

## Aufbaufüllungen für einen vitalen Zahn

### *1 Definition*

Aufbaufüllungen (AF) ersetzen durch Karies oder Trauma verlorengangene Zahnhartsubstanz als Vorbereitung einer Inlay-, Teilkronen- oder Kronen-präparation. Hauptfunktionen einer AF sind

- die dichte Versiegelung der vorhandenen Dentinwunde [4, 6, 7, 12-15, 23, 24, 54, 56, 58, 63, 68, 74, 75],
- die Stabilisierung der gesunden Zahnhartsubstanz, [3, 20, 31, 44, 55, 60-62, 71, 76, 81, 83, 85, 96, 97],
- das Schaffen von Retentionsflächen [87] und
- die Vereinfachung und Erleichterung von Präparation und Abformung [18, 20].

### *2 Materialkonzepte*

Die konventionelle Methode der Stumpfrekonstruktion verwendet Zemente z. B. Phosphatzement oder Glasionomermaterial (konventioneller, metall-verstärkter, hochvisköser GIZ). Deren Einsatz ist hinreichend dokumentiert und praxiserprobt, birgt aber den Nachteil, dass die Möglichkeit der exakten Präparation durch die niedrige Härte der Zemente im Vergleich zu den Zahnhartsubstanzen beeinträchtigt ist [3, 10, 30, 31, 37, 92]. Es ist fraglich, ob durch Aufbauten aus Zementen Retentionsflächen geschaffen werden können, da die Haftung von Phosphat- oder Glasionomermaterial an Schmelz und Dentin ohne zusätzliche Präparation von Unterschnitten nicht immer ausreichend ist [3, 17, 87, 92].

Andere Wege gehen adhäsiv an der Zahnhartsubstanz verankerte AF [3, 31, 39, 41, 42, 52, 60, 66, 76, 83, 85, 90, 96]. Zu diskutieren sind hierbei kunststoff-modifizierter GIZ [65], Kompomere [2, 69] und Komposite [76]. Durch die adhäsive Verankerung kann eine hohe Verbundfestigkeit zum Dentin erzeugt werden, welche sich günstig auf die Abdichtung der durch die Kariesexkavation geschaffenen Dentinwunde auswirkt [6, 7, 16, 22-24, 45, 46, 48, 51, 58, 59, 67, 70, 72, 77, 80]. Steht bei großen Defekten mindestens noch eine (orale oder vestibuläre) Wand des zu präparierenden Zahnes, kann durch eine adhäsive AF eine neue Retentionsfläche entstehen. Ein weiterer Vorteil der o. g. AF ist die im Vergleich zu den konventionellen Zementen höhere Festigkeit mit der Möglichkeit einer leichter durchzuführenden Präparation [10, 11, 20, 81].

### *3 Klinische Problematik*

#### 3.1 Konventionelle Zemente, Amalgam, parapulpäre Stifte:

##### *Geringe Festigkeit und geringe Verstärkung der Zahnhartsubstanz*

Stark unterminierte Schmelz- und Dentinbereiche sind bei der Präparation zu vermeiden, da keine Verbundfestigkeit zur Zahnhartsubstanz erreicht wird [18, 87]. Allenfalls Glasionomerezemente können einen Verbund zur Zahnhartsubstanz erreichen [92]. Ihre geringgradige mechanische Festigkeit stabilisiert bei voluminösen Aufbauten die Zahnhartsubstanz jedoch nur unzureichend [10, 11, 81, 100].

Auf die Verwendung metallverstärkter Zemente sollte verzichtet werden, da es unter der Restauration langfristig zur Korrosion der Metallfeilung kommen kann. Aus dem gleichen Grunde wird auch ein Aufbau aus Amalgam nicht empfohlen [47]. Aufbaufüllungen aus Amalgam sollten auch deswegen vermieden werden, weil dieser Werkstoff umfangreiche Zahnhartsubstanzpräparation benötigt, eine Stabilisierung der verbliebenen Zahnhartsubstanz nur unzureichend erfolgt [28, 29, 57, 87] und eine dichte Versiegelung der Dentinwunde nicht erfolgen kann [3, 16, 32, 78, 79]. Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) sieht den Werkstoff Amalgam als nicht geeignet zur Neuanfertigung von Stumpfaufbauten zur Aufnahme von Inlays oder Kronen an [8].

Parapulpäre Stifte und Schrauben zeigen in der praktischen Anwendung einen nicht zu unterschätzenden Anteil an Perforationen sowohl in das Pulpakavum als auch in den Parodontalspalt hinein [50, 73, 96, 99]. Sprünge des Dentins und Pulpitiden können selbst bei korrekter Einbringung der Stifte auftreten [9, 21, 36, 89, 98]. Darüber hinaus ist die dauerhafte Retention des Aufbaus nicht immer gegeben [55], so dass die Verwendung parapulpärer Stifte/Schrauben einer strengen Indikation unterzogen sein sollte.

#### 3.2 Kunststoffmodifizierte GIZ (Hybridionomere) und Kompomere:

##### *Hygroskopische Expansion:*

Während die Härte der Materialien einer exakten Präparation entgegenkommt und ein adhäsiver Verbund zur Zahnhartsubstanz möglich ist [64, 65, 69], stellt die hohe Wasseraufnahme die Eignung von kunststoff-modifizierten GIZ und Kompomere als AF klinisch in Frage [2, 5, 70]. Bei der Planung von Vollkeramikkronen (oder z. B. Galvanokronen mit dünnem Metallanteil) muss darauf hingewiesen werden, dass manche kunststoffmodifizierte Glasionomerezemente bzw. Kompomere einer beträchtlichen hygroskopischen Expansion unterworfen sein können [2, 5]. Dies kann zu Spontanfrakturen bei Vollkeramikkronen führen. Kompomere und kunststoff-modifizierte GIZ sollten nicht als AF bei vollkeramischen Restaurationen verwendet werden.

## 3.3 Komposite:

Gefahr der Randspaltbildung als generelles Problem:

Auch bei Anwendung der Inkrementtechnik und optimaler Verbindung zum Dentin besteht durch die Polymerisationsschrumpfung der Füllungskomposite die Gefahr der Randspaltbildung [1, 6, 27, 33-35, 38, 42, 76, 82, 90, 91-95]. Gerade bei größeren Defekten ist ein vollständig dichter Rand auch bei adhäsiven AF nicht zu erwarten. Deshalb ist ein Fassen des Übergangs AF-Zahn von mindestens 1-2 mm obligatorisch [10, 53, 83]. Zur leichteren klinischen Orientierung der Lage des Übergangs Aufbau/Dentin empfiehlt es sich, ein Aufbaumaterial mit deutlichem Farbkontrast zum Dentin zu verwenden. Des Weiteren sollten zur Überkronung vorgesehene, adhäsiv rekonstruierte Zähne, vor und nach der Präparation nicht beliebig lange ungeschützt in der Mundhöhle verbleiben.

Chemische Inkompatibilität mit Adhäsivsystemen bei Verwendung autopolymerisierender Komposit-Aufbaumaterialien

Es ist erwiesen, dass Bondingsysteme, die für den Einsatz mit lichthärtenden Füllungskompositen konzipiert sind, in manchen Fällen nicht oder nur mangelhaft mit autopolymerisierenden Kompositen kompatibel sind [40, 43, 49, 52, 84]. Vor allem selbstkonditionierende Systeme mit niedrigem pH-Wert ohne separates Bonding Agent können die Aminkomponente von Autopolymerisaten inhibieren und somit eine reduzierte Verbundfestigkeit nach sich ziehen.

Gefahr der Randspaltbildung bei Verwendung autopolymerisierender Komposite

Bei der Applikation autopolymerisierender Präparate ist eine Inkrementtechnik ähnlich der Vorgehensweise bei plastischen Kompositfüllungen durch den damit verbundenen zeitlichen Aufwand nicht praktikabel. Ein Auffüllen des Defektes in einer Schicht geht jedoch mit einer erheblichen Volumenkontraktion einher [1, 19, 93]. Die dadurch höhere absolute Schrumpfung bedingt wiederum Randspalten oder – eine ausreichende Haftung vorausgesetzt – Frakturen in der geschwächten Restzahnhartsubstanz mit der Gefahr postoperativer Hypersensitivitäten. Dieses Problem korreliert mit dem sog. C-Faktor (Verhältnis ungebundene zu gebundene Kompositoberfläche), d. h. je mehr Flächen des Kompositaufbaus an die Zahnhartsubstanzen gebunden sind, desto größer ist die Gefahr von Randspalt und/oder Fraktur [95].

Maßgabe einer ausreichenden Trockenlegung

Adhäsiv verankerte plastische Füllungsmaterialien sind nur dann indiziert, wenn eine ausreichende Möglichkeit der Trockenlegung gewährleistet ist. Dies muss daher ebenso für die plastische adhäsive Stumpfreakonstruktion mit Kompositen und anderen Materialien gelten.

#### *4 Schaffen von Retentionsflächen*

Auch bei Anwendung der Adhäsivtechnik ist es nicht zweckmäßig, Präparationen an komplett zerstörten Zähnen ohne vorhandene Retention an der restlichen Zahnhartsubstanz durchzuführen. In solchen Fällen ist es sinnvoll, den Übergang Zahn-Aufbau nach apikal mit der Präparation so zu fassen, dass mindestens 1-2 mm Retentionsflächen in der Zahnhartsubstanz verbleiben. Steht noch eine Wand des zu restaurierenden Zahnes, ist es statthaft, die gegenüberliegende Retentionsfläche aus adhäsiv befestigtem Komposit zu gestalten.

#### **5 Zusammenfassung**

Die Möglichkeit der adhäsiven AF bietet bei konsequenter Anwendung von Schmelz-/Dentinadhäsiven Vorteile im Vergleich zu konventionellen AF aus Zementen. Die Hauptvorteile adhäsiver AF zu konventionellen Aufbauten aus Zement bestehen in der effektiveren Abdichtung der Dentinwunde, der Haftung an Schmelz und Dentin sowie der erleichterten Präparation. Eine ausreichende Trockenlegung muss jedoch möglich sein.

Eine adhäsive AF kann die Retention an der Zahnhartsubstanz z. B. bei tief zerstörten oder frakturierten Zähnen nicht völlig ersetzen. Daher muss ausreichend Retention an der verbleibenden Zahnhartsubstanz gewährleistet sein oder durch Präparation bzw. chirurgische Kronenverlängerung geschaffen werden.

Das Devitalisieren eines tief zerstörten, aber vitalen Zahnes zur Steigerung der Retention sollte lediglich als ultima ratio betrachtet werden.

*Roland Frankenberger, Erlangen, Michael Behr, Regensburg*

#### **Literatur:**

1. Asmussen E, Peutzfeldt A: Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. Eur J Sci 111, 277-279 (2003).
2. Attin T, Buchalla W: Werkstoffkundliche und klinische Bewertung von Kompomeren. Dtsch Zahnärztl Z 53, 766-774 (1998).
3. Baghadi ZD: Preservation-based approaches to restore posterior teeth with amalgam, resin or a combination of materials. Am J Dent 15, 54-65 (2002)
4. Baume LJ, Holtz J: Long term clinical assessment of direct pulp capping. Int Dent J 31, 251-260 (1981).
5. Behr M, Rosentritt M, Mangelkramer M, Handel G: The influence of different cements on the fracture resistance and marginal adaptation of all-ceramic and fibre-reinforced crowns. Int J Prosthodont 16, 538-542 (2003).
6. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA: Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. J Oral Pathol 11, 439-450 (1982).
7. Bergenholtz G, Warvinge J: Migration of leukocytes in dental pulp in response to plaque bacteria. Scand J Dent Res 90, 354-362 (1982).

8. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Amalgame in der zahnärztlichen Therapie. BfArM Informationsschrift 1, 17 (2003).
9. Bione HM, Wilson PR: The effect of mismatch between the core diameter of self-threading dentine pins and the pinhole diameter. Aust Dent J 43, 181-187 (1998).
10. Bolhuis HP, DeGee AJ, Feilzer AJ, Davidson CL: Fracture strength of different core build-up designs. Am J Dent 14, 286-290 (2001).
11. Bonilla ED, Mardirossian G, Caputo AA: Fracture toughness of various core build-up materials. J Prosthodont 9, 14-18 (2000).
12. Brännström M, Nordenvall KJ: Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of concise enamel bond. Composite fillings etched and unetched cavities. J Dent Res 57, 3-10 (1978).
13. Brännström M, Nyborg H: The presence of bacteria in cavities filled with silicate cement and resin composite material. Sven Tandlak Tidskr 64, 149-155 (1971).
14. Browne RM, Tobias RS, Crombie IK, Palnt CG: Bacterial microleakage and pulpal inflammation in experimental cavities. Int Endod J 16, 147-155 (1983).
15. Browne RM: Animal tests for biocompatibility of dental materials-Relevance, advantages and limitations. J Dent 22(suppl 2), S21-24 (1994).
16. Camps J, Dejou J, Remusat M, About I: Factors influencing pulpal response to cavity restorations. Dent Mater 16, 432-440 (2000).
17. Chen RS, Liu CC, Cheng MR, Lin CP: Bonded amalgam restorations: using a glass-ionomer as an adhesive liner. Oper Dent 25, 411-417 (2000).
18. Christensen GJ. Building up tooth preparations for full crowns. J Am Dent Assoc 131, 505-506 (2000).
19. Chung KH, Greener EH: Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. J Oral Rehabil 17, 487-494 (1990).
20. Combe EC, Shaglouf AM, Watts DC, Wilson NH: Mechanical properties of direct core build-up materials. Dent Mater 15, 158-165 (1999).
21. Cooley RL, Barkmeier WW: Temperature rise in pulp chamber caused by twist drills. J Prosthet Dent 44, 426-429 (1980).
22. Costa CA, Hebling J, Teixeira MF: Preliminary study of biocompatibility of All Bond 2 and Scotchbond MP adhesive systems. Rev Odont USP 11, 11-18 (1997).
23. Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH: Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. Oper Dent 21, 4-11 (1996).
24. Cox CF, Sübay RK, Suzuki S, Suzuki SH, Ostro E: Biocompatibility of various dental materials: pulp healing with a surface seal. Int J Periodontics Restorative Dent 16, 240-251 (1996).
25. Cox CF, Tarim B, Kopel H, Gurel G, Hafez A: Technique sensitivity: biological factors contributing to clinical success with various restorative materials. Adv Dent Res 15, 85-90 (2001).
26. Cox CF: Pulp protection and direct capping with Ca(OH)<sub>2</sub> versus adhesive resin systems. A review of factors leading to failure or success. In Tagami J, Toledano M, Prati C (Hrsg.): Advanced Adhesive Dentistry. 3<sup>rd</sup> International Kuraray Symposium Dec 1999 Granda. 2000, 149-176.

27. Davidson CL, Van Zeghbroeck L, Feilzer AJ. Destructive stresses in adhesive luting cements. *J Dent Res* 70, 880-882 (1991).
28. Davis R, Overton JD. Efficacy of bonded and non bonded amalgam in the treatment of teeth with incomplete fractures. *J Am Dent Assoc* 131, 469-478 (2000).
29. De Schepper EJ, Cailleteau JG, Roeder L, Powers JM: In vitro tensile bond strengths of amalgam to treated dentin. *J Esthet Dent* 3, 117-120 (1991).
30. DeWald JP, Arcoria CJ, Ferracane JL: Evaluation of glass-cermet cores under cast crowns. *Dent Mater* 6, 129-132 (1990).
31. Duke ES: Advances in restorative core materials. *Compend Contin Educ Dent* 21, 976-978 (2000).
32. Duncall WV, Wilson NHF: Adaptation and condensation of amalgam restorations in class II preparations of conventional and conservative design. *Quintessence Int* 23, 499-504 (1992).
33. El-Bradaway WA, El-Mowafy OM: Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 73, 515-524 (1995).
34. El-Mowahy OM, Rubo MH, El-Badrawy WA: Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent* 24, 38-44 (1999).
35. Feilzer AJ, deGee AJ, Davidson CL: Setting stresses in composites for two different curing modes. *Dent Mater* 9, 2-5 (1993).
36. Felton DA, Webb EL, Kanoy BE, Cox CE: Pulpal response to threaded pin and retentive slot techniques: A pilot investigation. *J Prosthet Dent* 66, 597-602 (1991).
37. Frankenberger R, Krämer N, Graf A, Petschelt A: Zyklische Ermüdung von Glasionomerzementen und Kompomeren. *Dtsch Zahnärztl Z* 54, 269-271 (1999).
38. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A: Fatigue behaviour of different dentin adhesives. *Clin Oral Invest* 3, 11-17 (1999).
39. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A: Long-term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 25, 11-19 (2000).
40. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A: Technique sensitivity of dentin bonding: Effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 25, 324-330 (2000).
41. Frankenberger R, Krämer N, Sindel J: Haftfestigkeit und Zuverlässigkeit der Verbindung Dentin-Komposite und Dentin-Kompomer. *Dtsch Zahnärztl Z* 51, 556-560 (1996).
42. Frankenberger R, Sindel J, Krämer N, Oberschachtsiek H, Petschelt A: Die Langzeitstabilität des Komposit-Dentinverbunds nach Total Etching. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 697-700 (1998).
43. Frankenberger R, Sindel J, Krämer N, Petschelt A: Die Verbindung von Adhäsivsystemen unterschiedlicher Generationen mit Schmelz und Dentin der ersten und zweiten Dentition. *Dtsch Zahnärztl Z* 52, 795-799 (1997).
44. Frankenberger R: Zur Dauerhaftigkeit des Dentinverbunds. *Dtsch Zahnärztl Z* 57, 154-171 (2002).
45. Fusayama T: Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. *Quintessence Int* 18, 633-641 (1987).

46. Geurtsen W: Biocompatibility of resin-modified filling materials. *Crit Rev Oral Biol Med* 11, 333-355 (2000).
47. Gross MJ, Harrison JA: Some electrochemical features of the in vivo corrosion of dental amalgam. *J Appl Electrochem* 19, 301-310 (1989).
48. Gwinnett AJ, Tay FR: Early and intermediate time response of the dental pulp to an etch technique in vivo. *Am J Dent* 11, 535-544 (1998).
49. Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC: Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent* 66, 187-192 (1991).
50. Ibbetson R: Auxiliary retention and the role of the core in fixed prosthodontics. *Dental Update* 29, 284-290 (2002).
51. Inokoshi S, Iwaku M, Fusayama T: Pulpal response to a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 61, 1014-1019 (1982).
52. Inoue S, van Meerbeek B, Vargas M, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion mechanism of self-etching adhesives. In Tagami J, Toledano M, Prati C (Hrsg.): *Advanced Adhesive Dentistry. 3<sup>rd</sup> International Kuraray Symposium Dec 1999 Granada*. 2000, 131-148.
53. Jendritzky F, Utz KH, Grüner M: Haltekraft von Kronen mit parapulpär verankerten Komposit-Aufbaufüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 52, 15-18 (1997).
54. Kanca J: An alternative hypothesis to the cause of pulpal inflammation in teeth treated with phosphoric acid on the dentin. *Quintessence Int* 21, 83-86 (1990).
55. Kao EC, Hart S, Johnston WM: Fracture resistance of four core materials with incorporated pins. *Int J Prosthodont* 2, 569-578 (1989).
56. Kapur KK, Shaporo S, Shklar D: Response of human dental pulp to various physical and chemical agents. A correlated clinical and histopathologic study. *Oral Surg* 17, 640-649 (1964).
57. Khera SC, Carpenter CW, Vetter JD, Stanley RN: Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. *J Prosthet Dent* 64, 139-147 (1990).
58. Kitasako Y, Inokoshi S, Tagami J: Effects of direct resin pulp capping techniques on short-term response of mechanically exposed pulps. *J Dent* 27, 257-263 (1999).
59. Lee SJ, Walton RE, Osborne JW: Pulp response to bases and cavity depths. *Am J Dent* 5, 64-68 (1992).
60. Lee SK, Wilson PR: Fracture strength of all-ceramic crowns with varying core elastic moduli. *Aust Dent J* 45, 103-107 (2000).
61. Lee WC, Eakle WS: Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. *J Prosthet Dent* 52, 374-380 (1984).
62. Malament KA, Socransky SS: Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 16 years: Part III. Effect of luting agent and tooth or tooth-substitute core structure. *J Prosthet Dent* 86, 511-519 (2001).
63. Messer HH. Permanent Restorations and the Dental Pulp. In Hargreaves KM, Goodis HE (Eds.): *Setzer and Benders's Dental Pulp*. Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, Berlin 2002, Chap. 15, 345-370.
64. Mitchell CA, Douglas WH, Cheng YS: Fracture toughness of conventional, resin-modified glass-ionomer and composite luting cements. *Dent Mater* 15, 7-13 (1999).
65. Miyazaki M, Iwasaki K, Soyamura T, Onose H, Moore BK: Resin-modified glass ionomers: dentin bond strength versus time. *Oper Dent* 23, 144-149 (1998).

66. Miyazaki M, Oshida Y, Onose H: Dentin bonding systems: Factors affecting bond strength. In Momoi Y, Akimoto N, Kohno A (Hrsg.): Modern trends in adhesive dentistry. Proceedings of the adhesive dentistry Forum 99 in Tsurumi, Yokohama, Japan. 2000, 56-71.
67. Mjör IA, Toffenetti : Secondary caries: A literature review with case reports. Quintessence Int 31, 165-179 (2000).
68. Mjör IA: Pulp-Dentin Biology in Restorative Dentistry. Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, Berlin 2002.
69. Momoi Y, Kida K, Ikejima I, Yamamoto S, Murakami T, Kohno A: Compomer as a competitor to resin composite restorations. In Momoi Y, Akimoto N, Kohno A (Hrsg.): Modern trends in adhesive dentistry. Proceedings of the adhesive dentistry Forum 99 in Tsurumi, Yokohama, Japan. 2000:1-19.
70. Momoi Y, Yamamoto S, Kida K, Kohno A: Microleakage of glass-ionomer, compomer and resin composite restorations. J Dent Res 77, 938, abstr. #2454 (1998)
71. Morin DL, Douglas WH, Cross M, DeLong R: Biophysical stress analysis of restored teeth: experimental strain measurement. Dent Mater 4, 41-48 (1988).
72. Murray PE, About I, Lumley PJ, Smith G, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ: Human odontoblast cell numbers after dental injury. J Dent 28, 277-285 (2000).
73. Newsome PR, Youngson CC: Complications of pin placement. A survey of 429 cases. Br Dent J 163, 375-378 (1987).
74. Nissan R, Segal H, Pashley DH, Stevens R, Trowbridge H: Ability of bacterial endotoxin to diffuse through dentin. J Endod 21, 62-64 (1995).
75. Nyborg H: Healing process in the pulp on capping. Acta Odont Scand 13, 9-13 (1955).
76. O'Keefe KL, Powers JM: Adhesion of resin composite core materials to dentin. Int J Prosthodont 14, 451-456 (2001).
77. Ölmez A, Özlas N, Basak F, Sabuncuoglu B: A histopathologic study of direct pulp-capping with adhesive resins. Oral Surg 86, 98-103 (1998).
78. Osborne JW, Gale ENL: Failure at the margin of amalgams as affected by cavity width, tooth position, and alloy selection. J Dent Res 60, 681-685 (1981).
79. Osborne JW, Gale EN: Relationship of restoration width, tooth position, and alloy to fracture at the margins of 13- to 14-year-old amalgams. J Dent Res 69, 1599-1601 (1990).
80. Pereira JC, Segala AD, Costa CA: Human pulp response to direct capping with an adhesive system. Am J Dent 13, 139-147 (2000).
81. Piwowarczyk A, Ottl, P, Lauer HC, Büchler A: In-vitro Untersuchung zur Festigkeit verschiedener Aufbaufüllungsmaterialien. Dtsch Zahnärztl Z 55, S18 (2000).
82. Powers JM: Bond strength of light- and self-cured flowable composite to dentin. J Dent Res 79, 374, abstr #1844 (2000).
83. Rammelsberg P, Abu Elyan M, Erdelt K: In-vitro Untersuchung von adhäsiv verankerten Aufbaufüllungen unter überkronen Zähnen. Dtsch Zahnärztl Z 6, 589-593 (2001).

84. Reinhardt JW, Chalkley Y: Softening effects of bases on composite resins. *Clin Prevent Dent* 5, 9-12 (1983).
85. Rzanny A, Welker D, Gomolka M, Küpper H: Stumpfaufbaumaterialien auf Kompositbasis- eine Verbesserung?. *Dtsch Zahnärztl Z* 57, 550-553 (2002).
86. Saygili G, Mahmali SM: Comparative study of the physical properties of core materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 22, 355-363 (2002).
87. Shillingburg HAT, Jacobi R, Brackett SE: Preparation modifications for damaged vital posterior teeth. *Dent Clin North Am* 29, 305-326 (1985).
88. Sindel J, Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A: Crack formation of all-ceramic crowns dependent on different core build-up and luting materials. *J Dent* 27, 175-181 (1999).
89. Standlee JP, Caputo AA, Collard EW: Retentive pin installation stresses. *Dent Pract Dent Rec* 21, 417-422 (1971).
90. Swift EJ, Perdigao J, Combe EC, Simpson CH, Nunes MF: Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. *Am J Dent* 14, 137-140 (2001).
91. Tjan AH, Bergh BH, Lidner C: Effect of various incremental technique on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 67, 62-66 (1992).
92. Tyas MJ: Adhesive properties of glass ionomer cements: Laboratory and clinical studies. In Momoi Y, Akimoto N, Kohno A (Hrsg.): *Modern trends in adhesive dentistry. Proceedings of the adhesive dentistry Forum 99 in Tsurumi, Yokohama, Japan. 2000*, 23-28.
93. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL: Does an incremental filling technique reduce polymerisation shrinkage stresses? *J Dent Res* 75, 871-878 (1996).
94. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH: Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res* 77, 1435-1445 (1998).
95. Versluis A: Evaluation of Polymerization Vectors and F.E.A. models. In Tagami J, Toledano M, Prati C (Hrsg.): *Advanced Adhesive Dentistry. 3<sup>rd</sup> International Kuraray Symposium Dec 1999 Granada. 2000*, 31-38.
96. Wassell RW, Smart ER, George GS: Crowns and other extra-coronal restorations: cores for teeth with vital pulps. *Brit Dent J* 192, 499-509 (2002).
97. Wassell RW, Walls AW, Steele JG: Crowns and extra-coronal restorations: materials selection. *Brit Dent J* 192, 199-211 (2002).
98. Webb EL, Straka WF, Phillips CL: Tooth crazing associated with threaded pins: a three-dimensional model. *J Prosthet Dent* 61, 624-628 (1989).
99. Wison NH: The pattern of usage of dentine pins. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 4, 137-139 (1996).
100. Ziebert AJ, Dhuru VB: The fracture toughness of various core materials. *J Prosthodont* 4, 33-37 (1995).

Quelle: DZZ (60) 2005