkeit,

dem Dentin ähnliche mechanische Eigenschaften (King und Setchell 1990, Sorensen und Engelman 1990) und die Option auf einfache Entfernbarkeit aus dem Kanal (Purton und Payne 1996, Purton und Love 1996). Nachteile dieser Stifte sind sowohl ihre dunkle Farbe als auch ihre nicht vorhandene Radioopazität. McDonald et al. (1990) verglichen die Bruchfestigkeiten von Zähnen, die unter Zuhilfenahme von Stahlstiften und Karbonfaserstiften restauriert wurden, mit denen von weitgehend intakten wurzelbehandelten Zähnen. Dabei fanden sie keine signifikanten Unterschiede. Sowohl Isidor und Brøndum (1992) als auch Isidor et al. (1996) verglichen gegossene Aufbauten mit Aufbauten aus parallelwandigen Metallstiften und Karbonfaserstiftaufbauten, jeweils in Verbindung mit einem Kronenstumpf aus Komposit. Die mit den gegossenen Aufbauten restaurierten Zähne frakturierten nach signifikant weniger Belas-

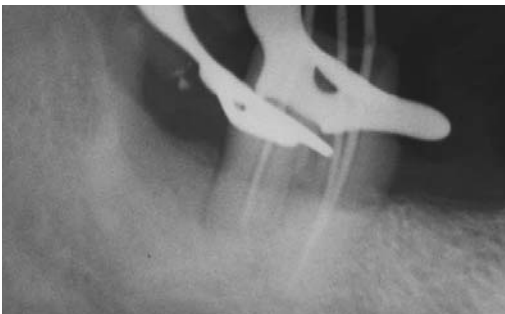


Abb. 8: Röntgenkontrolle der Guttaperchastifte (Masterpointaufnahme).



Abb. 9a: Nach der lateralen Kondensation werden die Guttaperchastifte koronal abgetrennt.

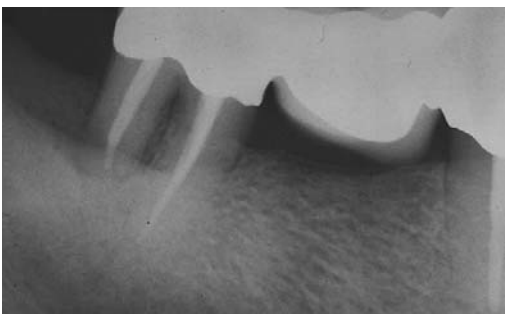


Abb. 9b: Röntgenkontrolle der Wurzelkanalfüllung des Zahnes 47 zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.



Abb. 10: Anschließend wird die Zugangskavität mit 1%igem Chlorhexidin gespült und mit einer Kompositfüllung verschlossen.



Abb. 11: Zahn 45 wurde koronal mit Gates-Gliddenbohrer step-down erweitert.



Abb. 12: Anschließend wurde der Kanalar auf der ganzen Länge bis Größe 50 erweitert



Abb. 13: Die Spülung erfolgte unterstützend mittels Ultraschall.

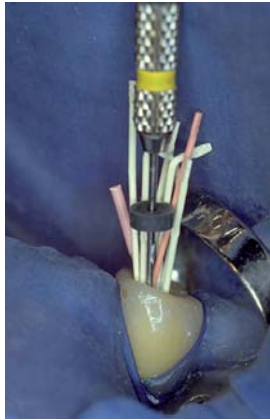


Abb. 14: Nach einwöchiger Zwischen-einlage erfolgte die Kanalfüllung mittels lateraler Kondensation.

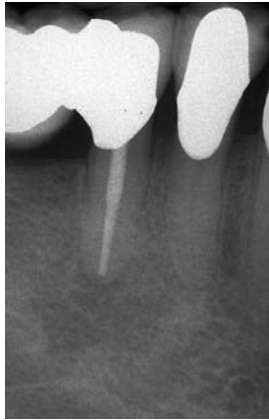


Abb. 15: Kontrolle der Wurzelkanalbehandlung zwei Jahre nach Behandlungsbeginn mit kompletter Regeneration der periapikalen Aufhellung.

tungszyklen als die Zähne mit den direkt hergestellten Aufbauten. Die höchste Belastungsverträglichkeit wurde für die Gruppe der mit Karbonfaserstiften und Komposit aufgebauten Zähne festgestellt. In der Gruppe mit den gegossenen Aufbauten dominierten die tiefen Schrägfrakturen, wogegen bei den direkt hergestellten Aufbauten unter Verwendung parallelwandiger Metallstifte Horizontalfrakturen vorherrschten. Sidoli et al. (1997) führten Untersuchungen an oberen mittleren Schneidezähnen und unteren Eckzähnen durch. Sie verglichen parallelwandige Stahl- und Karbonfaserstifte jeweils mit einem Kronenstumpf aus Komposit. Dabei widerstanden die mit den metallischen Aufbauten versorgten Zähne höheren Belastungen als jene mit den Karbonfaserstiftaufbauten. Jedoch herrschten bei den metallischen Aufbauten tiefe Horizontalfrakturen vor, während es bei den mit Karbonfaserstiftaufbauten versorgten Zähnen zu keiner Frakturteilnahme der Zahnhartsubstanz kam. Martinez-Insua et al. (1998) versorgten eine Gruppe einwurzeliger Prämolaren mit gegossenen Aufbauten unter Verwendung parallelwandiger Stifte. Für eine andere Versuchsgruppe wurden Karbonfaserstifte in Verbindung mit einem Kompositaufbau verwendet. Die Kontrollgruppe mit den gegossenen Aufbauten widerstand höheren Belastungen als die Karbonfaserstiftgruppe. Allerdings kam es in fast allen Fällen zu einer Beteiligung der Zahnwurzel, währenddessen bei den Frakturen der Karbonfaserstifte die Zahnwurzel nicht beteiligt und damit erneut versorgbar war. King und Setchell (1990), Dean et al. (1998) sowie Ottl et al. (2002) ermittelten dagegen bei Zähnen, die Aufbauten mit Karbonfaserstiften erhielten, höhere Frakturwiderstände gegenüber Zähnen, die konventionell mit Metallstiften versorgt wurden. Die Wurzelbruchrate von Zähnen, die unter Verwendung von karbonfaserverstärkten Stiften restauriert wurden, wird in der Literatur fast einheitlich als sehr gering angegeben. Wenn Brüche auftreten, dann verlaufen sie in der

Regel so günstig, dass der Zahn mithilfe eines neu applizierten Stiftes wiederholt versorgt werden kann (King und Setchell 1990, Dean et al. 1998, Martinez-Insua et al. 1998, Mannoeci et al. 1999). Klinische Nachuntersuchungen lieferten bisher gute Ergebnisse mit karbonfaserverstärkten Stiften. So untersuchten Fredriksson et al. (1998) 236 von sieben schwedischen Zahnärzten behandelte Patienten, die mit dem Composipost-System versorgt wurden. Die durchschnittliche Liegedauer dieser Karbonfaserstiftaufbauten betrug 32 Monate. In dieser Zeit mussten 2% der Zähne aus Gründen, die nichts mit der Stiftversorgung zu tun hatten, entfernt werden. Die restlichen 98% wurden als klinisch erfolgreich eingestuft. Während dieser Zeit kam es zu keinen Stift- und



Abb. 16a: Brückenrekonstruktion in Regio 47 nach 45 zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.



Abb. 16b: Präendodontische Röntgenaufnahme mit insuffizienter Wurzelkanalfüllung an 36 sowie Goldstiftfüllung und apikaler Resektion an 35.





Abb. 17: Entfernen der Guttaperchafüllung nach Anlösen mit Eucalyptol mittels Gates-Glidden.

Wurzelfrakturen, keinem Stiftverlust sowie keinen klinisch und röntgenologisch feststellbaren pathologischen Befunden. Raygot et al. (2001) konnten keine Unterschiede in der Frakturfestigkeit zwischen mit Karbonfaserstiftaufbauten und metallischen Aufbauten versorgten Zähnen erkennen. Ästhetisch bedingt finden die Karbonfaserstifte heute nur noch wenig Anwendung (Bateman et al. 2003).

Glasfaserstifte bestehen aus Glasfasern, die in eine Komposit- oder Epoxidharzmatrix eingebettet sind. Eine neuere Variante sind Glasfasern in einer nichtpolymerisierten Kompositmatrix. Der Stift ist zunächst flexibel und soll sich mit adhäsiven Befestigungskompositen verbinden können (Manocci et al. 2005). Glasfaserverstärkte Wurzelkanalstifte sind nicht nur unter ästhetischen Gesichtspunkten Metall-, Karbon- oder Keramikstiften überlegen. Sie werden aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften unter den derzeit zur Verfügung stehenden Materialien von vielen praktisch tätigen Zahnärzten favorisiert. Adhäsiv befestigte Glasfaserstifte ermöglichen die ästhetische Rekonstruktion avitaler Zähne bei größtmöglichem Erhalt der Zahnhartsubstanz. Die Fasern können aus Gläsern verschiedener Güte hergestellt werden, die dadurch den Kunststoffstiften unterschiedliche physikalische Eigenschaften verleihen. So lassen sich die Druck-, Biege-, Zug- und Schlagfestigkeit der Stifte durch die Faserqualität, aber auch durch ihren Volumenanteil am Stift und ihre Verbundeigenschaften zur Matrix ändern. Hinsichtlich ästhetischer Gesichtspunkte werden sie gegenüber den Karbonfasern bevorzugt (Rosentritt et al. 2000, Akkayan und Gülmez

2002). Aus der Anwendung in vielfältigen Bereichen ist bekannt, dass sich Glasfasern durch ihre hohe Lichtdurchlässigkeit und Lichtleitung auszeichnen, sodass durch ihre Verwendung in Faserstiften der Befestigungskunststoff auch in tiefergehenden Bereichen des Wurzelkanals mittels UV-Strahlung ausgehärtet werden kann (Vichi et al. 2001). Sie besitzen eine hohe Zugfestigkeit und chemische Beständigkeit, sind allerdings sehr spröde (Ellakwa et al. 2002). Allerdings existieren bisher nicht sehr viele labortechnische Studien. Eine eindeutige Überlegenheit von Glasfaserstiften ist aus ihnen bisher nicht zu erkennen. Sirimai et al. (1999) fanden weniger Vertikalfrakturen bei der Verwendung von individuell hergestellten Faserstiften, die allerdings auch die geringste Stabilität aller verwendeten Stiftaufbausysteme aufwiesen. Der gegossene metallische Aufbau präsentierte sich als das stabilste Aufbausystem. Cormier et al. (2001) ermittelten für Zähne, die mit Glasfaserstiften versorgt wurden, niedrigere Bruchfestigkeitswerte als für Zähne mit metallischen Stiftaufbauten. Allerdings wiesen fast alle mit metallischen Aufbauten versorgten Zähne derartig ungünstige Frakturen auf, dass deren anschließende Neuversorgung nicht mehr möglich war. Bei den mit Glasfaserstiften versorgten Zähnen hingegen zeichneten sich überwiegend vorteilhafte Frakturen ab, die eine erneute Versorgung ermöglichten. Erste klinische Untersuchungen führten bei entsprechender Indikationsstellung zu guten Resultaten (Malferrari et al. 2003).

Akkayan und Gülmez (2002) verglichen die Frakturfestigkeiten verschiedener Stiftsysteme. Dabei wies

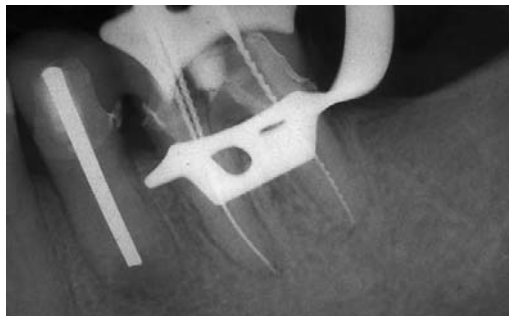


Abb. 18: Röntgenmessaufnahme nach kompletter Entfernung der alten Guttaperchafüllung an 36.



Abb. 19: Röntgenkontrolle zwei Jahre nach Behandlungsbeginn mit Regeneration der periapikalen Aufhellung.



Abb. 20: Kontrolle der Versorgung mit Einzelzahnkronen der Region 35/36 zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.

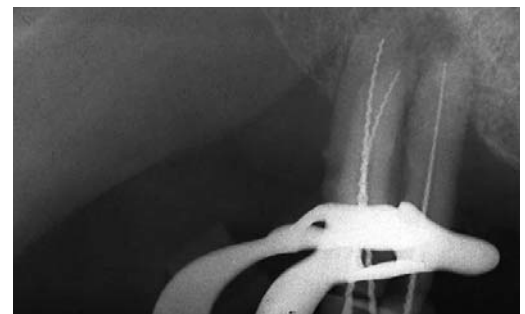


Abb. 21: Röntgenmessaufnahme während der Kanalinstrumentation an Zahn 17.



Abb. 22: Kontrollröntgenbild nach Wurzelkanalbehandlung des Zahnes 17.



Abb. 23: Die beiden mesialen Wurzeln wurden aufgrund der bis zum Apex reichenden marginalen Parodontitis amputiert.



Abb. 24: Röntgenkontrolle nach Amputation der mesialen Wurzeln sowie einer Stiftversorgung der palatinalen Wurzel.

das Titan-Stiftsystem die geringste Frakturfestigkeit und die für eine Wiederversorgung ungünstigsten Frakturmuster auf. Die höchste Festigkeit konnte für die Gruppe der Quarzfaserstifte gemessen werden. Glasfaserstifte und Keramikstifte wiesen dagegen niedrigere Festigkeitswerte auf, die allerdings höher waren als die des Titan-Stiftsystems. Bei den Quarzfaserstiften und Glasfaserstiften konnten allerdings für eine Neuversorgung vorteilhaftere Frakturmuster als bei Keramik- und Titanstiften registriert werden. Newman et al. (2003) zeigten, dass metallische Aufbauten zwar stabiler als Glasfaserstiftaufbauten sind, jedoch der Frakturmodus im Hinblick auf den Erhalt der verbliebenen Zahnstruktur bei den metallischen Aufbauten ungünstiger ist. Lassila et al. (2004) ermittelten für Glas- und Kohlenstoffstifte einen linearen Unterschied zwischen dem Frakturwiderstand des Stiftes und dessen Durchmesser. Auch Rosentritt et al. (2004) ermittelten in einer Studie an oberen Frontzähnen keine gravierend unterschiedlichen Bruchfestigkeitswerte für vollkeramische Stiftstumpfaufbausysteme und für Aufbauten mit Glasfaserstiften. Die mit diesen beiden Stiftsystemen versorgten Zähne wiesen jedoch im Gegensatz zu den Zähnen, die mit Titanstiften versorgt wurden, signifikant höhere Bruchfestigkeitswerte auf. Goto et al. (2005) versorgten Frontzähne mit Aufbauten aus Glasfaserstiften und Komposit, gegossenen Aufbauten aus einer Goldlegierung und Aufbauten aus Titanstiften mit einem Kronenstumpf aus Komposit. Alle Zähne erhielten Kronen und wurden anschließend einem zyklischen Belastungstest un-

terworfen. Hierbei zeigten die Zähne mit den Glasfaserstiftaufbauten die größte Belastungsverträglichkeit bis zur Dezentementierung der Kronen. Naumann et al. (2005) inserierten bei 83 Patienten insgesamt 105 konische und zylindrische Glasfaserstifte. Sie stellen eine Misserfolgsrate von 3,8% nach zwölf Monaten sowie von 12,8% nach 24 Monaten fest. Dabei war zwischen beiden Stiftformen kein Unterschied erkennbar. Die Hauptursachen für die Misserfolge waren Frakturen der Glasfaserstifte sowie der Verlust der Stiftretention. Die Mehrzahl der von den Misserfolgen betroffenen Zähne erwies sich als erneut versorgbar.

Qing et al. (2007) applizierten in endodontisch behandelte Zähne Glasfaserstifte, Zirkonstifte und gegossene Aufbauten aus einer Chrom-Nickel-Legierung. Auch hier besaßen alle Zähne ein einheitliches Ferrule-Design von 2 mm Höhe. Es zeigte sich, dass die Zähne mit den gegossenen Chrom-Nickel-Aufbauten den höchsten Frakturwiderstand aufwiesen. Bei allen Zähnen kam es beim Bruchversuch zu Wurzelfrakturen. Naumann et al. (2007) versorgten 45 Patienten mit Titanstiften und 46 Patienten mit Glasfaserstiften, jeweils in Verbindung mit Kompositaufbauten. Alle Stifte hatten einen einheitlichen Durchmesser von 1,4 mm sowie eine einheitliche Länge von 13 mm und wurden jeweils 8 mm tief inseriert. Sämtliche Zähne wiesen ein ausreichendes Ferrule-Design von 2 mm Höhe auf. Nach drei Jahren war kein Misserfolg zu verzeichnen. Beide Materialkombinationen erwiesen sich als gleichermaßen erfolgreich. Naumann et al. (2007a) untersuchten den Einfluss des Ferrule-Effektes sowie der Steifheit des Stiftmaterials auf den Frakturwiderstand endodontisch behandelter Zähne. Sie konnten keinen Einfluss der Rigidität verschiedener Stiftmaterialien auf den Frakturwiderstand beobachten. Hingegen zeigten jene Zähne den höchsten Frakturwiderstand, bei denen die Stiftapplikation in Verbindung mit der Anlage eines ausreichenden Ferrule-Designs erfolgte. Asmussen et al. (2005) wiesen nach, dass parallelwandige und adhäsiv befestigte Stifte weniger Stress auf das Dentin übertragen als konische und nichtadhäsiv befestigte. Der auf das Dentin übertragene Stress ist abhängig vom



Abb. 25a: Prothetische Rekonstruktion des ersten Quadranten zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.



Abb. 25b: Kontrolle der prothetischen Neuversorgung im Oberkiefer zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.

Stiftdurchmesser, der Stiftlänge und dem Elastizitätsmodul des Stiftes. Je kürzer der Stift und je kleiner sein E-Modul ist, desto größer ist der auf das Dentin übertragene Stress. Ein längerer Stift reduziert den Dentinstress, verlagert allerdings den Bereich der maximalen Stresseinwirkung in die Apikalregion der Wurzel. In den von Galhano et al. (2005) durchgeführten Biegefestigkeitsuntersuchungen konnte eine leichte Überlegenheit der Quarzfaserstifte gegenüber Glasfaserstiften erkannt werden. Balbosh und Kern (2006) konnten durch Zugfestigkeitstests nachweisen, dass es möglich ist, höhere Retentionswerte zu erzielen, wenn die Glasfaserstiftoberfläche vor Befestigung des Stiftes im Kanal einer kinetischen Präparation mit Aluminiumoxidpartikeln unterzogen wird. Stricker und Göhring (2006) konnten feststellen, dass tief zerstörte einwurzelige Zähne ein vorteilhafteres Frakturverhalten zeigen, wenn sie nicht mit Metall- oder Vollkeramikronen, sondern mit Kompositkronen versorgt werden. Die jeweilige Substruktur in Form verschiedener Stiftversorgungen hatte auf das Frakturverhalten keinen Einfluss. D'Arcangelo et al. (2007) beschäftigten sich mit dem Einfluss verschiedener Oberflächenkonditionierungen auf die Biegefestigkeit und das Elastizitätsmodul verschiedener Faserstifttypen. Weder die Silanisierung, die Ätzung mit Flusssäure, noch das Abstrahlen mit Aluminiumoxidpartikeln hatten einen signifikanten Einfluss auf diese Parameter. Lediglich die unterschiedliche Materialzusammensetzung der untersuchten Faserstifte beeinflusste die Biegefestigkeit und das Elastizitätsmodul. Auch Isidor et al. (1999) vertraten die Auffassung, dass der Ferrule-Effekt für den Erfolg der restaurativen Versorgung des endodontisch behandelten Zahnes eine entscheidende Rolle spielt. Jung et al. (2007) klassifizierten die Frakturmuster der Zähne nach der Frakturausbreitung. Sie wiesen in Farbstoffpenetrationstests nach, dass es bei Glasfaser- und Keramikstiften zu weniger Mikroleakage zwischen Stift und Kanalwand unter dynamischer Belastung kommt. Die gegossenen Aufbauten zeigten durch ihre geringere Adhäsion zur Kanalwand eine größere Menge an Undichtigkeiten. Bei Glasfaser- und Keramikstiften



Abb. 26: Kontrolle der prothetischen Neuversorgung im Unterkiefer zwei Jahre nach Behandlungsbeginn.

traten vermehrt Frakturmuster auf, die für eine Wiederversorgbarkeit der frakturierten Zähne günstig waren. Die keramischen Stifte frakturierten bei der geringsten Zahl an Lastzyklen. Nothduft et al. (2008) führten eine Studie an 48 einwurzeligen wurzelbehandelten Prämolaren mit MO-Kavitäten durch. Die Zähne wurden mit verschiedenen Stiften versorgt und anschließend direkt mit Komposit aufgebaut. Acht gesunde Zähne dienten als Kontrollgruppe. Der Belastungswinkel betrug 45°. Dabei konnten die höchsten Belastungswerte für die Kontrollgruppe gemessen werden. Die erhaltenen Werte für die Gruppe der mit Quarzfaserstiften versorgten Zähne differierten nicht signifikant gegenüber denen der Kontrollgruppe. Für die Gruppen, in denen Glasfaserstifte und Titanschrauben verwendet wurden, konnten höhere Werte gemessen werden als in der Versuchsgruppe ohne Stiftapplikation. Die Glasfaserstiftgruppe zeigte keinen vorteilhafteren Frakturmodus als die anderen Gruppen. Daher schlussfolgerten die Autoren, dass die Verwendung von Stiften den Frakturwiderstand endodontisch behandelter Prämolaren mit MO-Kavitäten gegenüber der reinen Kompositversorgung steigert. Endodontisch behandelte Prämolaren mit MO-Kavitäten könnten ihrer Meinung nach durch die Verwendung von Quarzfaserstiften den Frakturwiderstand eines vergleichsweise gesunden Zahnes erreichen. Die Stiftsetzung bei endodontisch behandelten Prämolaren führt jedoch – im Vergleich mit Restaurationen ohne Stiftinsertion – zu einer höheren Zahl von unvorteilhaften Frakturen. <<<

## ➤ KONTAKT

Prof. Dr. Rudolf Beer  
Privatpraxis für Endodontie  
Gemeinschaftspraxis  
Drs. Beer  
Bochumer Str. 2-4  
45276 Essen  
www.dres-beer.de

und

Universität Witten/Herdecke  
Fakultät für Zahn-, Mund-  
und Kieferheilkunde  
Alfred-Herrhausen-Str. 50  
58448 Witten