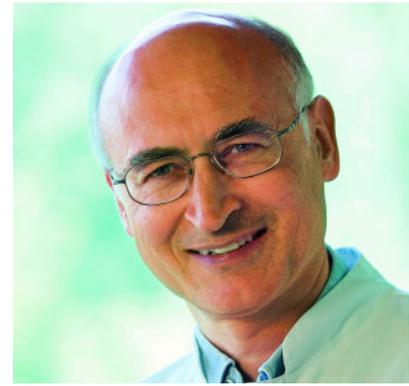


H.J. Staehle¹

„Caninisierung“ von Prämolaren

“Caninesation” of bicuspids



H.J. Staehle

Einführung: Bei Höckerfrakturen im Seitenzahn-
bereich stehen verschiedene Behandlungsoptionen zur
Verfügung.

Material und Methode: Es erfolgte anhand einer konkre-
ten Fallbeschreibung (palatinale Höckerfraktur eines Prämo-
laren mit tief subgingivalem Frakturverlauf) im Jahr 2010 ei-
ne Expertenbefragung über verschiedene Behandlungsoptio-
nen, die auf einem Symposium mit rund 100 Zahnärzten un-
ter Berücksichtigung des tatsächlich eingeschlagenen Be-
handlungswegs erörtert wurden.

Ergebnisse und Schlussfolgerung: Das Spektrum der Be-
handlungsvorschläge war heterogen und variierte im Hin-
blick auf die Invasivität der Vorgehensweise teilweise erheb-
lich. Die Vorschläge reichten von einer Odontoplastik im Sin-
ne einer „Caninisierung“ des Prämolaren bis hin zu einer
vollständigen restaurativen Zahnrekonstruktion nach chirur-
gischer Kronenverlängerung. Die Ergebnisse machen eine
gewisse Polarisierung in der zahnärztlichen Entscheidungsfin-
dung (defensiv versus offensiv) deutlich, die mit fachbezoge-
nen Argumenten allein nicht hinreichend begründbar er-
scheint.

(Dtsch Zahnärztl Z 2011, 66: 341–346)

*Schlüsselwörter: Höckerfrakturen, Therapieentscheidung,
Nutzen-Risiko-Abwägung*

Introduction: In treating cusp fractures a variety of treat-
ments stand at disposal.

Materials and method: Regarding the detailed descrip-
tion of a concrete case (palatine cusp fracture of a bicuspid
with deep subgingival fracture line) a number of experts
were questioned in 2010 on suggestions for various treat-
ment options which were discussed on a symposium with
100 participating dentists, concerning the actually initi-
ated treatment plan.

Results and conclusion: There was a heterogenous spec-
trum of treatment suggestions, with considerable variations
regarding invasive treatment. Treatment proposals ranged
from odontoplastic procedure meaning a „caninesation“
(changing of a bicuspid into a canine tooth) to a complete
restaurative reconstruction of the tooth after surgical exten-
sion of the crown. The results show a certain polarisation in
dental decision making (defensive versus offensive), which
seems to defy solely factual argumentation.

*Keywords: cusp fractures, treatment planning, decision making,
risk and benefit consideration*

¹ Poliklinik für Zahnerhaltungskunde (Ärztl. Direktor: Prof. Dr. Dr. H.J. Staehle) der Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Universitätsklinikums Heidelberg
DOI 10.3238/dzz.2011.0341



Abbildung 1 Klinische Ausgangssituation: Zustand nach palatinaler Höckerfraktur des vitalen Zahnes 24. Die Frakturlinie verläuft stark subgingival (An-

sicht von okklusal).

Figure 1 Clinical state before treatment: Palatinal cusp fracture of vital tooth 24. Fracture line significantly subgingival (occlusal view).



Abbildung 2 Der Prämolare (Zahn 24) wurde im Sinne einer Odontoplastik zu einem Eckzahn umgeformt („Caninisierung“). Die palatinalen Konkavität wurde mit einer geringen Menge Komposit adhäsiv aufgefüllt. Auf eine Rekonstruktion des palatinalen Höckers wurde verzichtet. Die gingivalwärts gerichteten Dentinareale blieben unversorgt. Klinische Kontrolluntersuchung nach 4 Wochen: Die parodontalen Verhältnisse stellen sich reizlos dar (palatinale Sondierungstiefe 1 mm, kein Bluten nach Sondieren) (Ansicht von okklusal).

Figure 2 Function of premolar (tooth 24) was transformed into that of a canine tooth („caninesation“). The palatinal concavity was filled with a small amount of adhesive composite. Reconstruction of a palatinal cusp was not deemed necessary. The gingival located dentine areas remained untreated. Clinical control examination after four weeks: periodontal depth probe 1 mm, no bleeding on probing (occlusal view).



Abbildung 3 Klinische Kontrolluntersuchung nach 4,5 Jahren. Es hat sich ein neuer palatinaler Gingivaverlauf etabliert. Die parodontalen Verhältnisse stellen sich nach wie vor reizlos dar (palatinale Sondierungstiefe 1 mm, kein Bluten nach Sondieren) (Ansicht von okklusal).

Figure 3 Clinical control examination after 4,5 years. A new palatinal gingiva formation has been established. Periodontal depth probe 1 mm, no bleeding on probing (occlusal view).



Abbildung 4 Klinische Kontrolluntersuchung nach 7 Jahren. Die parodontalen Verhältnisse stellen sich nach wie vor reizlos dar (palatinale Sondierungstiefe 1 mm, kein Bluten nach Sondieren) (Ansicht von okklusal).

Figure 4 Clinical control examination after 7 years. Periodontal depth probe 1 mm, no bleeding on probing (occlusal view).

Einleitung

Bei der Restauration von Seitenzähnen wird in der Regel auf eine vollständige Höcker-Rekonstruktion geachtet, um die funktionellen Gebissverhältnisse nicht zu beeinträchtigen. Dies trifft auch für die Versorgung von Höckerfrakturen zu, wobei hier aufgrund des Frakturverlaufs mitunter aufwändige vorbereitende Prozeduren (z. B. chirurgische Kronenverlängerung oder Extrusionsbehandlung bei tief subgingival liegenden Frakturen), die Risiken zusätzlicher iatrogenen Schädigungen beinhalten, eingeschlagen werden. Es stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, ob es im Einzelfall vertretbar ist, von gängigen Therapiestandards abzuweichen. In einer Expertenbefragung (Heidelberger APW-Kolloquium vom 4. Dezember 2010 mit circa 100 Teilnehmern) wurde diese Frage neben anderen Themen anhand einer Kasuistik erörtert [3].

Kasuistik

Ein 59-jähriger Patient stellt sich wegen einer palatinalen Höckerfraktur des Zahnes 24 zur Untersuchung, Beratung und gegebenenfalls Behandlung in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten des Universitätsklinikums Heidelberg beim Verfasser dieses Artikels vor.

1 Anamnese und Ärztliches Gespräch

1.1 Soziale Anamnese

Der Patient ist Lehrer. Er ist verheiratet und hat eine erwachsene Tochter.

1.2 Familienanamnese

Familiäre Häufungen von Zahnerkrankungen, z. B. genetisch bedingte Strukturschäden von Zähnen oder sonstige Gebissanomalien sind nicht bekannt.

1.3 Allgemeinmedizinische Anamnese

Es bestehen keine akuten oder chronischen Allgemeinerkrankungen.

Der Patient nimmt keine Medikamente ein.

1.4 Spezielle zahnärztliche Anamnese/Vorgeschichte

Der Patient erhielt im Lauf seines Lebens diverse zahnmedizinische Eingriffe, vornehmlich restaurativer Art, die jeweils ohne nennenswerte Komplikationen verliefen.

Die Gebiss-Situation erscheint seit Jahren stabil.

1.5 Spezielle Schmerzanamnese

Der Patient hat an dem frakturierten Zahn 24 eine geringgradige Überempfindlichkeit nach Kältereizen.

Zahnerhalter I	Höckerersatz aus Keramik
Zahnerhalter II	Chirurgische Freilegung der Frakturgrenze (eventuell Knochenresektion nötig), anschließend Aufbau mit Komposit. Als nachrangige Option eventuell Teilkrone bei schwierigen subgingivalen Verhältnissen
Prothetiker	Kontur ergänzen mit Komposit oder Keramikteilkrone, in jedem Fall außer Okklusion, eventuell Führung über 24 minimieren
Niedergelassener Zahnarzt	Klassische adhäsiv zu versorgende defektorientierte Keramikrestauration mit exzellenter Langzeitprognose, vor allem wenn Chairside direkt versorgt

Tabelle 1 Tabelle 1 Behandlungsvorschläge von Experten.

Table 1 Suggested treatments from expert dentists.

(Abb. 1–8, Tab. 1: H.J. Staehle)

1.6 Präventionsanamnese

Der Patient reinigt seine Zähne zweimal täglich mit einer Handzahnbürste und fluoridhaltiger Zahncreme. Zur Zahnzwischenraumreinigung verwendet er Zahnseide und individuell ausgesuchte Interdentalraumbürsten unterschiedlicher Größe. Zum Kochen wird in der Familie jodiertes und fluoridiertes Speisesalz genutzt. Hinweise auf zahnschädigende Ernährungsgewohnheiten liegen nicht vor. Der Patient ist Nichtraucher.

1.7 Ergebnisse des Ärztlichen Gesprächs, Anliegen des Patienten, besondere Erwartungen

Es handelt sich um einen gesundheitsbewusst und kooperativ erscheinenden Patienten. Er wünscht eine Untersuchung, Beratung und gegebenenfalls Behandlung des frakturierten Zahnes 24. Falls eine medizinische Notwendigkeit bestehe, wäre er fähig und bereit, auch eine sehr kostspielige Versorgung prothetischer, implantologischer oder sonstiger Art zu bezahlen. Am Geld solle eine für die Erhaltung der Mundgesundheit erforderliche Behandlung nicht scheitern.

2 Ausgangsbefunde

2.1 Extraorale Befunde

Es ließen sich keine pathologischen extraoralen Befunde erheben.

2.2 Intraorale Befunde

2.2.1 Allgemeine intraorale Befunde

Die Schleimhäute von Wangen, Zunge und Rachen stellten sich bei guter Befeuchtung unauffällig dar. Auch sonst fanden sich keine Anhaltspunkte für krankhafte Veränderungen.

2.2.2 Zahnstatus

Es lag ein vollständiges Gebiss mit Ausnahme der fehlenden Zähne 18, 28, 38, 46 und 48 vor.

2.2.3 Situation der Zahnhartsubstanzen

Das Gebiss zeigte keine kariösen Veränderungen. An einigen Zähnen fanden sich deutliche Zeichen von Erosionen, Abrasionen und (vor allem an den Eckzähnen) Attritionen. Vereinzelt fanden sich geringgradige keilförmige Defekte an den bukkalen Zahnhälsen. Am Zahn 24 lag eine unkomplizierte Kronen-Wurzelfraktur mit Abspaltung des palatinalen Höckers bis weit subgingival vor. Das Gebiss war – abgesehen von dem frakturierten Zahn 24 – frei von traumatisch bedingten Schäden sowie Form- und Strukturanomalien. Es lagen auch keine Zahnstellungsänderungen wie Kippungen oder Elongationen vor.

2.2.4 Befunde zur konservierend-restaurativen und prothetisch-restaurativen Situation

Das Gebiss wies an den Zähnen 17, 16, 26, 27, 37 und 36 zahnärztliche Restau-

rationen auf. Zur Versorgung der Lücke regio 46 befand sich eine Brücke 45–47 in situ. Die Restaurationen zeigten keine Mängel, die eine baldige Intervention nahegelegt hätten.

2.2.5 Befunde zur endodontischen Situation

Alle Zähne (einschließlich des Zahnes 24) reagierten im Kältetest (Kohlensäure-Schnee) positiv. Es fanden sich keine Farbveränderungen, Lockerungen oder Perkussionsempfindlichkeiten, die auf eine endodontische Erkrankung hindeuten können. Auch die Weichteile waren frei von Rötungen, Schwellungen oder Fistelbildungen.

2.2.6 Befunde zur parodontalen Situation

Die parodontale Untersuchung ergab generalisiert Sondierungstiefen zwischen 2 und 3 mm (kein Bluten nach Sondieren). Die Zähne wiesen keine erhöhten Lockerungsgrade auf. Insgesamt ergaben sich keine Hinweise auf aktuell vorliegende parodontale Erkrankungen, die einer Behandlung bedurft hätten.

2.2.7 Funktionsbefunde

Die klinische Funktionsuntersuchung blieb trotz der deutlichen Schliff-Facetten ohne gravierende pathologische Befunde. Es bestanden keine aktuellen Probleme z. B. Knirschen in der Nacht oder während besonderer Stress-Situationen. Der Patient war frei von Verspannungen



Abbildung 5 Klinische Kontrolluntersuchung nach 4,5 Jahren. Der Pfeil ist auf den „caninisierten“ Zahn 24 gerichtet (Ansicht von bukkal).

Figure 5 Clinical control examination after 4,5 years. The arrow is pointing to „caninized“ tooth 24 (buccal view).



Abbildung 6 Klinische Kontrolluntersuchung nach 7 Jahren. Der Pfeil ist auf den „caninisierten“ Zahn 24 gerichtet (Ansicht von bukkal).

Figure 6 Clinical control examination after 7 years. The arrow is pointing to „caninized“ tooth 24 (buccal view).

oder Schmerzen im Kopf-, Nacken-, Schulter- und Rückenbereich. Die Palpationsbefunde waren unauffällig, es bestanden keine Gelenk- oder Ohrgeräusche. Weder in zentraler Position noch in Protrusion oder Laterotrusion konnten relevante Störkontakte eruiert werden. Es ergaben sich keine Anhaltspunkte für arthrogene oder myogene Störungen, die funktionstherapeutische Interventionen nahegelegt hätten.

2.2.8 KFO-Befunde

Die Verzahnung des Patienten war neutral.

2.3 Befunde zum Aussehen

Es bestanden weder subjektiv (seitens des Patienten) noch objektiv (seitens der Einschätzung des Zahnarztes) Beeinträchtigungen des Aussehens.

2.4 Allgemeinmedizinische Befunde/Verhaltensbefunde/Einschätzung der Kooperation/Compliance

Es lagen keine Anhaltspunkte vor, die eine allgemeinmedizinische Untersuchung nahegelegt hätten. Die zahnärztliche Befundung verlief ohne jegliche Komplikationen. Es ergaben sich keine Hinweise (wie etwa Würgereiz, reduzierte Mundöffnung oder ähnliches), die auf eine eingeschränkte Behandelbarkeit hätten schließen lassen.

2.5 Photodokumentation

Der Ausgangszustand wurde photographisch dokumentiert (Abb. 1).

3 Behandlungsoptionen/Expertenbefragungen

Zu den Therapiekonzepten des hier vorgestellten Falls wurden im Vorfeld zu dem Symposium am 4. Dezember 2010 vier zahnärztliche Experten befragt (Zahnerhalter 1: R. Frankenberger, Marburg; Zahnerhalter 2: R. Hickel, München; Prothetiker: E.-J. Richter, Würzburg; niedergelassener Zahnarzt: B. Reiss, Malsch) (Tab. 1).

4 Durchgeführte Behandlungsmaßnahmen

Bei dem Patienten wurden am vitalen Zahn 24 eine Glättung scharfer Kanten sowie eine Odontoplastik im Sinne einer „Caninisierung“ vorgenommen. Die durch die Fraktur entstandene palatinale Konkavität mit einer möglicherweise nur noch dünnen pulpanahen Dentindecke wurde supragingival mit Komposit unter Anwendung der Adhäsivtechnik in geringer Schichtdicke aufgefüllt. Auf einen Höckeraufbau wurde ebenso verzichtet wie auf eine Versorgung der gingivalwärts gerichteten Dentinareale (Abb. 2). Die Okklusion wurde

geprüft und es wurde sichergestellt, dass der verbliebene bukkale Höckeranteil des Zahnes 24 weder in zentrischen noch in exzentrischen Positionen überbelastet war (insbesondere keine Führung bei Laterotrusionsbewegung). Zur Gewährleistung einer guten Plaquekontrolle wurden Interdentalraumbürsten solcher Größen ausgesucht, dass sich bei der Passage ein geringer Widerstand ergab, ohne Traumatisierungen auszulösen. Der Patient wurde entsprechend instruiert. Außerdem erfolgte eine Aufklärung zur Vermeidung weiterer erosiver und abrasiver Schäden.

5 Nachsorge

Der Patient wurde wenige Tage nach der Behandlung schmerzfrei und gewöhnte sich nach sehr kurzer Zeit an die neue Situation. Es kam zu keinerlei funktionellen oder ästhetischen Einschränkungen. Der Kaukomfort war vollumfänglich gegeben. Auch die Hygienefähigkeit war nicht eingeschränkt. Regelmäßige Nachuntersuchungen ergaben unauffällige Befunde. Es kam nicht zu Elongationen oder Kippungen von Zähnen im Ober- und Unterkiefer. Die Abbildungen 3 bis 8 zeigen die Ergebnisse bei Kontrolluntersuchungen 4,5 und 7 Jahre nach der Behandlung. Es wurde eine nicht-invasive Restauration des geringgradigen keilförmigen Defekts an Zahn



Abbildung 7 Röntgenkontrolle nach 4,5 Jahren. Der Pfeil ist auf den „caninisierten“ Zahn 24 gerichtet.

Figure 7 X-ray control after 4,5 years. Arrow is pointing to „caninized“ tooth 24.

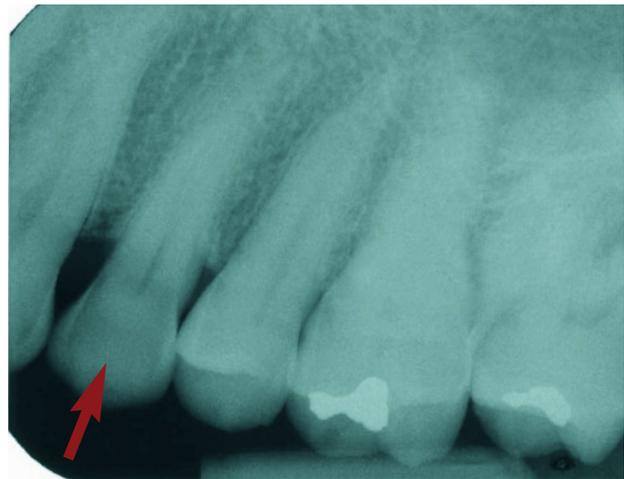


Abbildung 8 Röntgenkontrolle nach 7 Jahren. Der Pfeil ist auf den „caninisierten“ Zahn 24 gerichtet.

Figure 8 X-ray control after 7 years. Arrow is pointing to „caninized“ tooth 24.

24 bukkal erwogen, allerdings bislang noch nicht realisiert.

Diskussion

Das eingeschlagene Vorgehen wurde den Expertenempfehlungen gegenübergestellt und mit den Teilnehmern des Symposiums, die noch weitere Versorgungsoptionen (siehe Vorschläge, unten) ins Spiel brachten, eingehend diskutiert. Fasst man alle Vorschläge zusammen, ergeben sich unter anderem folgende Behandlungswege:

1. Chirurgische Kronenverlängerung (Freilegung der Frakturgrenze, ggf. mit Knochenresektion) und/oder Extrusionsbehandlung sowie nachfolgend defektbezogener Höckerersatz aus adhäsiv befestigter Keramik unter Berücksichtigung der biologischen Breite (Keramikteilkrone).
2. Höckerrekonturierung mittels Komposit nach chirurgischer Kronenverlängerung/Extrusionsbehandlung (siehe oben).
3. Konventionelle Teilüberkronung (Metall) oder konventionelle Vollüberkronung (VMK) unter Beachtung des Ferrule-Effekts und der biologischen Breite (chirurgische Kronenverlängerung/Extrusionsbehandlung, siehe oben).
4. Bei stark geschwächter Zahnhartsubstanz nach Kronenpräparation: Endodontische Behandlung, Stiftauf-

bau und nachfolgend Vollüberkronung unter Beachtung des Ferrule-Effekts und der biologischen Breite (chirurgische Kronenverlängerung/ Extrusionsbehandlung, siehe oben).

5. Odontoplastik (subtraktiv und additiv) im Sinne einer „Caninisierung“ unter Verzicht einer palatinalen Höckerrekonstruktion sowie Verzicht einer vollständigen Abdeckung des gingivalwärts gerichteten Dentins.

Die zum Teil deutliche Heterogenität dieser Behandlungsempfehlungen dürfte unter anderem darin begründet liegen, dass eine klare Nutzen-Risiko-Abwägung nur bedingt möglich ist.

Nutzen-Risiko-Abwägung bei Wiederherstellung der ursprünglichen Zahnform

Mögliche Vorteile/Nutzen:

- Ästhetische Rekonstruktion der ursprünglichen Zahnform
- Beibehaltung der zuvor vorhandenen Funktion
- Weitestgehende Abdeckung der Dentinwunde

Mögliche Nachteile/Risiken:

- Hohe Invasivität
- Verringerung der Stabilität durch weitere Opferung vorhandener Zahnschubstanz
- Fraktur/Verlust der neuen Restauration
- Erneute Höckerfraktur/Wurzelfraktur
- Im Fall chirurgischer Kronenverlängerung/Extrusion mögliche Komplikationen parodontaler und/oder endodontischer Art

- Hoher Behandlungsaufwand

Nutzen-Risiko-Abwägung bei einer Odontoplastik im Sinne einer „Caninisierung“

Mögliche Vorteile/Nutzen:

- Geringe Invasivität
- Keine Verringerung der Stabilität durch weitere Opferung vorhandener Zahnschubstanz
- Keine ästhetischen Nachteile
- Geringer Behandlungsaufwand

Mögliche Nachteile/Risiken:

- Fehlende Rekonstruktion der ursprünglichen Zahnform
- Veränderung der funktionellen Beziehungen/Einschränkung des Kaukomforts
- Belassung freiliegenden Dentins

Diese Gegenüberstellung von Nutzen und Risiken macht deutlich, dass es in der beschriebenen klinischen Situation kaum möglich ist, eine eindeutig „richtige“ oder „falsche“ Behandlung auszumachen.

Eine Höckerrekonstruktion mit gängigen Restaurationsverfahren nach chirurgischer Kronenverlängerung und/oder Extrusionsbehandlung [7] zur Gewährleistung der biologischen Breite [2] wäre als hinreichend evidenzbasierte „lege artis“-Versorgung zu bezeichnen [5].

Im Fall einer Überkronung müsste neben der Beachtung des Prinzips der biologischen Breite auch der Ferrule-Ef-

fekt zur Stabilisierung der restlichen Zahnschubstanz gewährleistet werden, was umfangreiche Präparationsmaßnahmen erfordert [6, 9]. Somit wäre diese offensive Vorgehensweise mit einer hohen Invasivität und einem beträchtlichen Aufwand verbunden.

Eine Odontoplastik im Sinne einer „Caninisierung“ steht hinsichtlich der Evidenz-Absicherung auf schwachen Füßen. Andererseits war diese defensive Vorgehensweise mit einer geringen Invasivität und einem niedrigen Aufwand verbunden.

Die Diskussion auf dem Symposium ergab, dass eine weitere Reihe von Gesichtspunkten beachtet werden muss, um zu einer sachgerechten Entscheidung zu kommen. So wäre beispielsweise bei einem jüngeren Patienten (großes Pulpakavum, weit offene Dentintubuli) mit gleicher Zahnfraktur bezüglich der Versorgung der Dentinwunde unter Umständen

anders zu verfahren als bei einem älteren Patienten, was auch in der Literatur thematisiert wird [5]. Falls der betroffene Zahn bereits endodontisch versorgt gewesen wäre, hätten sich andere Optionen ergeben als bei einem noch vitalen Zahn. Je nach Ausmaß der funktionellen Belastung im Verhältnis zur Belastbarkeit der Zähne erschien die Prognoseeinschätzung über die Stabilität einer neuen Versorgung bzw. des Risikos einer erneuten Höcker- oder gar Wurzelfraktur sehr variabel. Auch in der Literatur wird die Frage, ob beispielsweise durch Stiftaufbauten die Frakturresistenz verbessert werden kann, nicht einheitlich beantwortet [1, 4, 8].

Schließlich konnte herausgearbeitet werden, dass der einzuschlagende Behandlungsweg auch von subjektiven Erwägungen und Vorlieben des behandelnden Zahnarztes abhängig ist. So ergab die Frage an die Teilnehmer, wie sie entscheiden würden, wenn ihr eigener

Zahn betroffen wäre, dass trotz der Vorteile einer offensiven, höher invasiven Intervention eine defensive, geringer invasive Vorgehensweise durchaus ihren Reiz hat und auch vor diesem Hintergrund von manchem Kollegen als „vertretbar“ angesehen wird. DZZ

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Hans Jörg Staehle
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der
Mund-, Zahn- und Kieferklinik des Uni-
versitätsklinikums Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg
E-Mail: hans-joerg.staehle@med.uni-
heidelberg.de

Literatur

1. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LVJ, Vallittu PK, Creugers NHJ: Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 38, 230–237 (2005)
2. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B: Dimensions and relations of dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 32, 261–267 (1961)
3. Heidelberger APW-Kolloquium der Akademie Praxis und Wissenschaft in der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Heidelberg 2010
4. Khaled Al-Omiri M, Abdelaziz Mahmoud A, Ramadan Rayyan M, Abu-Hammad O: Fracture Resistance of teeth restored with post-retained restorations: an Overview. *J Endod* 36, 1439–1449 (2010)
5. Krastl G, Weiger R: Kronen-Wurzel-Frakturen. *Quintessenz* 60, 573–582 (2009)
6. Libman WJ, Nicholls JI: Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont* 8, 155–161 (1995)
7. Pontoriero R, Celenza Jr F, Ricci G, Cornevale G: Rapid extrusion with fiber resection: a combined orthodontic-periodontic treatment modality. *Int J Periodont Rest Dent* 7 (5), 31–43 (1987)
8. Schmitter M, Rammelsberg P, Lenz J, Scheuber S, Schweizerhof K, Rues S: Teeth restored using fiber-reinforced posts: In vitro fracture tests and finite element analysis. *Acta Biomaterials* 6, 3747–3754 (2010)
9. Sorensen JA, Engelman MJ: Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 63, 529–536 (1990)