

Aus dem
Institut für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Glasfaserverstärkte Kompositstifte zur postendodontischen
Rekonstruktion oberer mittlerer Schneidezähne
mit Vollkeramikronen**

Eine vergleichende In-vitro-Untersuchung zum Einfluss von Stiftmaterial und
Belastungsmethode auf Belastbarkeit und Frakturverhalten

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité –
Universitätsmedizin Berlin

von
Guido Sterzenbach
aus Dresden

Gutachter: 1.: Prof. Dr. K.-P. Lange
2.: Prof. Dr. med. dent. H. Küpper
3.: Priv.-Doz. Dr. med. dent. S. Reich

Datum der Promotion: 22.06.2007

Meinen Eltern
Silja und Milo

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	7
2	Literaturübersicht	9
2.1	Die Problematik des endodontisch behandelten Zahnes (EBZ)	9
2.1.1	Endodontischer Misserfolg	9
2.1.2	Prothetischer Misserfolg	10
2.2	Eigenschaften nach Wurzelkanalbehandlung (WKB)	11
2.2.1	Mechanische Belastbarkeit	11
2.2.2	Verlust der Propriozeption	11
2.2.3	Veränderungen der biomechanischen Parameter des Wurzeldentins	12
2.3	Einteilung der Aufbaustifte	13
2.3.1	Aktive Stiftsysteme, erste Generation	13
2.3.2	SSA aus Metall, zweite Generation	14
2.3.3	SSA aus Keramik, dritte Generation	14
2.3.4	Faserverstärkte Kompositstifte, dritte Generation	15
2.4	Befestigung von Aufbaustiften	19
2.4.1	Befestigungskomposite	20
2.4.2	Dentinhaftung	22
2.4.3	Adhäsiver Verbund zum Wurzelkanalentin	23
2.4.4	Adhäsiver Verbund zum faserverstärkten Aufbaustift	25
2.5	In-vitro-Untersuchungen zur maximalen Belastbarkeit	25
2.5.1	Linear steigende Belastung	26
2.5.2	Zyklische Belastung	27
3	Problemstellung	31
4	Material und Methode	33
4.1	Probenauswahl	33
4.2	Gruppeneinteilung	33
4.3	Herstellung der Probenzähne	34
4.3.1	Endodontische Aufbereitung	34
4.3.2	Stiftsetzung	35

4.3.3	Aufbauherstellung	39
4.3.4	Stumpfpräparation	39
4.3.5	Kronenherstellung	40
4.3.6	Zementieren der Vollkeramikronen	42
4.4	Einbettung der Probenkörper	42
4.5	Simulation der Probenalterung	43
4.5.1	Kausimulation	43
4.5.2	Temperaturwechselbadbelastung (TWB)	43
4.6	Bruchversuche	44
4.6.1	Probenhalterung	44
4.6.2	Versuchsablauf	44
4.7	Auswertung	46
4.7.1	Statistik	48
5	Ergebnisse	49
5.1	Quantitative Auswertung	49
5.1.1	Einfluss des Stiftmaterials auf die maximale Belastbarkeit	51
5.1.2	Einfluss des Befestigungszementes auf die maximale Belastbarkeit	52
5.1.3	Einfluss der Belastungsmethode auf die maximale Belastbarkeit	53
5.1.4	Auswertung der errechneten Variable ‚kumulierte Kraft‘	55
5.1.5	Einfluss der Steifigkeit des Stiftmaterials auf die Steifigkeit des Gesamtsystems	56
5.2	Qualitative Auswertung	58
5.2.1	Vergleich der Frakturmuster aller Gruppen	58
5.2.2	Häufigkeiten der Frakturmuster	60
5.2.3	Vergleich der Frakturmuster unter dem Aspekt der klinischen Relevanz	65
5.2.4	Auswertung der Frakturmuster unter Berücksichtigung der klinischen Prognose bei maximal physiologischer Belastung	68
5.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	69
6	Diskussion	70
6.1	Auswahl der Zähne	70
6.2	Gruppeneinteilung	71
6.3	Materialien	71

6.4	Herstellung der Probekörper	75
6.4.1	Endodontische Aufbereitung	75
6.4.2	Stumpfaufbau und Präparation zur Aufnahme der Vollkeramikkrone	76
6.4.3	Kronenversorgung	78
6.4.4	Probeneinbettung	79
6.5	Belastungsmethode	79
6.5.1	Linear steigende Belastung	79
6.5.2	Kausimulation	80
6.5.3	Zyklisch steigende Belastung nach TWB	81
6.6	Modell des konstruierten E-Moduls	82
6.7	Einfluss des Stiftmaterials auf die maximale Belastbarkeit	84
6.8	Einfluss des Befestigungszementes auf die Belastbarkeit	86
6.9	Einfluss der Belastungsmethode auf die Belastbarkeit	88
6.9.1	Lineare Belastung nach Kausimulation	88
6.9.2	Zyklische Belastung	89
6.9.3	Vergleichende Wertung der Belastungsmethoden	89
6.10	Einfluss der Steifigkeit des Stiftmaterials auf die Gesamtsteifigkeit	92
6.11	Einfluss des Stiftmaterials auf die Frakturmuster	93
7	Schlussfolgerung	98
8	Zusammenfassung	100
9	Summary	104
10	Literaturverzeichnis	108
11	Anhang	134
11.1	Abkürzungsverzeichnis	134
11.2	Materialliste	134
11.3	Veröffentlichungen aus der Dissertation	139
11.4	Danksagung	139

11 Anhang

11.1 Abkürzungsverzeichnis

EBZ	endodontisch behandelter Zahn
SZG	Schmelz-Zementgrenze
TML	thermomechanische Wechsellast (Kausimulation)
TWB	Temperaturwechselbadbelastung
SSA	Stiftstumpaufbau
WKB	Wurzelkanalbehandlung
F	Kraft
A	Fläche
Z	Zyklus
I _y	Flächenträgheitsmoment
E-Modul	Elastizitätsmodul
UV-Licht	ultraviolettes Licht
CFRC	karbonfaserverstärktes Komposit
QFRC	quarzfaser verstärktes Komposit
GFRC	glasfaserverstärktes Komposit
ISO	International Organisation for Standardization
n	Anzahl
SD	Standartabweichung
min.	Minimum
max.	Maximum
∅	Durchmesser

11.2 Materialliste

1. 20% Isopropanol
2. M 23 A
A. DEPPELER S.A., CH-1180 Rolle
3. digitaler Messschieber
Esska Maschinen Vertriebs GmbH, D-22113 Hamburg
4. diamantierter Zylinder rund, 06881.314.014
Komēt, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo

-
5. K-Feile, Nr. 53
VDW-Antaeos, D-81737 München
 6. Längenmessgerät ODI 00D 392043 „Schnelltaster“
Kroeplin Längenmeßtechnik
 7. Provil® novo, Putty soft & Light soft
Heraeus Kulzer, D-41538 Dormagen
 8. Diamant-Trennscheibe 0,2 mm
Buehler-Met GmbH, D-61273 Wehrheim
 9. Turbine (3x 10⁵ U/min)
 10. diamantierte Kugel, 6801.314.014
Komet, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo
 11. Handfeilen, Nr. 63
VDW-Antaeos, D-81737 München
 12. NaOCL-Lösung 2,5%
HEDINGER, D-70327 Stuttgart
 13. HARVARD Cement, schnellhärtend
Richter & Hoffmann Harvard Dental GmbH, D-78467
 14. AH 26
DENTSPLY De Trey GmbH, D-78467 Konstanz
 15. ISO 60
demedis GmbH, D-40470 Düsseldorf
 16. Handspreader Ref A0206
Maillefer S.A., Sales & Service, CH-1024, Ecublens
 17. ER-System: 196.090, LOT 157910
Komet; Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo
Luscent Anchor: RUH Long No. 5, LOT 6353
Dentatus Dentatus AB, Loser & Co GmbH, D-51381, Leverkusen
FibreKor: LOT 51911
Jeneric/Pentron Inc., Wallington, CT 06492 U.S.A.
 - 18.2-Propanol 70%
B.Braun Melsungen AG, D-34209 Melsungen
 19. Papierspitzen ISO 60
demedis GmbH, D-40470 Düsseldorf

20.Aceton

Merck KgaA, D-64271 Darmstadt

21. Al_2O_3 / 50 μm bei 2,5 bar für 2 min, Combilabor CL-FSG 94

Heraeus Kulzer, D-63450 Hanau

22.Hartmetallfräse H 34 L 314 012

Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo

23.Einmalaplikatoren für Compolute®

3M ESPE AG, D-82229 Seefeld

24.CAPMIX

3M ESPE AG, D-82229 Seefeld

25.Lentulo L, Nr.93

VDW-Antaeos, D-81737 München

26.ELIPAR II

3M ESPE AG, D-82229 Seefeld

27.Rosenbohrer H 15204016

Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo

28.Centrixspritze

DENTSPLY De Trey, D-78467 Konstanz

29.Cavit™G

3M ESPE AG, D-82229 Seefeld

30.Kugel 6801.314.018/023/029

801EF.314.018/023/029

Zylinder 6837KR.314.012

8837KR.314.012

837KREF.314.014

Präparierei 8379.314.018

379EF.314.018

Komet, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG., D-32657 Lemgo

31.Luxatemp® Automix Plus

DMG, D-22547 Hamburg

32.Frasakohülse

33.Temp Bond NE™

Kerr Hawe S:A., Ch-6934, Bioggio

-
34. Superhartgips, Fujirock improved dental stone DIN 13911
GC Dental Industrial C., Japan/Tokyo
35. Duo-Spacer, silver
Yeti Dentalprodukte GmbH, D-78234 Engen
36. Kreativ Gusswachs, 5410
Wieland Edelmetall GmbH & Co., D-75179 Pforzheim
37. ^{IPS}Empress 2 Speedeinbettmasse Liquid, 554033
^{IPS}Empress 2 Speedeinbettmasse Pulver und Papiermanschetten, 554032
Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan,:
38. ^{IPS}Empress 2 Rohling, Schichttechnik, 100, LOT E51938
Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan
39. Wachsdraht rund 2,5 mm
Dentaurum, D-75228 Ispringen
40. Multivac[®] 4
Degussa AG, D-40474 Düsseldorf
41. Vorwärmofen Nabertherm Controller 527
Nabertherm GmbH, D-28865 Lilienthal
42. Muffel ^{IPS}Empress 2
43. Aloxkolben ^{IPS}Empress, 554070
44. EP 500 ^{IPS}Empress
45. Combilabor CL-FSG 94
Heraeus Kulzer, D-63450 Hanau
46. Perlablast micro 50 µm
Bego, D-28359 Bremen
47. Sonorex RK 102 H
Bandelin, D-12207 Berlin
48. ^{IPS}Empress Invex, 554061
49. Korox 110
Bego, D-28359 Bremen
50. Diamantscheibe Ø 0,2 mm
Buehler-Met GmbH, D-61273 Wehrheim
51. Dentinfarbe ^{IPS}Empress 2
52. Glasur- und Malfarbenfluid ^{IPS}Empress 2

-
53. Universalglasurpaste ^{IPS}Empress 2
Glasurbrand: Programat P 100
Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan
54. Total Etch, 2000-11
Vivadent, FL-9494 Schaan
55. Vita Ceramics Etch
Vita Zahnfabrik, D-79713 Bad Säckingen
56. ESPE[®]-Sil, Lot FW0060580
3M ESPE AG, D-82229 Seefeld
57. Airblock, 9611000555
DENTSPLY De Trey, D-78467 Konstanz
58. Sof-Lex Pop-on Polierscheiben Nr. 1981 M/F/SF
3M Dental Products, St. Paul, MN-55-144-1000
59. „Anti-Rutsch“-Lack
Kaddi Lack, Giesweg 15 D-44149 Dortmund
60. Technovit[®] 4000, LOT 020174
Heraeus Kulzer GmbH & Co. KG, D-61273 Wehrheim
61. Kausimulator
Willytec, SD Mechatronik GmbH, D-83620 Feldkirchen-Westerham
62. 6kant Mutter M12 A2, Batch: 980501, Nach DIN 934
63. Thermocycling Gerät
Blücher Elektronik, D-13353 Berlin
64. Universalprüfmaschine Z 005/TN2A
Zwick GmbH&Co., D-89079 Ulm
65. Version 12.0
SPSS GmbH D-81669 München
66. ANOVA [SAS] 8.2
SAS Institute Inc., Cary, NC

11.3 Veröffentlichungen aus der Dissertation

Artikel:

“Evaluation of Load Testing of Postendodontic Restorations In Vitro: Linear Compressive Loading, Gradual Cycling Loading and Chewing Simulation”

Michael Naumann, Guido Sterzenbach, Peter Pröschel

J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005; 74:829-34

Posterpräsentation:

„Steifigkeit adhäsiv rekonstruierter endodontisch behandelter Zähne in Abhängigkeit vom Stiftmaterial“

G.Sterzenbach, M. Naumann

55. Jahrestagung der DGZPW, Basel (Schweiz); 27. - 30. April 2006

“Rigidity of adhesively restored endodontically treated teeth vs. post material: A comparative in-vitro study”

G. Sterzenbach, N. Ilie, R. Watzke, M. Naumann

IADR PEF 2006, Dublin (Ireland); 13.-16.September 2006

11.4 Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. K.-P. Lange für die Annahme des Dissertationsthemas. Besonders verbunden bin ich meinem Kollegen Herrn OA Dr. M. Naumann, der mich mit Enthusiasmus im Rahmen meiner Promotionsarbeit betreute und dessen wissenschaftliche Arbeit mich nachhaltig prägt. Auch dafür, lieber Michael, meinen ausdrücklichen Dank.

Ich bedanke mich bei Frau Jana Lück und dem Labor Locke Dentaltechnik für die Herstellung der Kronen, sowie bei Herrn Dipl.-Ing. Dr. K. Erdelt (Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik; Klinikum der Universität München, Innenstadt) für die Durchführung der Kausimulation. Desweiteren danke ich Frau Dr. Wegner für die Hilfe bei der statistischen Auswertung und Herrn Dr. W.-D. Müller für die Herleitung der physikalisch-mathematischen Grundlagen zur E-Modulberechnung. Bei den Mitarbeitern des Medizintechnischen Labors bedanke ich mich für die Herstellung der Probenhalterung. Silja Landsberg danke ich für die fortwährende Motivation und Unterstützung meiner Arbeit.

„Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.“

Erklärung:

„Ich, Guido Sterzenbach, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: **Glasfaserverstärkte Kompositstifte zur postendodontischen Rekonstruktion oberer mittlerer Schneidezähne mit Vollkeramikronen**

Eine vergleichende In-vitro-Untersuchung zum Einfluss von Stiftmaterial und Belastungsmethode auf Belastbarkeit und Frakturverhalten selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dargestellt habe.“

15.12.2006