

Aus der Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. habil. Hans-Günter Schaller)



**Ergebnisse einer prospektiven, randomisierten
klinischen Untersuchung des
selbstkonditionierenden Dentinhartvermittlers
AdheSE in Klasse I und II Kavitäten über 48 Monate**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin (Dr.med.dent.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Lars Herbert Erwin Boeckler
geboren am 07. Mai 1977 in Halle/Saale

Gutachter:

1. Prof. Dr. H.-G. Schaller
2. Prof. Dr. Th. Attin

verteidigt am: 14.11.2007

urn:nbn:de:gbv:3-000012815

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000012815>]

Gewidmet meinen Eltern

Kurzreferat

Ziel dieser prospektiven, verblindeten randomisierten Studie war es, das klinische Verhalten zweier Haftvermittlersysteme (Excite und AdheSE, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) in Kombination mit einem Komposit (Tetric Ceram HB) über einen Zeitraum von 4 Jahren zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden bei 50 Patienten insgesamt 100 Füllungen der Klasse I (27 Zähne) und II (73 Zähne) in Prämolaren und Molaren gelegt. Bei jedem Patienten wurden zwei Füllungen hergestellt, bei der einen wurde das Adhäsivsystem AdheSE, bei der anderen Excite verwendet. Die Kontrollen erfolgten durch einen verblindeten Nachuntersucher nach Legen der Füllungen (Baseline) und jeweils nach 6, 12, 24 und 48 Monaten gemäß den modifizierten Kriterien nach Ryge und wurden anhand von Replika rasterelektronmikroskopisch bewertet. 60 Füllungen wurden über den gesamten Zeitraum begutachtet (Excite: 30, AdheSE: 30). Vier Restaurationen mussten auf Grund einer Füllungsfraktur erneuert werden (Excite: n=2, AdheSE: n=2). Bei drei Zähnen wurde infolge pulpitischer Beschwerden eine endodontische Behandlung durchgeführt (Excite: n=2, AdheSE: n=1). Bei keiner Füllung wurde das Auftreten von Sekundärkaries beobachtet. Bis auf das Kriterium „Prüfung mit der Sonde“ zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Baseline ($p=0,05$). Die mikromorphologische Untersuchung konnte keine Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen. Beide Materialien zeigten nach 4 Jahren der Nachuntersuchung klinisch gute Eigenschaften.

Boeckler, Lars Herbert Erwin: Ergebnisse einer prospektiven, randomisierten klinischen Untersuchung des selbstkonditionierenden Dentinhaftvermittlers AdheSE in Klasse I und II Kavitäten über 48 Monate. Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 71 Seiten, 2007

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Klasse II Kompositfüllungen	3
2.2	Schmelzhaftung	5
2.3	Dentinhaftung	6
2.3.1	Einteilung der Dentinadhäsive	7
2.4	Komposite	11
2.4.1	Bestandteile der Komposite	12
2.5	In-vivo-Studien	12
3	Material und Methode	14
3.1	Patientengut	14
3.2	Restaurationsmaterialien	15
3.3	Behandlungsabschnitt	16
3.3.1	Legen der Füllung	16
3.3.2	Dokumentation	22
3.3.3	Ablauf der Nachuntersuchung	24
3.4	Bewertung der Füllungsråder unter dem Rasterelektronenmikroskop	25
3.4.1	Herstellung der Epoxidharzmodelle	25
3.4.2	Durchführung der Randanalyse	26
3.5	Statistische Auswertung	28
4	Ergebnisse	29
4.1	Klinische Resultate	29
4.1.1	Versorgung mit Excite und Tetric Ceram HB	29
4.1.2	Versorgung mit AdheSE und Tetric Ceram HB	36
4.1.3	Zusammenfassung klinische Ergebnisse	36
4.2	Mikromorphologische Resultate	44
4.2.1	Zusammenfassung mikromorphologischer Ergebnisse	56
5	Diskussion	57
5.1	Diskussion Material und Methode	57
5.2	Diskussion der Ergebnisse	60
6	Schlussfolgerungen	64
7	Zusammenfassung	65
8	Literaturverzeichnis	67
9	Thesen	74

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
BIS-GMA	Bisphenol-A-Glycidylmethacrylat
ca.	circa
CP	caries profunda
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
et al.	et alii
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
Gew%	Gewichtsprozent
H ₂ O	Wasser
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
H ₃ PO ₄	Phosphorsäure
HB	heavy Body
HEMA	2-Hydroxyethylmethacrylat
max.	maximal
MPa	Megapascal
Mm	Millimeter
µm	Mikrometer
mW/cm ²	Milliwatt pro Quadratcentimeter
REM	Rasterelektronenmikroskop
SiO ₂	Siliciumdioxid
Sek.	Sekunden
Tab.	Tabelle
USPHS	United States Public Health Service
Vol%	Volumenprozent
z.B.	zum Beispiel

Einleitung

In Folge des gestiegenen ästhetischen Bewusstseins unserer Patienten hat sich in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung auf dem Gebiet der zahnfarbenen Füllungsmaterialien und der dazu gehörenden Adhäsivsysteme vollzogen (Kohler et al., 2000). Somit tritt die Verwendung des Füllungswerkstoffes Amalgam, welches jahrzehntelang zur Versorgung im Seitenzahnbereich benutzt wurde, immer mehr in den Hintergrund. Adhäsive Füllungstechniken zur Restauration zerstörter Zähne werden seit Jahren erfolgreich auch als Alternative zum Amalgam im Seitenzahngebiet angewendet (Gaengler et al., 2001; Spreafico et al., 2005). Der klinische Einsatz zahnfarbener Füllungsmaterialien setzt die Vorbehandlung von Schmelz und Dentin mit geeigneten Adhäsivsystemen voraus um einen ausreichend stabilen Verbund herzustellen. Sollte dieser nicht zustande kommen ist das meist bedingt durch Polymerisationsschrumpfungen, die zu ungenügenden Randschlüssen führen können und damit die Lebensdauer einer Restauration drastisch verringern (de Gee et al., 1993; Ilie et al., 2006). Durch den Einsatz obligater Adhäsivtechniken konnte die Lebensdauer und Qualität zahnfarbener Restaurationen maßgeblich verbessert werden. Jedoch ist für den langfristigen Erfolg die sorgfältige Einhaltung der vom Hersteller geforderten Verarbeitungshinweise durch den Zahnarzt essentiell. Generell kann man zwischen den Total-Etch- und den Self-Etch-Adhäsiven unterscheiden. Wobei die Total-Etch Produkte seit Jahren in Studien untersucht und als Referenz herangezogen werden. Mit der Entwicklung der Self-Etch-Adhäsive wurde versucht der höheren Techniksensitivität der Total-Etch-Produkte entgegenzutreten und eine mögliche Schädigung der Pulpa-Dentin-Einheit durch Übersäuerung mit Phosphorsäure oder späteres Übertrocknen zu verhindern. Dies wird bisweilen für postoperative Hypersensibilitäten verantwortlich gemacht. Der klinische Vorteil der Self-Etch-Adhäsive liegt in der Einfachheit der Anwendung, da man auf eine separate Phosphorsäure-Ätzung verzichtet und somit den Zeitaufwand für die Behandlung verringert (Turkun, 2003; Burke, 2004). Der Erfolg dieser selbstkonditionierenden Bondingsysteme beruht auf dem Einsatz von Schmelz und Dentin konditionierenden Primern, welche mittels saurer Monomere demineralisierend und

gleichzeitig infiltrierend wirken (Hannig et al., 1999; Molla et al., 2002). Das Kollabieren des empfindlichen Kollagennetzwerkes wie nach einer Phosphorsäureätzung mit anschließender intensiver Trocknung kann somit vermieden werden. Die Anwendung von selbstkonditionierenden Primern mag im Vergleich zur Total-Etch-Technik weniger vom Behandler abhängig sein (Miyazaki et al., 2000).

Viele dieser selbstkonditionierenden Bondingsysteme erfuhren in den letzten Jahren eine Markteinführung und die Weiterentwicklung schreitet voran (Haller, 2000). Doch obgleich neue in-vitro-Testmethoden (Frankenberger und Tay, 2005; Ilie et al., 2006) zu tendenziell immer besser vorhersagbaren Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Systems führen, so bleiben letztendlich in-vivo-Untersuchungen zur Beurteilung der klinischen Wirksamkeit von Self-Etch-Adhäsiven weiterhin notwendig (Lopes et al., 2003). Heutzutage sind klinische Untersuchungen eher spärlich, und häufig führen die Hersteller ein Nachfolgeprodukt auf dem Markt ein bevor die Untersuchung des Vorgängersystems abgeschlossen wurde.

Somit war die Zielsetzung dieser klinischen Studie der Vergleich des Zweischritt-Selbstkonditionierenden Bondingsystems AdheSE mit dem Einflaschen Total-Etch-System Excite über einen Zeitraum von vier Jahren. Es sollte untersucht werden, ob das Bondingsystem AdheSE für den Einsatz im stärker belasteten Seitenzahngebiet geeignet ist. Die Studie erfolgte mit freundlicher Unterstützung der Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein. Der Ethikkommission der Martin-Luther-Universität gab ihre Zustimmung zu dieser Studie.

2 Literaturübersicht

2.1 Klasse II Kompositfüllungen

Die Nachfrage nach günstigen ästhetischen und gesundheitlich unbedenklichen Füllungswerkstoffen hat in den letzten Jahren zu einem vermehrten Verdrängen des Amalgam geführt. Im gleichen Zuge ist die Entwicklung entsprechender Kompositmaterialien, als günstigere Alternative zu den von Krankenkassen nicht bezuschussten Versorgungsvarianten im Sinne von Gold- bzw. Keramikinlays, in Klasse II Kavitäten enorm vorangeschritten. Natürlich sollen diese Materialien der an sie gestellten qualitativen Anforderungen gerecht werden. Nach Roulet (Roulet, 1987) müssen folgende Kriterien an Amalgamalternativen erfüllt sein:

1. Amalgamähnliche Verschleißfestigkeit
2. Gute, unter Belastung standhaltende marginale Integrität
3. Röntgenopazität
4. Definierte Langlebigkeit
5. Ausreichende Dimensionsstabilität unter okklusaler Belastung
6. Einfache Verarbeitung
7. Einfache Ausarbeitung und Politur
8. Gute Ästhetik

Es hat zwar im Laufe der Zeit eine starke Verbesserung der Materialeigenschaften sowie der Verarbeitungstechniken gegeben, jedoch blieb immer noch ein Schwachpunkt; die marginale Integrität, die bedingt durch Schrumpfungen des Füllungsmaterials erheblichen Belastungen ausgesetzt ist (Lutz et al., 1985). Folge einer solchen Schrumpfung ist in erster Linie die Ausbildung von Randspalten (Pioch, 2000). Als Randspalt bezeichnet man den mangelnden oberflächlichen Verbund zwischen Komposit und Zahn, wohingegen der Begriff der „Mikroleakage“ die Spaltbildung mit Einwanderung von Bakterien und Flüssigkeiten entlang der Restaurationsgrenze in die Tiefe der Kavität bezeichnet. Beide Phänomene werden als Ursache für das Scheitern einer Kompositrestauration benannt (Versluis et al., 1996). Ein unzureichen-

der Verschluss der Restaurationsgrenzen kann Überempfindlichkeiten der Pulpa, Randverfärbungen, Verlust eines Teiles oder der gesamten Restauration oder sogar sekundäre Kariesbildung bedeuten (Opdam et al., 1998). Hauptursache für die Entstehung von Randspalten und Mikroleakage stellt die Polymerisationsschrumpfung dar, welche sich in einem Umfang von 1,5-3 Vol% bewegt (Lutz et al., 1984). Aufgrund von Spannungen zwischen der Zahnhartsubstanz und dem Komposite, die sich während der Polymerisationsphase aufbauen und zu Kontraktionskräften bis zu 30 MPa führen (Davidson et al., 1984), kann es bei einem Überwiegen dieser Kräfte schon beim Polymerisationsvorgang zu Spaltbildung kommen. Ein weiterer Faktor ist die unterschiedliche thermische Expansion von Zahnschmelze und Füllungsmaterial, aufgrund verschiedener Wärmeausdehnungskoeffizienten, die zu Spannungen und anschließender Spaltbildung führen kann. Die Dauer und Intensität der Lichtpolymerisation stellt ebenfalls einen Einflussfaktor dar. Bei nicht ausreichender Länge bzw. bei zu geringer Intensität, kann der Polymerisationsvorgang nicht vollständig stattfinden. Es wird daher eine Lichtintensität von mindestens 300 mW/cm^2 empfohlen (Thormann und Lutz, 1999; Thormann und Lutz, 1999), wobei die Schichtdicke des Komposits nicht mehr als 2 mm betragen sollte (Lutz et al., 1986). Maßnahmen zur Vermeidung von Spannungen stützen sich auf die Modifikation des Polymerisationsvorganges, das Einbringen des Füllungsmaterials mittels Stressauf-fangender Zwischenschichten und des C-Faktors (Configuration-Factor). Dieser beschreibt das Verhältnis zwischen gebundener zu freier Kompositoberfläche, wobei die Fläche zum Zahn als gebunden und die zur Luft als frei bezeichnet wird. Wenn die nicht gebundene Oberfläche des Komposits möglichst groß ist, bleibt das Material länger in einem Zustand in dem sich keine Spannung aufbauen kann. Weiterhin kann die Kavitätenform das Füllungsvolumen und den C-Faktor beeinflussen, oder durch z.B. Randabschrägung im Schmelzbereich die Randqualität verbessern. Um dem negativen Einfluss dieser Faktoren entgegenzuwirken wurden im Laufe der Zeit verschiedene Ansätze entwickelt. Den geläufigsten stellt die Mehrschicht-technik dar, mit der das Volumen durch Aushärten einzelner Kompositportio-nen reduziert wurde (Versluis et al., 1996).

2.2 Schmelzhaftung

Schmelz ist die härteste Substanz des Körpers. Er besitzt eine kristalline Struktur und setzt sich zusammen aus einem anorganischen Apatitanteil von 96 (Gewichts-) Prozent und einem 4%igen organischen Matrixanteil aus Protein und Wasser (Weatherell und Robinson, 1973). Diese Kristalle bilden die so genannten Schmelzprismen. Der Schmelz besitzt somit eine recht homogene Struktur und weist wenige Unregelmäßigkeiten auf. Um auf seiner Oberfläche einen Kunststoff zu befestigen ist eine gewisse Retention von Vorteil und um diese zu erhalten ist es notwendig ihn vorher zu konditionieren. Von Buonocore (Buonocore, 1955) wurde im Jahr 1955 erstmals die Säure-Ätz-Technik beschrieben. Damit wurde die adhäsive Zahnmedizin begründet, da es erstmals möglich war eine mikromechanische Retention auf der Schmelzoberfläche zu schaffen. Diese Erkenntnis nutzend, konnte man die entsprechenden Oberflächen vergrößern und somit eine Erhöhung der Oberflächenenergie erzielen, die damit zu einer besseren Benetzbarkeit des Schmelzes für das Bondingmaterial führte. Grundlage dieser adhäsiven Verankerung ist die unterschiedliche Säurelöslichkeit der Zentren und Peripheren der Schmelzprismen, die ein entsprechendes retentives Ätzmuster entstehen lassen (Maniatopoulos und Smith, 1983). Um den Effekt zu verstärken ist es von Vorteil die Schmelzränder und damit die Schmelzprismen senkrecht mit einem Diamanten anzuschneiden, da in senkrechter Richtung säurekonditionierte Schmelzprismen ein tieferes Ätzmuster ergeben als von lateral Angeätzte. Im Füllungsrandbereich kann dies durch eine 0,5-1 mm breite, federrandähnliche marginale Anschrägung erzielt werden. Zur Schmelzkonditionierung verwendet man heute Orthophosphorsäure (Gel oder Lösung). In diesem Zusammenhang spielt die Konzentration der Säure und ihre Einwirkzeit eine wichtige Rolle. Es konnte gezeigt werden, dass die gleichmäßigsten Schmelzauslösungen bei einer Konzentration von 30-40% stattfinden (Silverstone, 1974). Bei höheren Konzentrationen wird zunehmend weniger Kalzium herausgelöst (Manson-Rahemtulla et al., 1984). Konzentrationen von weniger als 30% führen zu einer Ausfällung von schwer löslichen Kalziumsalzen, die die Oberfläche kontaminieren und eine Anhaftung vermindern (Chow und Brown, 1973). Untersuchungen zeigten, dass die

Ätzung zu einem Substanzverlust von etwa 10 µm führt, jedoch konnten histologisch Rauigkeiten bis in eine Tiefe von 20-30 µm gefunden werden (Gwinnett, 1971; Retief, 1973). Als optimale Ätzzeit gilt ein Zeitraum zwischen 30-60 Sekunden (Barkmeier et al., 1986; Gilpatrick et al., 1991). Eine darüberhinausgehende Ätzzeit führt nicht zu einer Vertiefung des Ätzmusters und damit zu einer Verbesserung der Retention. In die dabei entstandenen Mikroporositäten kann später das Bonding eindringen. Dabei eignet sich am besten ein ungefülltes oder nur gering gefülltes, niedrig visköses Bonding aus großmolekularen Diacrylaten. Da alle Composite beim Polymerisieren schrumpfen (Davidson et al., 1984), was durch die Chemie des Polymerisationsmechanismus vorgegeben wird, muss der Verbund diesen Zugkräften entgegenwirken. Bei einem sicheren Verbund zwischen Composite und Schmelz lassen sich Haftwerte zwischen 16-20 MPa erzielen, im Maximum bis zu 30 MPa. Erfolgt jedoch nach dem Konditionieren des Schmelzes eine Verunreinigung mit Speichel oder Blut kann dies zu einer gravierenden Verschlechterung der Adhäsion führen (Yoo und Pereira, 2006).

2.3 Dentinhaftung

Im Gegensatz zum relativ homogen aufgebauten Schmelz, ist Dentin zu ca. 50 (Volumen-)Prozent aus anorganischen, zu 30% aus organischen Bestandteilen und zu 20% aus Wasser zusammengesetzt (Weatherell und Robinson, 1973). Der organische Anteil besteht zum größten Teil aus Kollagen. Die anorganischen Bestandteile stellen hauptsächlich Hydroxylapatitkristalle dar, die kleiner sind als die im Schmelz. Zudem besitzt das Dentin, aufgrund der flüssigkeitsgefüllten Tubuli, im Vergleich zum Schmelz, immer eine gewisse Feuchtigkeit (Terkla et al., 1987). Bei jeder Bearbeitung der Dentinoberfläche mit rotierenden Schleifinstrumenten entsteht eine ca. 1-5µm dicke aus Zahnhartsubstanztrümmern, Bakterien, Speichel und Blut zusammengesetzte Schicht, welche die Dentintubuli verschließt, und somit den Austritt von Dentinflüssigkeit verhindert (Eick et al., 1970; Pashley et al., 1988). Diese Schmierschicht haftet dem Dentin unterschiedlich fest an und lässt sich weder mechanisch noch durch Wasserspray entfernen.

Diese Voraussetzungen erschweren den Verbund zwischen hydrophilen Dentin und hydrophoben Komposite und verlangen nach einem geeigneten Dentinadhäsive.

2.3.1 Einteilung der Dentinadhäsive

Seit der Entwicklung des ersten Dentinadhäsiv im Jahr 1965 durch Bowen (Bowen, 1965) gab es viele Weiterentwicklungen und eine Gliederung der verschiedenen Präparate kann anhand verschiedener Kriterien erfolgen. Eine der gebräuchlichsten Einteilungen beruht auf der Einbeziehung bzw. Modifizierung der Schmierschicht.

1. Dentinhaftung durch Erhaltung und Einbeziehung der Schmierschicht

2. Dentinhaftung durch Auflösung der Schmierschicht:

a) Vollständige Schmierschichtentfernung durch Konditionierung mit Säuren (z.B. 30-40%ige H_3PO_4 , Maleinsäure) oder Komplexbildner (EDTA)

b) Wiederausfällung der gelösten Schmierschichtbestandteile bei Verwendung Maleinsäure-haltiger Primer

Bei *Erhalt und Einbeziehung der Schmierschicht* sickern die hydrophilen Monomere der Dentinhaftvermittler in die Schmierschicht ein und stabilisieren diese. Jedoch ist dieser Verbund aufgrund der ungenügenden Haftung der Schmierschicht am Dentin eher unbefriedigend.

Das *Auflösen der Schmierschicht* geschieht in der Regel durch das Auftragen von Säuren oder EDTA-Lösungen. Durch das Konditionieren mit Säuren wird die Schmierschicht sowohl vom intertubulären Dentin als auch aus den angeschnittenen Dentinkanälchen entfernt und es kommt zu einer Demineralisation bis in eine Tiefe von etwa 2-5 μm . Dabei kommt es zur Freilegung von Kollagenfasern. Der anschließend applizierte Primer dringt in die freigelegten Dentinkanälchen ein und bildet bei der Polymerisation retentive Kunststoffzapfen („Tags“) aus. Gleichzeitig entsteht durch die Infiltration der Monomere in das freigelegte Kollagenfasergeflecht eine mit Kunststoff durchsetzte Dentinschicht, welche man auch als „Hybridschicht“ bezeichnet.

Bei der *Wiederausfällung der gelösten Schmierschichtbestandteile* appliziert man im Gegensatz zur Konditionierung mit anschließendem Priming die Monomere zusammen mit dem demineralisierenden Agens (z.B. maleinsäurehaltige Primer). Durch die Maleinsäure kommt es ebenfalls zu einer nahezu vollständigen Eröffnung der Dentintubuli in denen sich dann durch Infiltration der Primermonomere entsprechende Kunststoff-Tags bilden. Durch die Demineralisation des intertubulären Dentins kommt es ebenfalls zu einer Freilegung von Kollagenfasern und es kann durch Monomerinfiltration eine Kunststoff-Dentin-Hybridschicht entstehen. Da die Konditionierung und das Priming zusammenfallen, findet demzufolge die Penetration der Monomere während der Applikation der Primer statt, wenn sich die Schmierschicht in Lösung befindet. Teile der gelösten Schmierschichtbestandteile werden während des Trocknens der Kavität zerstäubt, wohingegen der andere Teil zusammen mit dem Monomer in die Tubuli sickert bzw. nach Verdunsten des Lösungsmittels auf dem intertubulären Dentin ausfällt.

Eine weitere Einteilung ist nach der historischen Entwicklung der Dentinadhäsive innerhalb einer Generationenabfolge vorgenommen worden.

Die Dentinadhäsive der *ersten Generation* versuchten zur Dentinklebung auf der hydrophilen Struktur des Dentins dasselbe Verfahren anzuwenden wie auf dem hydrophoben Zahnschmelz. Dabei erfolgt nach der Ätzung die Applikation eines „Universaladhäsivs“ einem klassischen „Schmelzbonding“ mit vorrangig apolaren, nicht funktionellen Gruppen. Diese waren jedoch nicht in der Lage aufgrund ihrer Hydrophobie in das Dentin einzudringen und dort einen Haftverbund zu etablieren.

Bei der *zweiten Generation* wurde versucht sich dieser Problematik anzunehmen und man beließ die Schmierschicht, welche dann von den Monomeren infiltriert und somit stabilisiert werden sollte. Der auf diese Weise erzielte Haftverbund erwies sich jedoch als zu gering und nicht sehr stabil. Der bekannteste Vertreter dieser Generation war das Scotchbond™ DC (3M, Neuss, Deutschland).

Mit der Einführung der *dritten Generation* reifte die Erkenntnis, dass eine Umstellung des Dentins von hydrophob auf hydrophil zur Anbindung apolarer Bondingmaterialien erfolgen musste. Der eigentliche Vorgang der Haftvermittlung wurde in mehrere Einzelschritte aufgeteilt. Nach der Konditionierung des Dentins mit Phosphorsäure, erfolgte über einen „Primer“ die Infiltration hydrophiler Monomere, die mit ihren polaren Gruppen die freiliegenden Dentinstrukturen auskleiden und mit ihren apolaren Gruppen eine Anbindung an das im nächsten Schritt folgende Bonding ermöglichen sollte. Das Konditionierungsagens der Dentinbereiche ist in diesem Fall ein selbstätzender Primer (z.B. 1,4% Maleinsäure), welcher nicht wie die Phosphorsäure abgesprüht werden muss, sondern nach der Einwirkzeit lediglich verblasen wird. Da die Primermonomere mit der Maleinsäure in einem Agens verbunden sind, kann nach Verdunsten des Primers, die in Lösung gegangene Schmierschicht wieder ausfallen und in die Hybridschicht eingebaut werden. Mit dieser Verfahrenstechnik gab es erstmals ein funktionierendes Haftvermittlersystem, welches mit dem Vertreter Syntac Classic (Vivadent) den bis heute am häufigsten als Referenz verwendeten Haftvermittler darstellt.

Im Zusammenhang mit der *vierten Generation* taucht zum ersten Mal der Begriff der „Total-Etch“-Technik auf. Die Konditionierung des Dentins und des Schmelzes erfolgt in einem zweistufigen Vorgehen mittels 30-40%iger Phosphorsäure durch gezieltes Auftragen unter verschiedenen Kontaktzeiten. Das Aufbringen des Haftvermittlers erfolgt mittels der „Total Bond“-Technik, die bereits bei den Produkten der dritten Generation durchgeführt wurde. Die Systemkomponenten wurden hierbei in einer Flasche zusammengefasst wie z.B. beim Excite[®] (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Die *fünfte Generation* beinhaltet zwei verschiedene Typen von Adhäsiven. Zum einen die so genannten „One-bottle systems“ und zum anderen die „Self-Etching primer systems“. Um die klinische Anwendung zu erleichtern vereinigten die „One-bottle systems“ Primer und Adhäsiv in einer Lösung, welche nach erfolgter „Total-Etch“ Technik aufgetragen wurde. Nakabayashi et al. (1982) entwickelten einen Self-Etch Primer, der aus einer wässrigen Lösung bestand und sowohl Phenyl-P, als auch HEMA Beinhaltetete. Dieser

wirkte gleichzeitig auf Dentin und Schmelz ein. Die Haftwerte für diese Produkte werden in der Regel etwas geringer eingestuft wie die der Viertgenerationspräparate (Ponnaappa und Rao, 2002).

Unter der *sechsten Generation* fasst man im Allgemeinen selbstkonditionierende Adhäsive zusammen, die mit Hilfe saurer Monomere eine mit Phosphorsäure vergleichbare Ätzung erzielen sollen. Auf Grund der Instabilität einiger Bestandteile ist die Aufbewahrung in einer Flasche nicht möglich und macht ein Anmischen vor der direkten Applikation nötig wie z.B. AdheSE (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) oder Adper Prompt L-Pop (3M, Neuss, Deutschland). Ein Vorteil dieser Systeme ist sicherlich die Verringerung der Fehlermöglichkeiten am Dentin, jedoch können die Verbundqualitäten noch nicht mit der Phosphorsäureätzung verglichen werden (Kallenos et al., 2005).

Mit den neuesten Produkten der *siebten Generation* stehen erstmals wirkliche All-in-One Produkte bereit, die alle Komponenten in einer Flasche vereinigen und ohne vorheriges anmischen oder konditionieren direkt auf die Zahnoberfläche aufgetragen werden können. Vertreter dieser Generation wären: Xeno IV (DentsplyDeTrey), iBond (Heraeus Kulzer, Hanau).

Zusammensetzung des selbstätzenden Adhäsiv AdheSE®

Die Firma Ivoclar-Vivadent gibt in ihrer wissenschaftlichen Dokumentation vom September 2002 folgende Standard-Zusammensetzung ihres Produktes AdheSE an:

Primer: Phosphonsäureacrylat, Bis-Acrylsäureamid, Wasser, Initiatoren und Stabilisatoren

Bonding: Dimethacrylate, Hydroxyethylmethacrylat, hochdisperses Siliciumdioxid, Initiatoren und Stabilisatoren.

Zusammensetzung des Einkomponenten-Adhäsiv Excite®

Die Firma Ivoclar-Vivadent gibt in ihrer wissenschaftlichen Dokumentation vom März 1999 folgende Standard-Zusammensetzung ihres Produktes Excite an: Phosphonsäureacrylat, Hydroxyethylmethacrylat, Bis-GMA, Dimethacrylat, hochdisperses Siliciumdioxid, Ethanol, Katalysatoren und Stabilisatoren.

2.4 Komposite

Komposite bilden eine Materialgruppe plastischer, meist zahnfarbener Füllungswerkstoffe, die aus verschiedenen Werkstoffen zusammengesetzt sind. Sie enthalten polymerisationsfähige Monomere, die durch Lichthärtung oder chemische Härtung ein polymeres Netzwerk bilden, in das oberflächenmodifizierte Füllpartikel eingebunden sind (Hellwig et al., 1999).

Erste Ansätze zur Entwicklung zahnfarbener Kunststoffe war der Einsatz von Polymethylmethacrylaten Ende der 40iger Jahre. Jedoch erwiesen sich diese Materialien als unzureichend aufgrund ihrer hohen Polymerisationsschrumpfung mit Randspaltbildung und Gefahr der Sekundärkaries sowie der geringe Polymerisationsgrad und dementsprechend hoher Restmonomergehalt mit möglicher Pulpaschädigung. Obwohl bereits in den 50iger Jahren an Verbesserungen der Polymerisationsschrumpfung durch Beifügung anorganischer Silikatpartikel gearbeitet wurde, gelang erst (Bowen, 1965) durch Entwicklung des Bisphenol-A-Glycidmethacrylat (Bis-GMA) als organische Matrix, einen Füllungswerkstoff zu finden, der sowohl von seinen physikalischen als auch seinen pulpatoxischen Eigenschaften akzeptabel war.

2.4.1 Bestandteile der Komposite

Moderne Kompositmaterialien bestehen aus einer Vielzahl von Komponenten. Die Hauptbestandteile sind:

-eine organische Matrix bestehend mehrfunktionellen Methacrylaten (Bisphenol A-Glycidylmethacrylat= Bis-GMA) und

-anorganische Füllkörper(silanisierte Glas-, Quarz-, oder Keramikpartikel, Zirkondioxidfüllkörper, SiO₂, sphärisch gesinterte Mischoxide).

Weiterhin enthalten sie Stabilisatoren, Pigmente und Photoinitiatoren. Wobei die Zusammensetzung der einzelnen Inhaltsstoffe je nach dem Anwendungsgebiet des Materials schwanken kann.

Zusammensetzung des Komposite Tetric Ceram HB

Die Firma Ivoclar-Vivadent gibt in ihrem technischen Datenblatt vom September 2000 folgende Standard-Zusammensetzung ihres Produktes Tetric[®] Ceram HB an: Bis-GMA, Urethandimethacrylat, aliphatisches Dimethacrylat, Bariumglasfüller (silanisiert), Ytterbiumtrifluorid, Mischoxid (silanisiert), Ba-Al-Fluorosilikatglas (silanisiert), hochdisperses Siliziumdioxid (silanisiert), Additive, Katalysatoren, Stabilisatoren und Pigmente.

2.5 In-vivo-Studien

Vor der Markteinführung neuer Adhäsiv stehen langwierige Untersuchungen an um mögliche Fehlerquellen auszuschließen. Ein Großteil dieser Versuche findet unter idealisierten Bedingungen in-vitro statt (De Munck et al., 2003). Da man jedoch die realistische Entwicklung vom Verhalten eines Füllungs-materials dadurch nicht widerspiegeln kann, lässt sich dies nur durch aufwendige in-vivo Studien bewerkstelligen, die in der Aussagekraft wesentlich höher einzustufen sind (Dalton Bittencourt et al., 2005; Gordan et al., 2005; Ernst et al., 2006; Lindberg et al., 2007). Die sichersten Ergebnisse liefern longitudinale Studien, jedoch werden die meisten Studien kurz- oder mittelfristig angelegt, da Langzeitstudien schwierig in ihrer Durchführung sind (Gaengler et al., 2004; Loguercio et al., 2006).

Um die klinischen Ergebnisse jederzeit einheitlich zu bestimmen bzw. eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, ist es erforderlich einheitliche Bewertungskriterien anzuwenden. Die 1971 von Ryge&Cvar (Ryge und Snyder,

1973) erstellten USPHS Kriterien bildeten die Grundlage vieler Untersuchungen. Eine der ersten Studie, die diese verwendete, war eine 2-Jahres-Studie die das Verhalten von Lichthärtenden Kunststoffen in Sechsjahrmolaren untersuchte (Tonn und Ryge, 1985). In verschiedenen klinischen Studien konnte bereits das Verhalten von Self-Etch Adhäsiven in Vergleich zu Etch-and-Rinse Produkten untersucht werden (Perdigao et al., 2003; Turkun, 2003; Blunck et al., 2004; Gallo et al., 2005). Viele dieser Untersuchungen werden jedoch an Klasse V Kavitäten vorgenommen, da hierbei ein überschaubarerer Untersuchungsbereich vorliegt. Studien, die sich mit dem Langzeitverhalten in Klasse II Kavitäten beschäftigen, weisen bei der Untersuchung auf die Schwierigkeit des nicht einsehbaren Approximalraumes hin (Oberländer et al., 2001).

Zusätzlich zu klinischen Kontrollen können mikromorphologische Untersuchungen (rasterelektronenmikroskopische) von Replikas eine genauere Analyse des klinischen Verhaltens von Füllungsmaterialien ermöglichen und so die Beurteilung von Restaurationen optimieren (Radovic et al., 2006). Mikromorphologische Untersuchungen repräsentieren ein Mittel zur initialen Untersuchung und somit Vorauswahl beispielsweise neuer Restaurationsmaterialien, da Oberflächen- und Randverhalten von Füllungswerkstoffen als wichtigste Kriterien der Eignung exakt analysiert und dokumentiert werden können (Dietschi et al., 1989). Die Replikatechnik wird heute durch Silikonabformungen mit goldbedampften Epoxidharz-Probekörpern (z.B. Blue Star) angewendet, die sich gut zur Darstellung feinsten oberflächenstruktureller Details eignen. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen sollen vor allem bei der Beurteilung der Grenzflächenbeziehungen Füllungsmaterial – Zahnhartsubstanz helfen, da diese einen Schwerpunkt bei der klinischen Sicherheit von Füllungsmaterialien darstellen.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Patientengut

Im Rahmen einer klinischen, prospektiven Langzeituntersuchung wurde an der Martin-Luther –Universität Halle/Wittenberg in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie ein neues Dentinhaftvermittlersystem über 4 Jahre hinweg getestet. Die Durchführung der gesamten Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Martin-Luther-Universität begutachtet und genehmigt.

Auf Basis einer Fallzahlschätzung mit Berücksichtigung eines möglichen Patientenverlustes von 15% wurden 50 Patienten mit einem primären oder sekundären Restaurationsbedarf der Kavitätenklassen I und II an mindestens 2 Molaren oder Prämolaren in die Studie einbezogen. Nach eingehender Untersuchung, Aufnahme der Basisdaten, Aufklärung, Ausfüllen eines Patientenerhebungsbogens und Einverständniserklärung wurden bei jedem Patienten zwei Studienzähne ausgewählt. Die ausgewählten Zähne waren vital und wiesen einen antagonistischen sowie mindestens einen approximalen Kontakt auf. Für jeden Studienpatienten erfolgte die Entscheidung über das bei der ersten der beiden Kavitäten zu verwendende Adhäsiv randomisiert unter Benutzung eines Spielwürfels. Dabei kam bei geraden Zahlen Excite, bei ungeraden AdheSE zum Einsatz. Bei der zweiten Kavität kam das jeweils andere Adhäsiv zu Einsatz. Das Rekrutieren der Patienten erfolgte wahllos aus dem Patientenstamm der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, wobei sich eine Verteilung von 29 weiblichen und 21 männlichen Probanden ergab. Insgesamt wurden 27 Klasse I und 73 Klasse II Restaurationen an 40 Prämolaren und 60 Molaren gelegt.

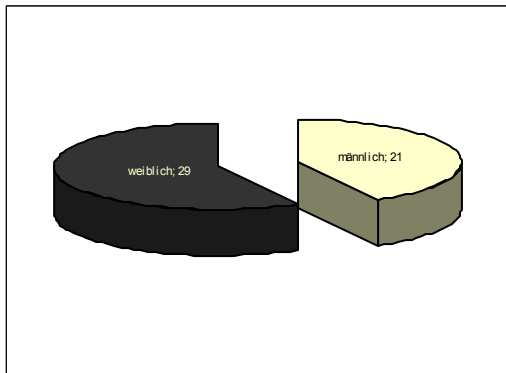


Abb. 1: Aufteilung männlicher und weiblicher Probanden

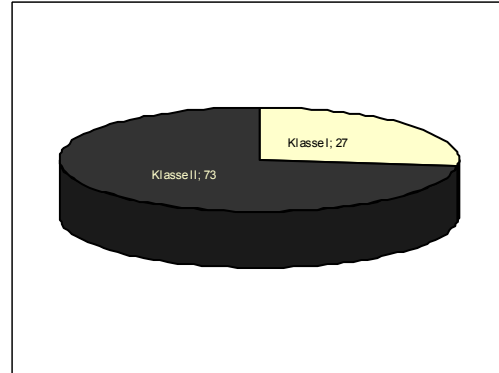


Abb. 2: Aufteilung von Klasse I und II Füllungen

Die Patienten erklärten sich bereit für die Nachuntersuchungen zu erscheinen und waren mit dem Dokumentationsverlauf der Restaurationen einverstanden. Das Legen der Füllungen erfolgte durch einen einzigen kalibrierten und erfahrenen Zahnarzt der Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg. Die Dokumentation und die Auswertung der Nachuntersuchungen wurden über 4 Jahre im Rahmen dieser Dissertation durchgeführt.

3.2 Restaurationsmaterialien

Die Füllungen der Kavitätenklasse I und II wurden mit der Erweiterung des Füllungsmaterials Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), dem stopfbaren Composite Tetric Ceram HB (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) gelegt. Dieses weist eine doppelt so hohe „Packability Force“ auf wie Tetric Ceram. Es wird vom Hersteller als besonders gut für direkte Restaurationen im Seitenzahngebiet empfohlen. Laut Herstellerangaben enthält Tetric Ceram HB folgende Bestandteile (in Gew.-%):

Bis-GMA	8,5
Urethandimethacrylat	6,1
Alipatisches Dimethacrylat	3,8
Bariumglasfüller, silanisiert	54,4
Ytterbiumtrifluorid	12,0
Mischoxid, silanisiert	3,0
Ba-Al-Floursilikatglas, silanisiert	1,0
Hochdisperses Siliziumdioxid	10,0
Additive	0,9

Katalysatoren und Stabilisatoren	0,3
Pigmente	<0,1

Die Studie erfolgte unter Verwendung zwei verschiedener Dentinhaftvermittlersysteme. Das Einkomponenten-Adhäsiv Excite, bei dem eine vorherige Konditionierung mit 35%iger Phosphorsäure (Total-Etch) nötig ist. Sowie das selbstätzende Adhäsiv AdheSE welches lediglich das nacheinander folgende Auftragen des Primers und des Bondings verlangt. Eine zusätzliche Konditionierung entfällt. Laut Herstellerangaben setzt sich Excite zusammen aus (in Gew.-%):

Phosphonsäureacrylat, Hydroxyethylmethacrylat, Bis-GMA, Dimethacrylat	73,6
Hochdisperses Siliciumdioxid	0,5
Ethanol	25,0
Katalysatoren und Stabilisatoren	0,9

Beim AdheSE gibt der Hersteller folgende Angaben der Zusammensetzung:

<u>Primer</u>	Phosphonsäureacrylat
	Bis-Acrylsäureamid
	Wasser
	Initiatoren und Stabilisatoren
<u>Bonding</u>	Dimethacrylate
	Hydroxyethylmethacrylat
	Hochdisperses Siliciumdioxid
	Initiatoren und Stabilisatoren

3.3 Behandlungsabschnitt

3.3.1 Legen der Füllung

Alle Präparationen erfolgten so minimalinvasiv wie möglich mit Diamanten grober Körnung (125-150µm) (Komet, Gebr.Brasseler, Lemgo). Die Ausdehnung der Kavität wurde lediglich durch den vorhandenen Defekt und/ oder durch vorhandene Restaurationen definiert.

Sämtliche Füllungen wurden unter Kofferdam mittels Total-Etch-Technik (Vococid, Voco, Cuxhaven, Deutschland) bei der Verwendung von Excite oder unter Anwendung des selbstätzenden Adhäsivs AdheSE gelegt. Nach Kariesexkavation erfolgte eine Kavitätentoilette mittels 3%iger H₂O₂ Lösung. Die Abdeckung pulpennaher Dentinbereiche erfolgte im Bedarfsfall mit dem Calciumhydroxidliner Dycal (Densply DeTrey, Konstanz, Deutschland). Wobei die Entscheidung einer CP Behandlung durch das Ausgangsröntgenbild gestützt wurde. Des Weiteren hielt man sich an die Definition der DGZMK, wonach eine pulpennahe Dentinwunde nach Ausräumung eines tiefen kariösen Prozesses vorliegt. Die Abdeckung erfolgte an insgesamt 14 Zähnen (5xAdheSE, 9xExcite). Da diese Zähne im Vorfeld keine Beschwerdesymptomatik zeigten und die Behandlung kein Ausschlusskriterium darstellte, wurden sie ebenfalls in die Studie mit einbezogen. Es erfolgte eine zirkuläre Anschrägung von ca. 1mm mit einem Diamanten mittlerer Korngröße (20-40µm) (Komet, Gebr.Brasseler, Lemgo). Bei Kavitäten der Klasse II wurden Stahlmatrizen (3M Espe, Pithiviers, Frankreich) und Ahornholzkeile (Hawe- Neos, Bioggio, Schweiz) verwendet, um eine zervikale Abdichtung gegen Überfüllung zu gewährleisten. Danach wurden die Kavitäten entsprechend den Herstellerangaben mit dem jeweiligen Adhäsiv vorbehandelt. Die erste Kavität wurde mit 35%iger Phosphorsäure (Vococid, Voco, Cuxhaven, Deutschland) geätzt. Dabei wurde die gesamte Kavität vom Schmelzrand beginnend 30 Sekunden im Schmelz und maximal 15 Sekunden im Dentin geätzt. Daraufhin erfolgten ein ebenso langes Entfernen der Säure mit Wasserspray und ein sanftes Trocknen mit Luft. Im Anschluss wurde das Excite[®] mittels eines Applikatortips für 15 Sekunden in der gesamten Kavität einmassiert. Überschüsse wurden durch Verblasen entfernt. Danach erfolgte

eine Lichtpolymerisation (Astralis 7, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) für 10 Sekunden. Als Ergebnis zeigte sich eine glänzende Adhäsivschicht.

In die zweite Kavität wurde der AdheSE Primer für 15 Sekunden einmassiert und für weitere 15 Sekunden bewegt. Anschließend wurde der Primer wie vom Hersteller vorgesehen mit einem starken Luftstrom getrocknet und das AdheSE Bonding aufgetragen. Dieses sollte mit einem sanften Luftstrom verteilt werden bevor das Bonding für 10 Sekunden lichtpolymerisiert (Astralis 7, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) werden konnte. Nachfolgend wurde das Füllungskomposit Tetric Ceram HB in Schichttechnik (maximale Schichtstärke 2mm und 60 Sekunden Polymerisation, Astralis 7, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) eingebracht. Die Ausarbeitung und Politur wurde mit Feinkorndiamanten mit einer Körnung von 12-22µm (Komet, Gebr. Brasseler, Lemgo), Kompositpolierern (Astropol, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) absteigender Größe und Astrobrush Polierbürsten (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) vorgenommen.

Nach 14 Tagen erfolgte die Baselineuntersuchung während der auch die erste Situationsabformung mittels AquasilTM Monophase (Dentsply De Trey) und Minitrayabformträgern genommen wurde.

Fallbeispiel:



Abb.3: Diagnose: insuffiziente Füllung und Karies unterer rechter Molar (Zahn 46)



Abb.4: Kariesfreie fertige Kavität an Zahn 46



Abb.5: AdheSE Primer für 15 sec einreiben und weitere 15 sec bewegen



Abb.6: Primer wird mit einem starken Luftstrom getrocknet



Abb.7: AdheSE Bonding kurz einreiben ohne weiteres Warten



Abb.8: AdheSE Bonding mit einem sehr sanften Luftstrom verteilen

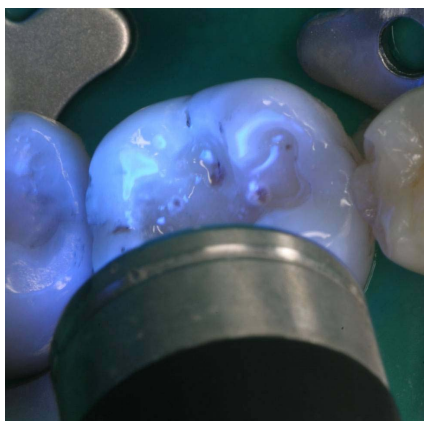


Abb. 9: Polymerisation des Bondings



Abb. 10: Nach Applikation und Lichthärtung des Komposit



Abb. 11: Fertige Füllung nach Ausarbeitung und Politur

3.3.2 Dokumentation

Zur Diagnostik und Dokumentation lag ein Ausgangsröntgenbefund des zu behandelnden Zahnes vor. Es erfolgte ein präoperativer Fotostatus. Die zu versorgenden Zähne wurden nach Kavitätenpräparation, nach dem Legen der Füllung und im Rahmen der Kontrolluntersuchung von okklusal und lateral fotografiert.

Für die in den Abständen von 6, 12, 24 und 48 Monaten stattfindenden Nachuntersuchungen war es wichtig einen standardisierten Dokumentationsbogen zu erstellen. Schon 1973 machten Ryge und Snyder (Ryge und Snyder, 1973) darauf aufmerksam, dass es für die objektive Beurteilung klinischer Untersuchungen ebenso wichtig sei standardisierte Methoden zu verwenden wie sie in den In vitro - Untersuchungen schon angewendet

wurden. Es wurde ein modifizierter Dokumentationsbogen verwendet, welcher sich bei seinen Bewertungsrichtlinien auf die Kriterien von Ryge und Snyder (Ryge und Snyder, 1973) stützt. Diese Kriterien wurden zum Zeitpunkt der Baselineuntersuchung, der 6-Monate, 12-Monate, 24-Monate und 48-Monate Kontrolle untersucht. Die klinischen Bewertungen erfolgten mit den üblichen zahnärztlichen Hilfsmitteln einer Befunderhebung (Spiegel, Sonde, Luftbläser sowie Zahnseide zur Approximalraumkontrolle). Des Weiteren erfolgte zu jeder Untersuchung ein thermischer Sensibilitätstest mittels Kältespray (Firma Roeko).

Die Füllungen wurden dabei klinisch nach folgenden Kriterien beurteilt:

Sichtbare Randunregelmäßigkeiten

0	Keine
1	Partiell, weniger als 50%
2	Partiell, mehr als 50%
3	Gesamter Rand

Randverfärbungen

0	Keine
1	Partiell, weniger als 50%
2	Partiell, mehr als 50%
3	Gesamter Rand

Prüfung mit der Sonde

0	Nicht tastbar
1	Rand tastbar
2	Spalt sondierbar (nicht bis ins Dentin oder auf die Unterfüllung)
3	Spalt sondierbar (bis ins Dentin oder auf die Unterfüllung)

Sekundärkaries

0	Nein	(o) okklusal (a) approximal (c) cervical
1	Schmelzkaries	(o) okklusal (a) approximal (c) cervical
2	Dentinkaries	(o) okklusal (a) approximal (c) cervical
3	Schmelz- und Dentinkaries	(o) okklusal (a) approximal (c) cervical

Oberfläche

0	Glatt
1	geringe Rauigkeit
2	starke Rauigkeit

Anatomische Form

0	Gute anatomische Form
1	Geringfügige Abrasion, nicht behandlungsbedürftig
2	Deutliche Abrasion, Austausch der Füllung erforderlich

Approximalkontakte

0	Optimaler Kontakt
1	Leichter Kontakt (Überprüfung eventuell mit Matrize)
2	Kein Kontakt

Fraktur und Füllungsverlust

0	Nein	
1	Fraktur: Lokalisation	
2	Füllungsverlust:	a) total
		b) partiell: Lokalisation

Abdrucknahme

Alle Füllungen wurden nach dem Legen, nach 6-Monaten, 12-Monaten, 24-Monaten und 48-Monaten mit Minitrayabformlöffeln und dem Silikon Aquasil (Dentsply De Trey) abgeformt. Zu diesem Zweck wurden die Zähne vorher mit Polierpaste gereinigt und anschließend getrocknet.

Fotodokumentation

Eine Fotodokumentation mit einer Aufnahme von okklusal sowie von lateral wurde von jeder Füllung erstellt. Es wurden dabei Intraoralspiegel zu Hilfe genommen. Die Aufnahmen wurden mit einer Spiegelreflexkamera (Canon EOS 30 D) und einem zusätzlichen Ringblitz angefertigt.

3.3.3 Ablauf der Nachuntersuchung

Wie schon bei der Baseline-Untersuchung, wurden die entsprechenden Zähne zu den Nachuntersuchungsterminen, gemäß den Kriterien der Dokumentationsbögen hin untersucht, abgeformt und fotodokumentiert.

3.4 Bewertung der Füllungsråder unter dem Rasterelektronenmikroskop

3.4.1 Herstellung der Epoxidharzmodelle

Um die Kavitätenränder unter dem Rasterelektronenmikroskop zu bewerten, war es notwendig entsprechende Epoxidharzreplikas der füllungstragenden Zähne herzustellen. Die nach jeder Untersuchung mit dem Silikonabformmaterial Aquasil (Dentsply De Trey) genommenen Abdrücke dienten nach Desinfektion und Rückstellung der Replikaerstellung. Dabei war es technisch nicht möglich, den approximalen Teil der Füllung mit dem Abdruck zu erfassen, sondern es wurde nur der okklusale Teil der Restauration abgeformt. Ein Isolator war laut Herstellerangaben nicht notwendig und somit konnten die Abdrücke nach der Rückstellphase mit dem Epoxidharz Blue

Star (Girrbach Dental, Pforzheim, Germany) ausgegossen werden. Nach einer Abbindezeit von mindestens 6 Stunden konnten die Replikas entnommen und entsprechend zugeschnitten werden. Die Proben wurden auf einem REM-Träger mittels einer elektrisch leitenden Haftmasse (Leit-C-Plast, Neubauer Chemikalien) befestigt und anschließend in einer Sputteranlage (SCD004 Sputter coater, Balzer) bei 25mA für 30 sec. mit einer 50 nm starken Goldschicht überzogen. Die REM-Träger wurden zum Schutz vor Staub und anderen Einflüssen in vorgesehenen Behältnissen gelagert.



Abb.12: Sputtergerät zum Bedampfen der Replika

3.4.2 Durchführung der Randanalyse

Zur zusätzlichen Objektivierung der klinischen Befunde wurde eine mikromorphologische Untersuchung unter Zuhilfenahme eines Rasterelektronenmikroskops (Hitachi, S-520, Fa. Hitachi, Tokyo) durchgeführt. Die mikromorphologischen Befunde wurden einzelzahnbezogen zu den verschiedenen Kriterien erfasst. Die Beurteilung wurde von einem Untersucher durchgeführt.



Abb.13: Rasterelektronenmikroskop(REM) zur Beurteilung der Randqualität

Es wurde im Einzelnen von jeder Füllung ein rasterelektronenmikroskopisches Bild in der Übersicht angefertigt. Bei einer 250-fachen Vergrößerung wurden die Oberfläche und der Füllungsrand systematisch nach den vorher festgelegten Kriterien untersucht, wobei markante Veränderungen oder besonders gut erhaltene Bereiche der Oberfläche bzw. des Randes fotografisch dokumentiert wurden. Die Bewertung erfolgte nach den M-Kriterien des CPM-Indexes (Gaengler et al., 2001; Gaengler et al., 2004) in modifizierter Form. Die Untersuchung erfolgte anhand folgender Gesichtspunkte:

1. Randschluß

0	perfekter Rand
1	lokale Randimperfectionen, mindestens 2/3 des Füllungsrandes sind perfekt
2	1/3 bis 2/3 des Füllungsrandes sind perfekt
3	weniger als 1/3 des Füllungsrandes sind perfekt

2. Füllungsüberschüsse

0	keine Füllungsüberschüsse
1	Füllungsüberschüsse bis 1/3 des Gesamtumfanges
2	Füllungsüberschüsse 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
3	Füllungsüberschüsse mehr als 2/3 des Gesamtumfanges

3. Randabbrüche

0	keine Randabbrüche
1	Randabbrüche bis 1/3 des Gesamtumfanges
2	Randabbrüche 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
3	Randabbrüche mehr als 2/3 des Gesamtumfanges

4. Negative Stufenbildung

0	keine negative Stufenbildung
1	negative Stufenbildung bis 1/3 des Gesamtumfanges
2	negative Stufenbildung 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
3	negative Stufenbildung mehr als 2/3 des Gesamtumfanges

5. Mikroleakage und Randspalten

0	keine Mikroleakage, keine Randspalten
1	vereinzelt Mikroleakage im Grenzflächenbereich
2	ausgeprägte Mikroleakage
3	Mikroleakages und Randspalten

6. Weitere Randimperfectionen (Frakturen randnaher Füllungsanteile und Schmelzfrakturen)

0	keine weiteren Randimperfectionen
1	weitere Randimperfectionen bis 1/3 des Gesamtumfanges
2	weitere Randimperfectionen 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
3	weitere Randimperfectionen mehr als 2/3 des Gesamtumfanges

3.5 Statistische Auswertung

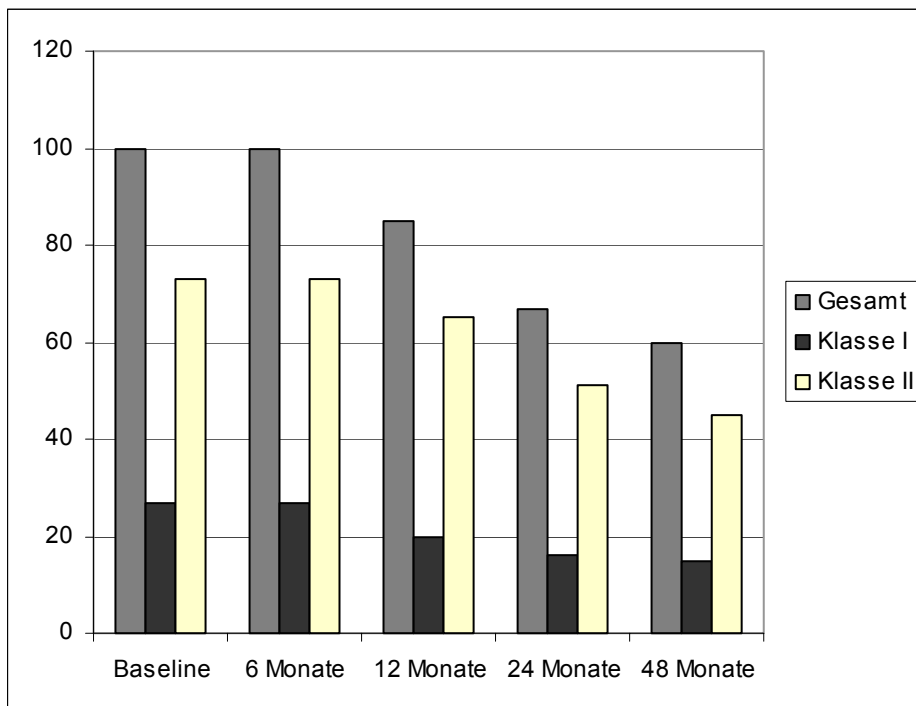
Die ermittelten Ergebnisse wurden mittels des Statistikprogramms SPSS 12.0 ausgewertet. Der statistische Vergleich der beiden Dentinhaftvermittlungssysteme für die einzelnen Bewertungskriterien über den Zeitraum von 24 Monaten wurde mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Test ermittelt. Dieser Test ist sehr gut geeignet für den direkten Vergleich zweier Materialien.

Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde bei allen statistischen Tests $p < 0,05$ angesetzt.

4 Ergebnisse

4.1 Klinische Resultate

Zu Beginn der Studie wurden 100 Füllungen bei 50 Patienten gelegt. Insgesamt 60 Füllungen konnten nach 4 Jahren bei 32 Patienten nachuntersucht werden. Dabei entsprachen 15 Füllungen der Klasse I und 45 Füllungen der Klasse II. 31 Füllungen konnten nach 48 Monaten nicht beurteilt werden, weil die Patienten auch nach mehrfachen Aufforderungen nicht zu den Kontrollterminen erschienen. Über den Untersuchungszeitraum entfielen vier Zähne auf Grund von Überkronungen. Bei einem Zahn erfolgte dies nach endodontischer Behandlung, bei einem weiteren im Zuge eines Lückenschlusses. Der Überkronungsgrund der beiden anderen Zähne könnte nicht nachvollzogen werden, da diese auch nach der Überkronung eine positive Vitalität zeigten. Bis auf den Lückenschluss erfolgte die prothetische Versorgung alio loco.



Tab. 1: Anzahl der Nachuntersuchten Füllungen über den Untersuchungszeitraum

Die folgende Auflistung zeigt die Aufteilung der als Misserfolg einzustufenden Füllungen.

Vier Füllungen: drop out infolge Füllungsfraktur

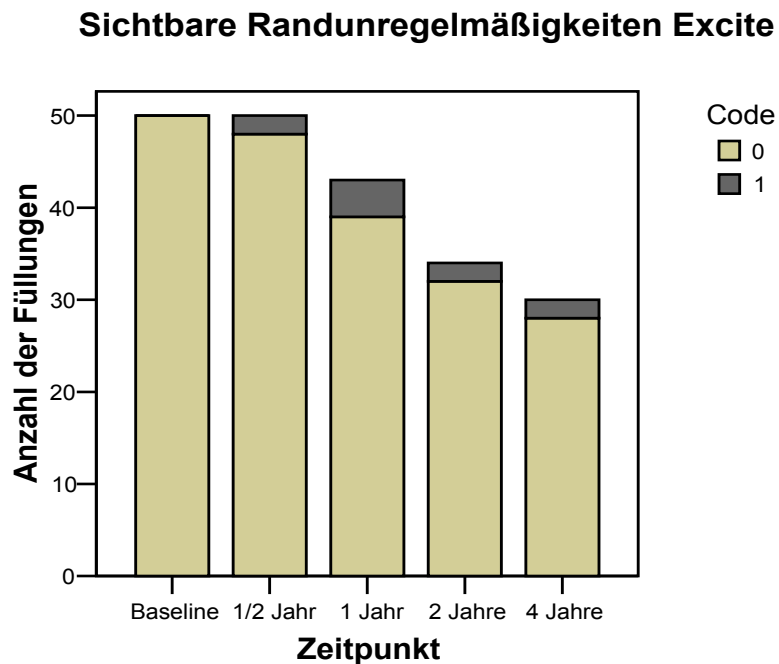
Drei Füllungen: Vitalexstirpation infolge pulpitischer Beschwerden

4.1.1 Versorgung mit Excite und Tetric Ceram HB

Alle 50 Füllungen zeigten zu Beginn der Studie keine *sichtbaren Randunregelmäßigkeiten* (Code 0). Nach 4 Jahren zeigten sich bei 2 von 30 Füllungen in dieser Gruppe partielle sichtbare Randunregelmäßigkeiten die weniger als 50% des Randes betrafen (Tab. 2).

Tab. 2: Sichtbare Randunregelmäßigkeiten (in Klammern Angaben in Prozent)

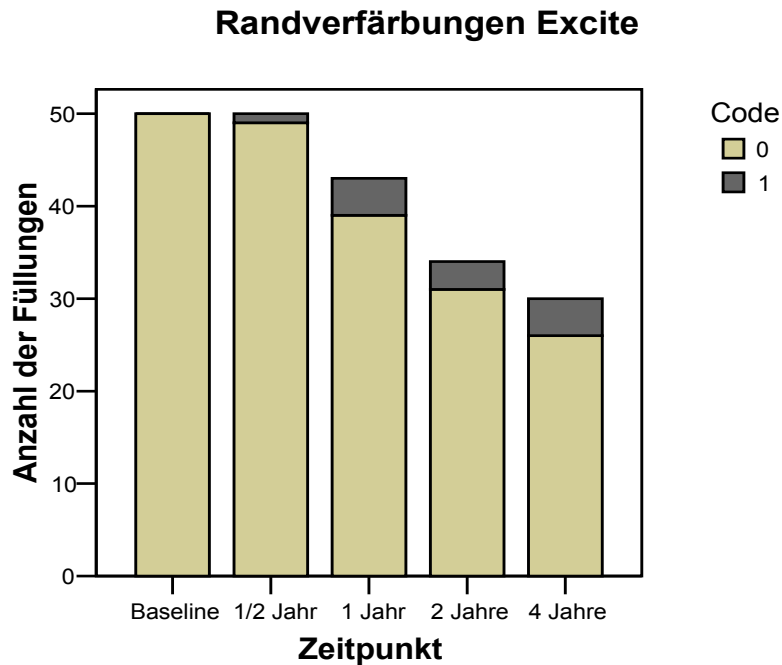
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	48(96,0)	2(4,0)	-	-
	1 Jahr	43	39(90,7)	4(9,3)	-	-
	2 Jahre	34	32(94,2)	2(5,9)	-	-
	4 Jahre	30	28(93,3)	2(6,7)	-	-



Zur Baseline wies keine der Füllungen *Randverfärbungen* auf. Bereits nach einem ½ Jahr musste eine Füllung mit Code 1, d.h. einer partiellen Randverfärbung von weniger als 50 %, bewertet werden. Zum Abschluss der Studie wurden 4 Füllungen mit Code 1 bewertet (Tab. 3).

Tab. 3: Randverfärbungen (in Klammern Angaben in Prozent)

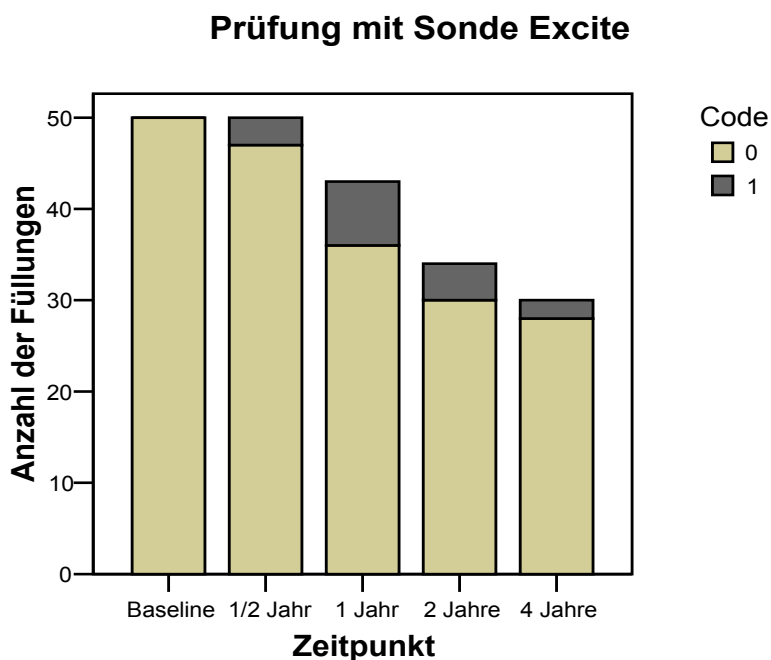
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	49(98,2)	1(2,0)	-	-
	1 Jahr	43	39(90,7)	4(9,3)	-	-
	2 Jahre	34	31(91,2)	3(8,8)	-	-
	4 Jahre	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-



Der Randschluss war bei allen Füllungen zu Beginn der Studie auf *Prüfung mit Sonde* homogen. Nach 4 Jahren war bei 2 Füllungen ein Rand tastbar (Tab. 4). Es waren zu keinem Zeitpunkt Randspalten zu messen, die eine Sondierung bis ins Dentin oder auf die Unterfüllung zuließen (Code 2 oder Code 3).

Tab. 4: Prüfung mit der Sonde (in Klammern Angaben in Prozent)

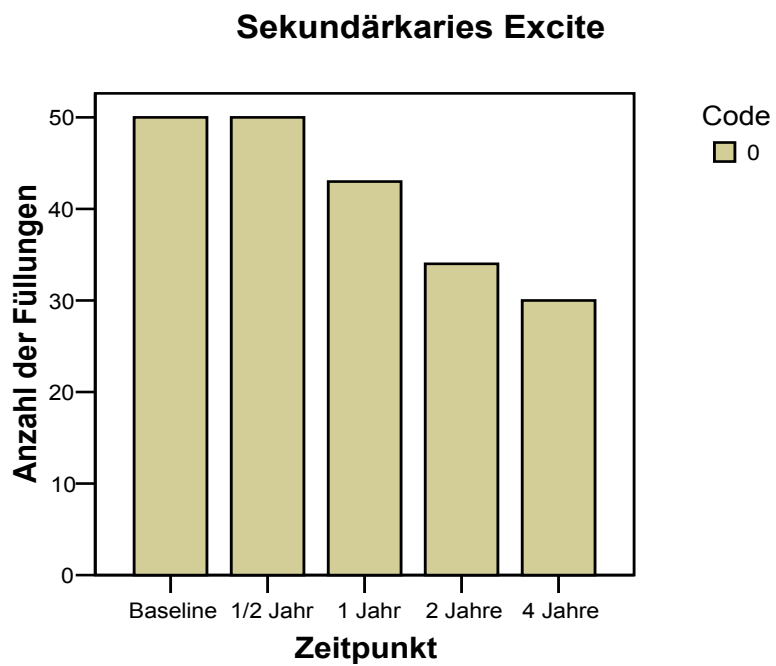
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	47(94,0)	3(6,0)	-	-
	1 Jahr	43	36(83,7)	7(16,3)	-	-
	2 Jahre	34	30(88,2)	4(11,8)	-	-
	4 Jahre	30	28(93,3)	2(6,7)	-	-



Während des gesamten Untersuchungszeitraums gab es keinen Fall von *Sekundärkaries* (Tab. 5).

Tab. 5: Sekundärkaries (in Klammern Angaben in Prozent)

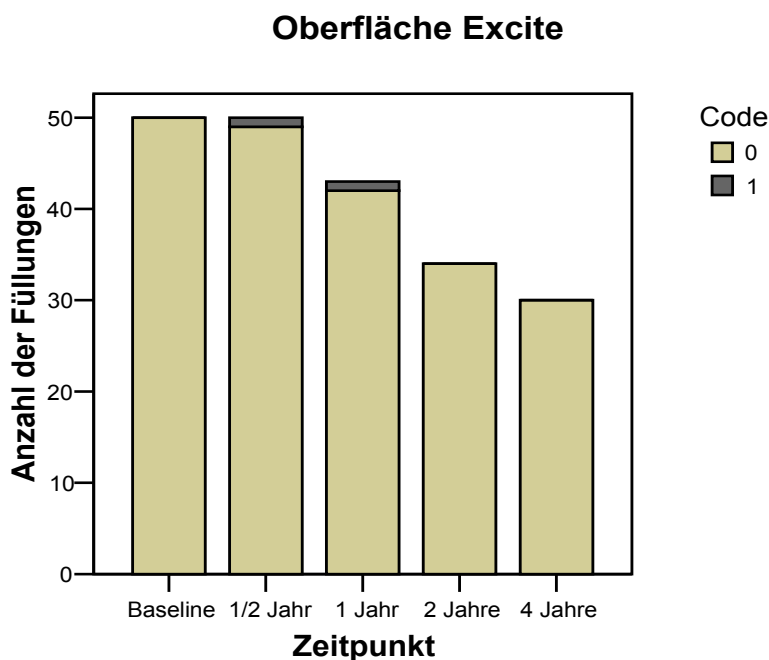
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	43	43(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	34	34(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-



Alle Füllungen zeigten zu Beginn der Studie eine homogene glatte *Oberfläche*. Nach ½ Jahr war bei einer Füllung ein geringe Rauigkeit zu finden (Code 1). Zur Nachuntersuchung nach 2 und 4 Jahren konnte diese Füllung nicht bewertet werden. Alle anderen Füllungen zeigten sich unverändert (Tab. 6).

Tab. 6: Oberfläche (in Klammern Angaben in Prozent)

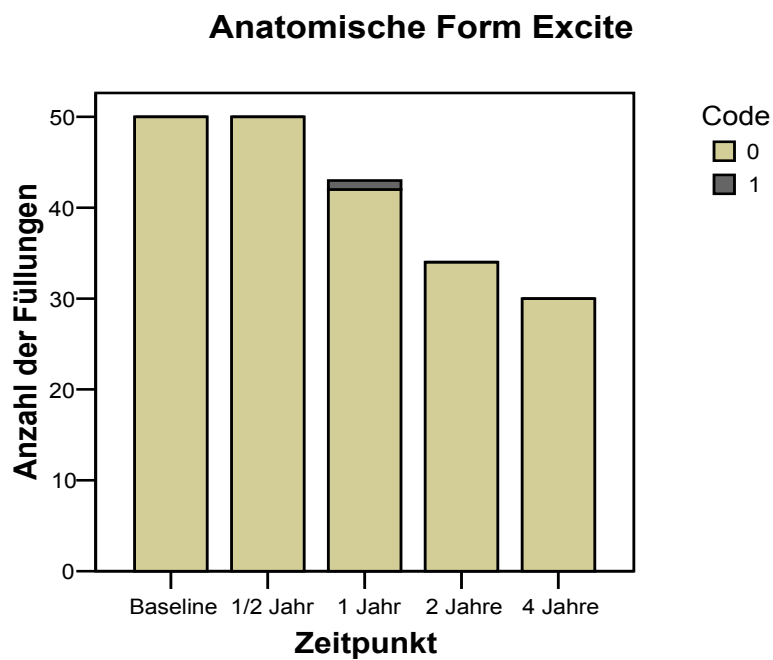
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	49(98,0)	1(2,0)	-	-
	1 Jahr	43	42(97,7)	1(2,3)	-	-
	2 Jahre	34	34(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-



Zu Beginn zeigten alle 50 Füllungen eine korrekte *anatomische Form*. Nach 4 Jahren konnten noch 30 Füllungen mit Code 0 bewertet werden (Tab. 7).

Tab. 7: Anatomische Form (in Klammern Angaben in Prozent)

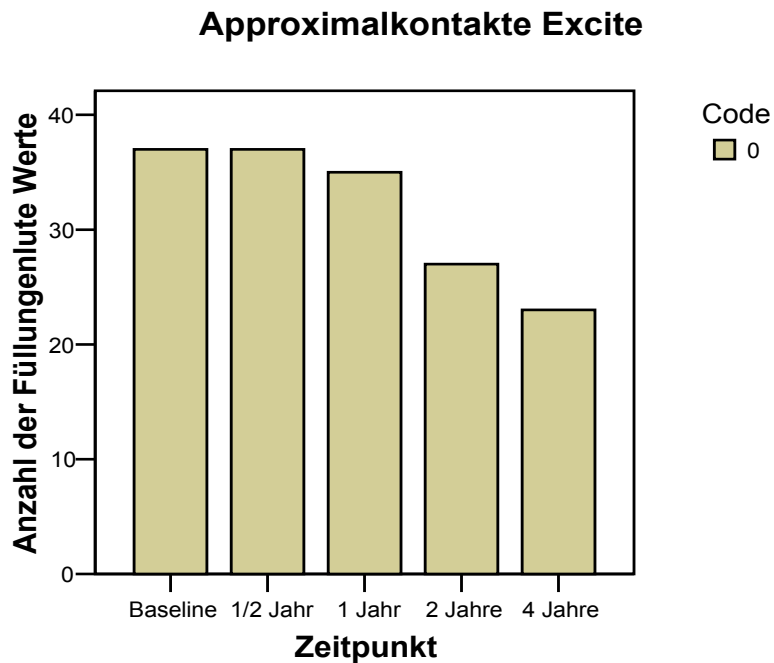
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	43	42(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	34	34(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-



In die Bewertung der *Approximalkontakte* gingen definitionsgemäß nur Füllungen ein, die einer Kavität nach Black II entsprachen. Alle nach 4 Jahren Nachuntersuchten Restaurationen zeigten einen unveränderten Kontaktpunkt (Tab. 8).

Tab. 8: Approximalkontakte (in Klammern Angaben in Prozent)

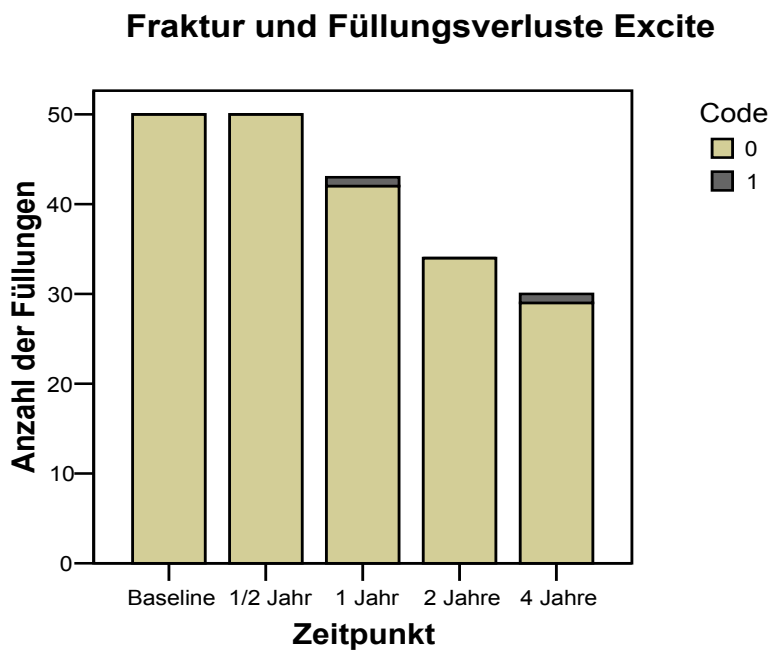
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	37	37(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	37	37(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	35	35(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	27	27(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	23	23(100,0)	-	-	-



Über den gesamten Untersuchungszeitraum mussten zwei Füllungen aufgrund einer *Fraktur* erneuert werden (Tab. 9). Bei keiner Restauration kam es zu einem partiellen oder totalen *Füllungsverlust* (Code 2).

Tab. 9: Fraktur und Füllungsverluste (in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	43	42(97,7)	1(2,3)	-	-
	2 Jahre	34	34(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	29(96,7)	1(2,3)	-	-

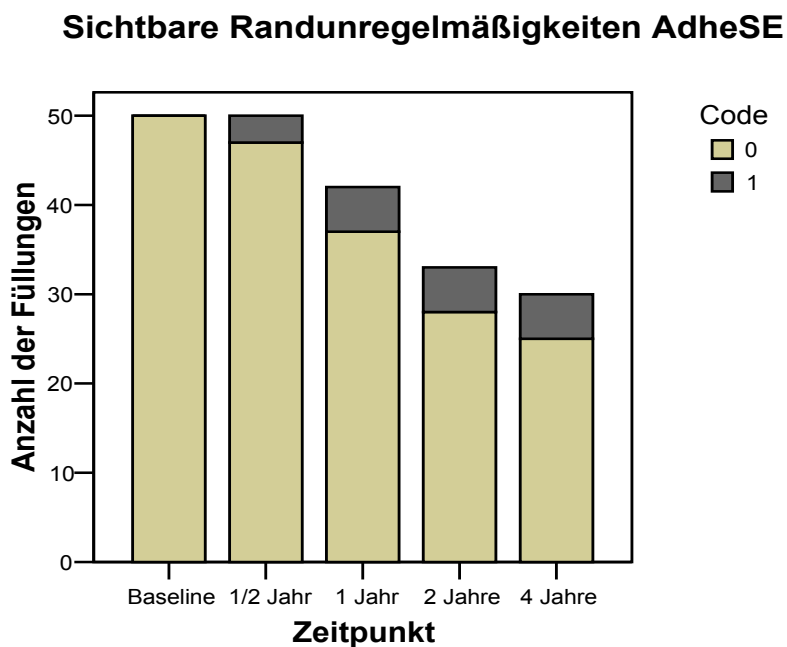


4.1.2 Versorgung mit AdheSE und Tetric Ceram HB

Zu Beginn der Studie zeigte keine der 50 Füllungen *sichtbare Randunregelmäßigkeiten*. Bereits nach einem ½ Jahr konnten an 3 Füllungen partielle Randunregelmäßigkeiten mit weniger als 50 % Randbeteiligung festgestellt werden (Code 1). Nach 4 Jahren stieg diese Zahl auf 5 Restaurationen an (Tab. 10).

Tab. 10: Sichtbare Randunregelmäßigkeiten (in Klammern Angaben in Prozent)

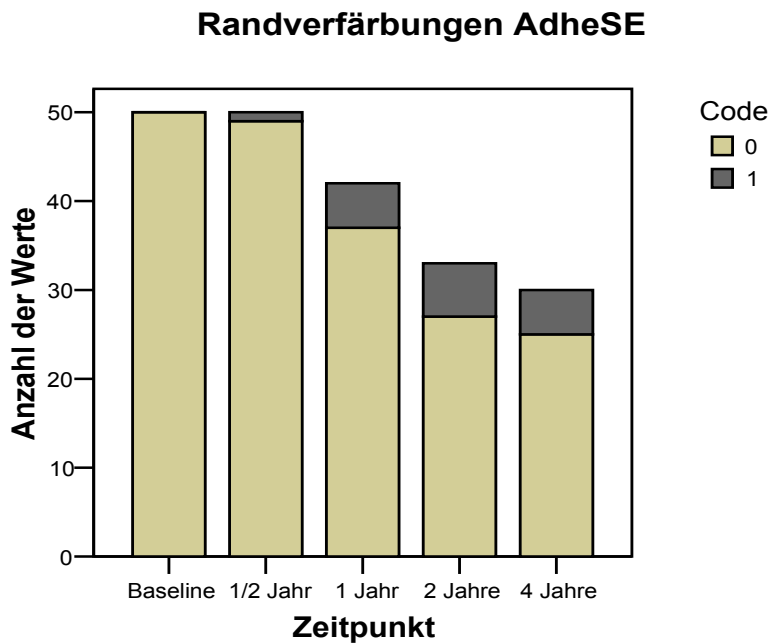
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	47(94,0)	3(6,0)	-	-
	1 Jahr	42	37(88,1)	5(11,9)	-	-
	2 Jahre	33	28(84,8)	5(15,2)	-	-
	4 Jahre	30	25(83,3)	5(16,7)	-	-



Zur Baselineuntersuchung waren alle 50 Füllungen perfekt an den angrenzenden Zahnschmelz adaptiert. Lediglich 5 Füllungen zeigten nach 4 Jahren Abweichungen von der Norm und eine partielle *Randverfärbung* bei weniger als 50 % des Randes (Tab. 11).

Tab. 11: Randverfärbung (in Klammern Angaben in Prozent)

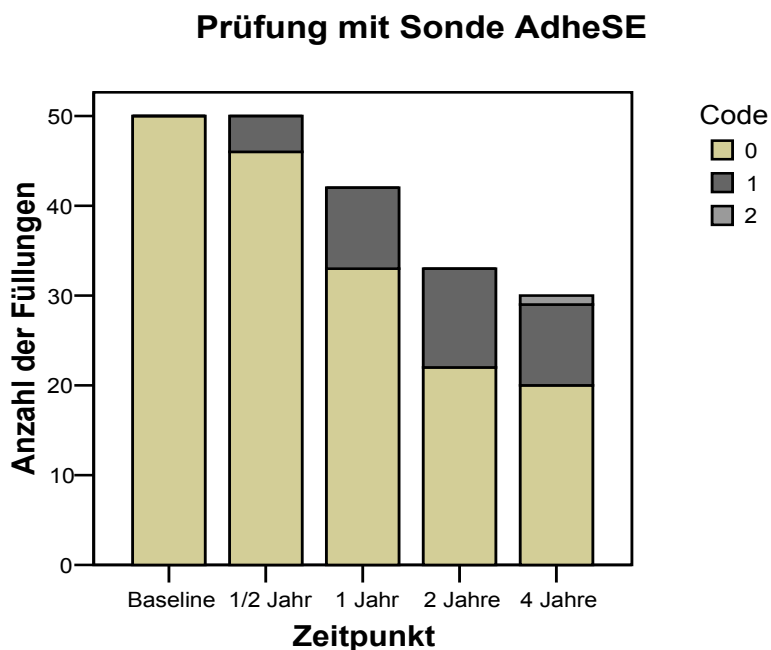
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	49(98,0)	1(2,0)	-	-
	1 Jahr	42	37(88,1)	5(11,9)	-	-
	2 Jahre	33	27(81,8)	6(18,2)	-	-
	4 Jahre	30	25(83,3)	5(16,7)	-	-



Zur Baseline-Bewertung wurden alle Füllungen im Grenzbereich Füllung/Zahn bezüglich der *Prüfung mit der Sonde* mit Code 0 beurteilt. Ein tastbarer Rand (Code 1) wurde erstmals nach ½ Jahr an 4 Füllungen beobachtet. Nach 4 Jahren waren es in dieser Gruppe neun und eine Füllung zeigt einen sondierbaren Spalt, der jedoch nicht bis ins Dentin reichte (Code 2) (Tab. 12).

Tab. 12: Prüfung mit der Sonde (in Klammern Angaben in Prozent)

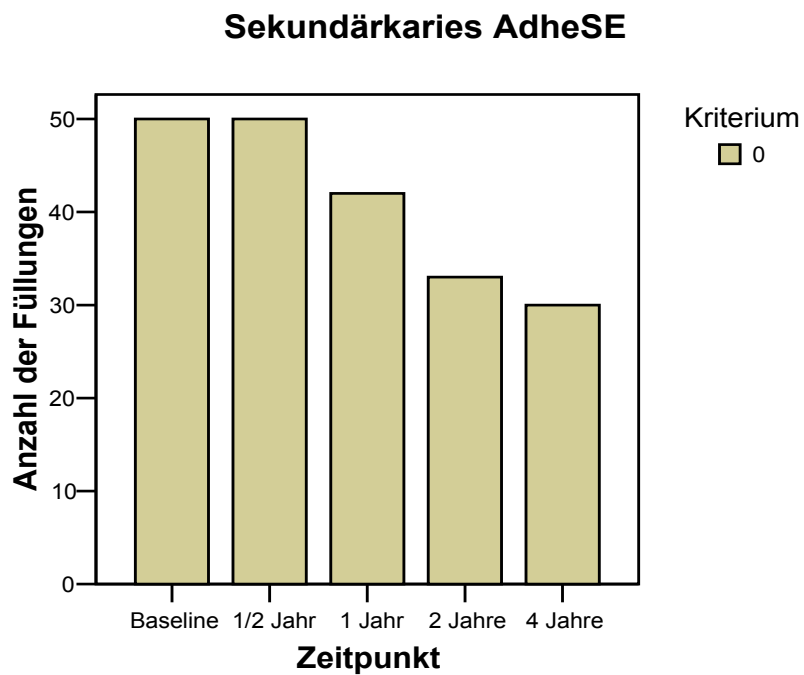
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	46(92,0)	4(8,0)	-	-
	1 Jahr	39	33(78,6)	9(21,4)	-	-
	2 Jahre	33	22(66,7)	11(33,3)	-	-
	4 Jahre	30	20(66,7)	9(30,0)	1(3,3)	-



Sekundärkaries konnte zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung bei keiner der Restaurationen gefunden werden (Tab. 13).

Tab. 13: Sekundärkaries (in Klammern Angaben in Prozent)

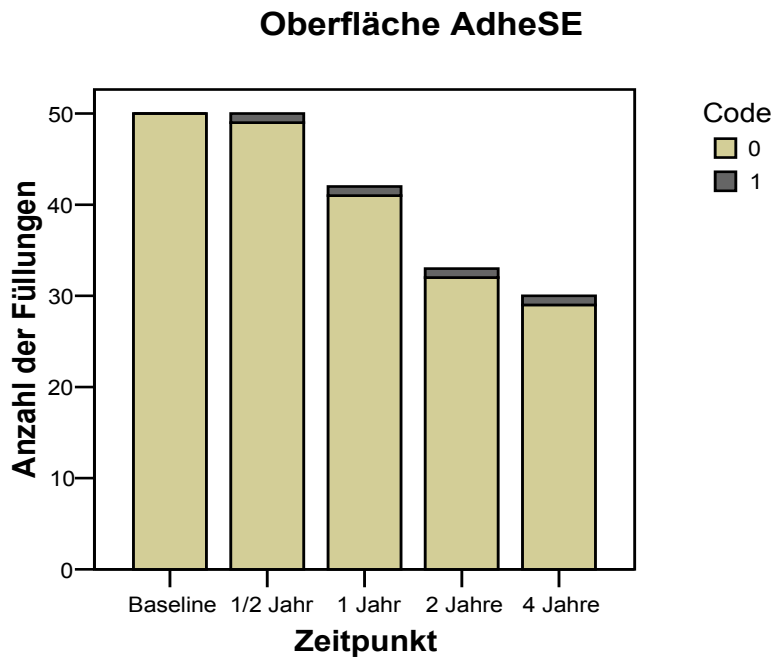
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	42	42(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	33	33(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-



Die zu Beginn der Untersuchung als glatt einzustufende *Oberfläche* bei allen Füllungen, zeigte lediglich bei einer der Restaurationen nach einem ½ Jahr geringe Rauigkeiten (Code 1). Auch nach 4 Jahren blieb es bei diesem Fall (Tab. 14).

Tab. 14: Oberfläche (in Klammern Angaben in Prozent)

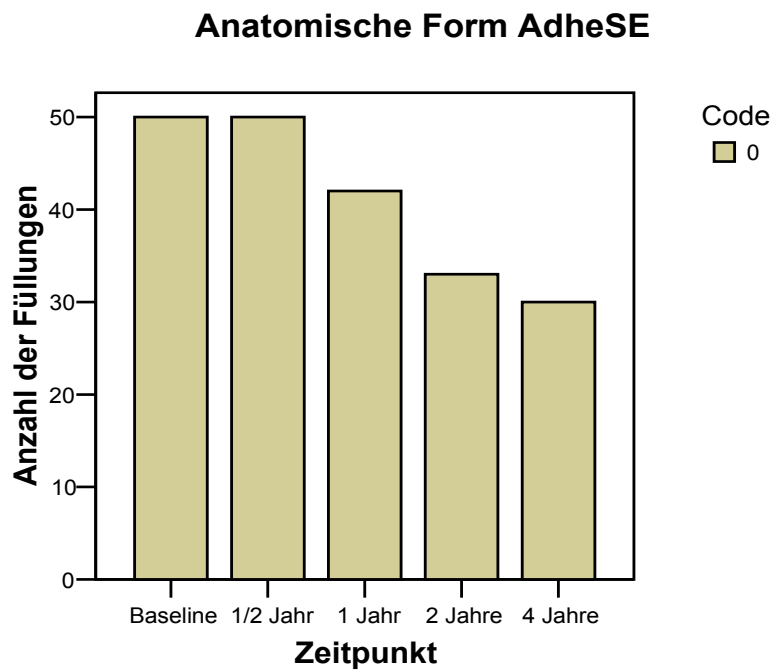
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	49(98,0)	1(2,0)	-	-
	1 Jahr	42	41(97,6)	1(2,4)	-	-
	2 Jahre	33	32(97,0)	1(3,0)	-	-
	4 Jahre	30	29(96,7)	1(3,3)	-	-



Veränderungen der *anatomischen Form* konnten in der Gruppe der mit AdheSE gelegten Füllungen über den gesamten Zeitraum nicht beobachtet werden (Tab. 15).

Tab. 15: Anatomische Form (in Klammern Angaben in Prozent)

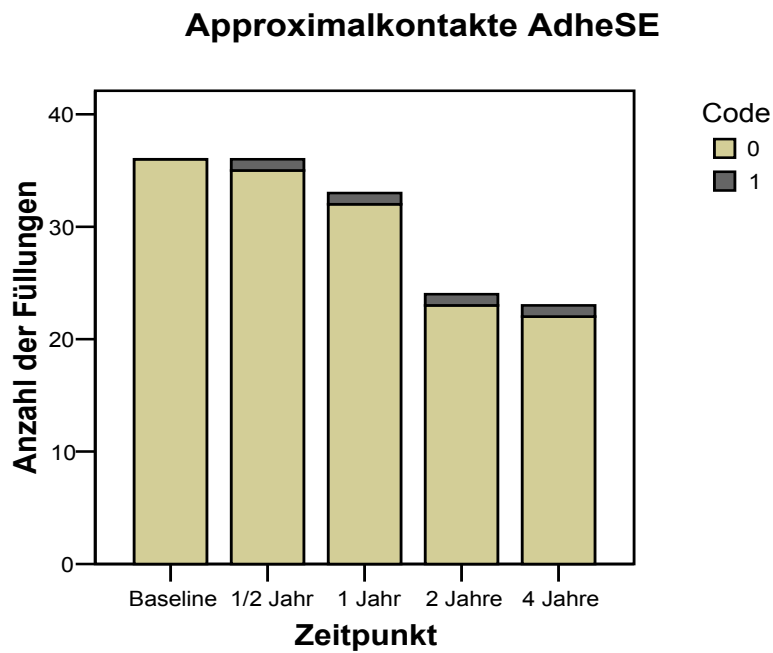
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	42	42(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	33	33(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-



Anatomisch korrekt gestaltete *Approximalkontakte* waren zur Baseline bei allen Restaurationen vorhanden. Nach ½ Jahren war an einer Füllung nur noch ein leichter Kontakt zu spüren. Dieser blieb bis zur Abschlussuntersuchung konstant (Tab. 16).

Tab. 16: Approximalkontakte (in Klammern Angaben in Prozent)

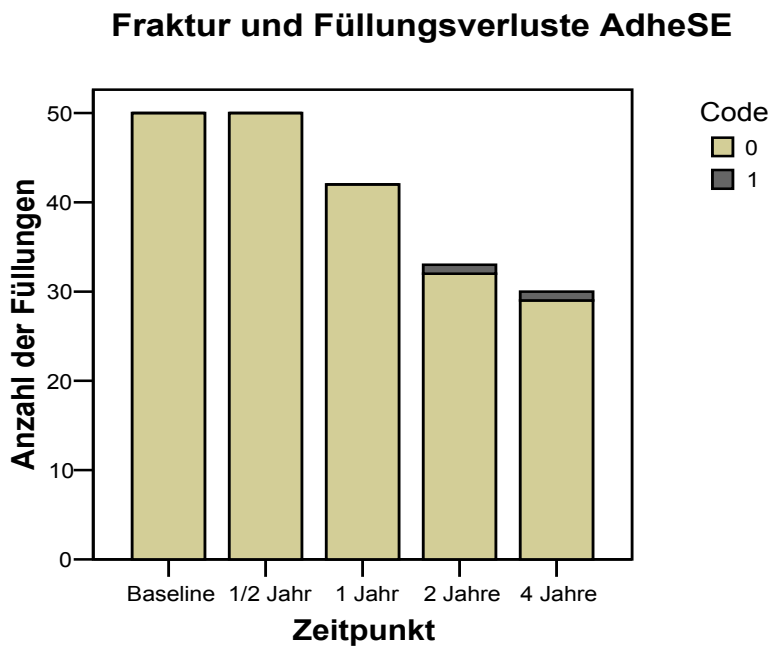
AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	36	36(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	36	35(97,2)	1(2,8)	-	-
	1 Jahr	33	32(97,0)	1(3,0)	-	-
	2 Jahre	24	23(95,8)	1(4,2)	-	-
	4 Jahre	23	22(95,7)	1(4,3)	-	-



Bei einer Füllung zeigte sich in dieser Gruppe eine *Fraktur* zum Nachuntersuchungstermin nach 2 Jahren, sowie bei einer anderen nach 4 Jahren. Bei keiner der evaluierten Füllungen zeigten sich partielle oder totale Füllungsverluste in jeglicher Form (Tab. 17).

Tab. 17: Fraktur und Füllungsverluste (in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	50	50(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	50	50(100,0)	-	-	-
	1 Jahr	42	42(100,0)	-	-	-
	2 Jahre	33	32(97,0)	1(3,0)	-	-
	4 Jahre	30	29(96,7)	1(3,3)	-	-



4.1.3 Zusammenfassung klinische Ergebnisse

Von insgesamt 100 applizierten Füllungen konnten sowohl 30 Excite- als auch 30 AdheSE Füllungen über den Zeitraum von 4 Jahren nachuntersucht werden. Bei der statistischen Auswertung mittels des Mann-Whitney-U-Tests

beider Materialien zur Baseline im Vergleich nach 4 Jahren konnte nur für das Kriterium „Prüfung mit der Sonde“ ein signifikanter Unterschied ($p=0,10$) der AdheSE Füllungen gegenüber den Excite Füllungen festgestellt werden ($p \leq 0,05$).

4.2 Mikromorphologische Resultate

Zur Unterstützung der Aussagekraft der klinischen Ergebnisse erfolgte gleichzeitig die mikromorphologische Untersuchung von jeweils 30 Füllungszähnen beider Materialien. Bei einem Patienten konnte nach 2 Jahren keine Nachuntersuchung erfolgen, so dass dadurch in diesem Zeitraum $n=28$ beträgt. Grundsätzlich konnte man den stärksten Qualitätsverlust unabhängig vom Material während der ersten 12 Monate Liegedauer verzeichnen.

Die Darstellung der Resultate der mikromorphologischen Untersuchungen erfolgte tabellarisch sowie graphisch für jedes Bewertungskriterium.

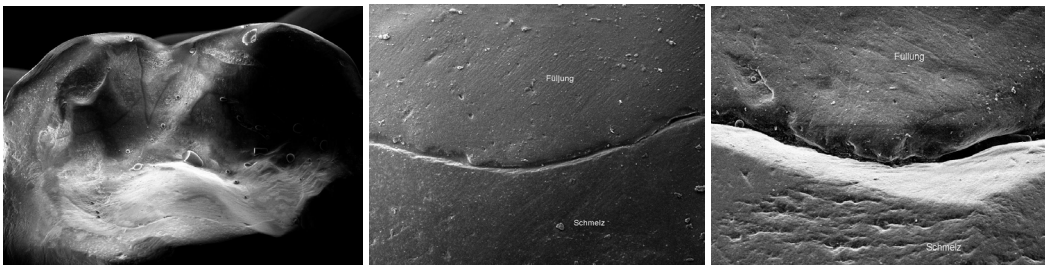


Abb. 14: AdheSE Füllung zur Baseline; identischer Füllungsrandbereich zur Baseline und nach 4 Jahren.

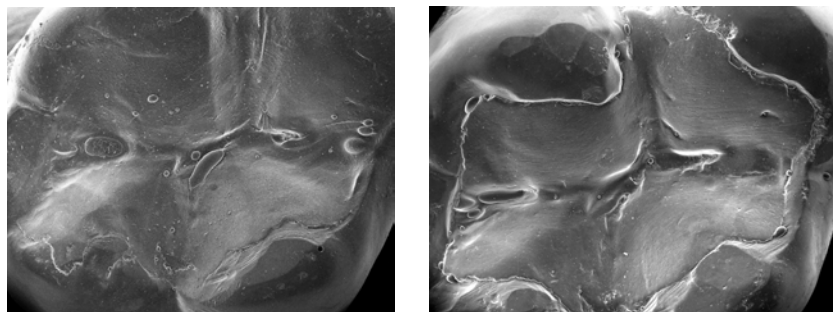


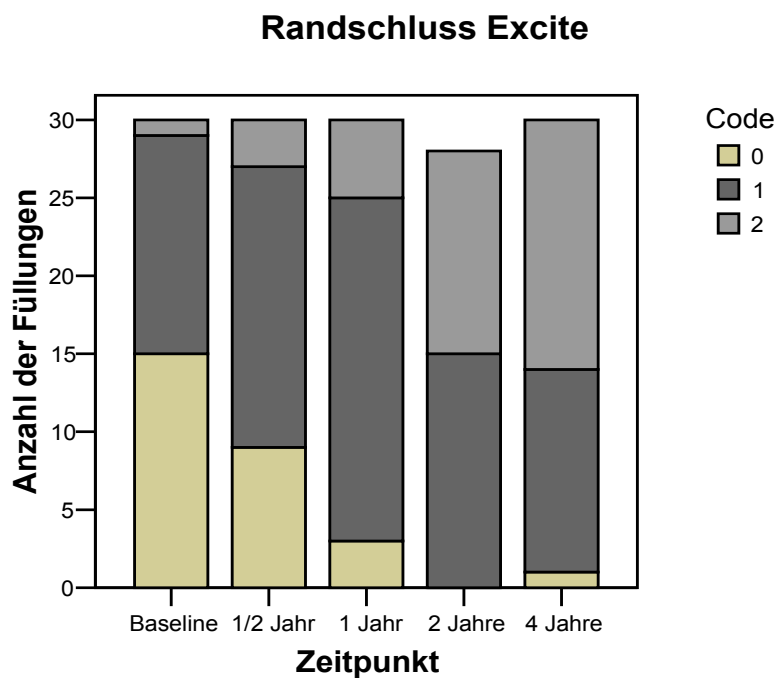
Abb. 15: AdheSE Füllung zur Baseline und nach 4 Jahren.

Bei 15 Füllungen konnte der *Randschluss* zur Baseline als perfekt eingestuft werden (Code 1), wobei ein Übergang zwischen Füllung und Zahn nur durch

die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit erkennbar war. Dieser Zustand konnte nach vier Jahren nur noch bei einer Füllung gefunden werden (Tab. 18).

Tab. 18: Randschluss (in Klammern Angaben in Prozent)

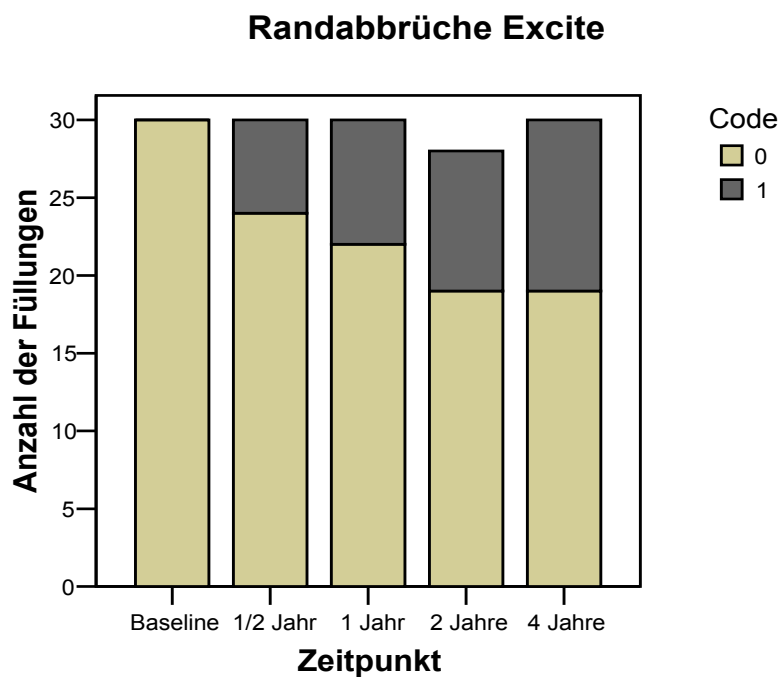
Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	15(50,0)	14(46,7)	1(3,3)	-
	½ Jahr	30	9(30,0)	18(60,0)	3(10,0)	-
	1 Jahr	30	3(10,0)	22(73,3)	5(16,7)	-
	2 Jahre	28	-	15(53,6)	13(46,4)	-
	4 Jahre	30	1(3,3)	13(43,3)	16(53,3)	-



Randabbrüche traten zur Baseline keine auf. Nach einem halben Jahr waren bei sechs Füllungen Veränderungen bis zu einem Drittel des Gesamtumfangs (Code 1) zu finden. Nach vier Jahren waren es in dieser Gruppe 11 Füllungen (Tab. 19).

Tab. 19: Randabbrüche (in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	30(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	30	24(80,0)	6(20,0)	-	-
	1 Jahr	30	22(73,3)	8(26,7)	-	-
	2 Jahre	28	19(67,9)	9(32,1)	-	-
	4 Jahre	30	19(63,3)	11(36,7)	-	-

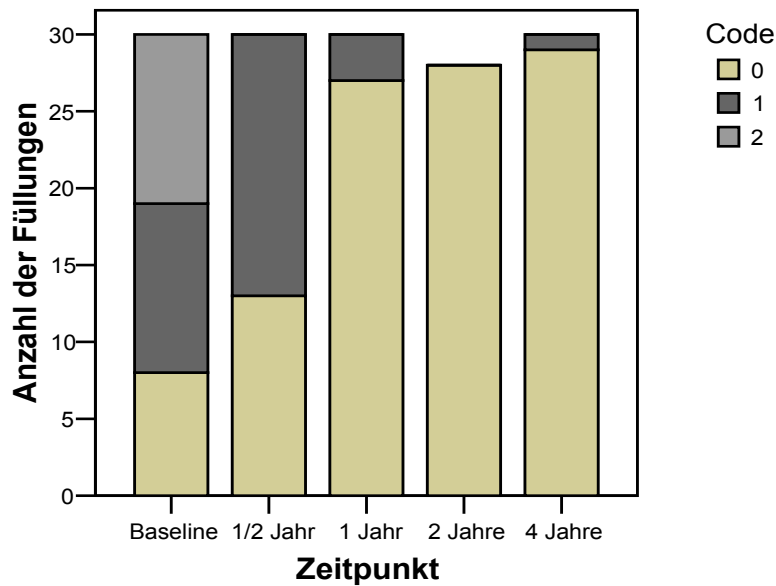


Zur Baseline waren bis auf acht an allen Füllungen die mit Excite gelegt wurden *Füllungsüberschüsse* zu beobachten und an 11 Füllungen traten sie an 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges auf (Code 2). Nach vier Jahren waren bis an einer Füllung keine Überschüsse mehr zu finden, was hauptsächlich mit der unter Funktion stattfindenden Abrasion zu erklären ist (Tab. 20).

Tab. 20: Füllungsüberschüsse (in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	8(26,7)	11(36,7)	11(36,7)	-
	½ Jahr	30	13(43,3)	17(56,7)	-	-
	1 Jahr	30	27(90,0)	3(10,0)	-	-
	2 Jahre	28	28(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	29(96,7)	1(3,3)	-	-

Füllungsüberschüsse Excite

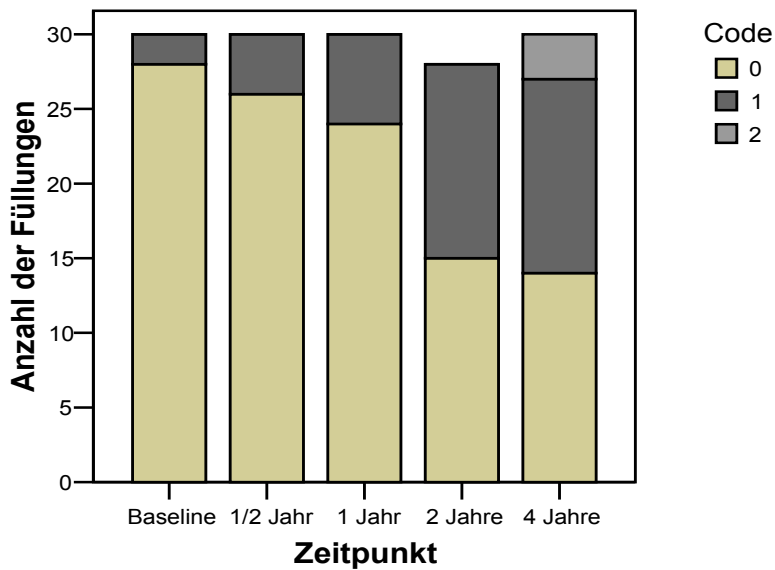


Eine *negative Stufenbildung* konnte zur Baseline an zwei Füllungen gefunden werden (Code1). Eine deutliche Zunahme in dieser Gruppe konnte zur Untersuchung nach zwei Jahren gefunden werden. Nach vier Jahren war bei 3 Füllungen eine Stufenbildung zwischen 1/3 und 2/3 des Gesamtumfanges (Code 2) diagnostizierbar (Tab. 21).

Tab. 21: Negative Stufenbildung (in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	28(93,3)	2(6,7)	-	-
	½ Jahr	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-
	1 Jahr	30	24(80,0)	6(20,0)	-	-
	2 Jahre	28	15(53,6)	13(46,4)	-	-
	4 Jahre	30	14(46,7)	13(43,3)	3(10,0)	-

Negative Stufenbildung Excite

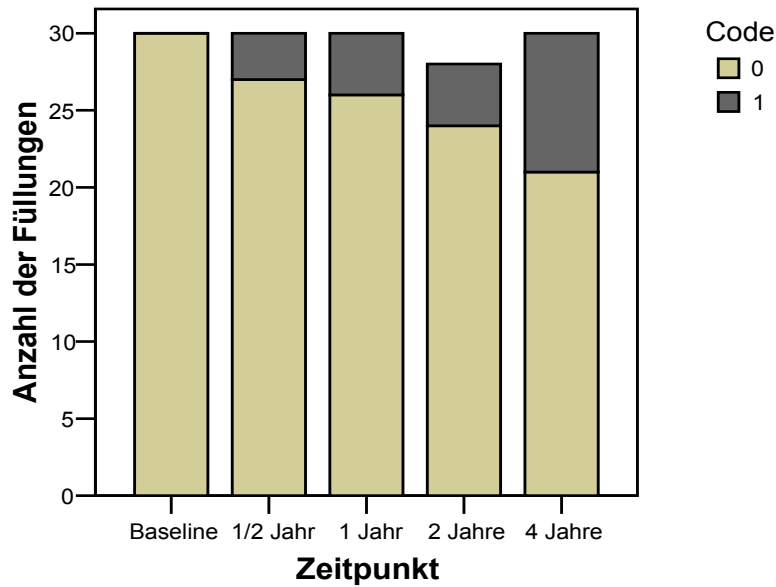


Randimperfectionen in Form von Frakturen randnaher Füllungsanteile und Schmelzfrakturen (Code 1) traten bei mit Excite versorgten Zähnen nach einem halben Jahr an drei Füllungen und nach vier Jahren an 9 Füllungen auf (Tab. 22).

Tab. 22: Randimperfectionen (in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	30(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	30	27(90,0)	3(10,0)	-	-
	1 Jahr	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-
	2 Jahre	28	24(85,7)	4(14,3)	-	-
	4 Jahre	30	21(70,0)	9(30,0)	-	-

Randimperfectionen Excite

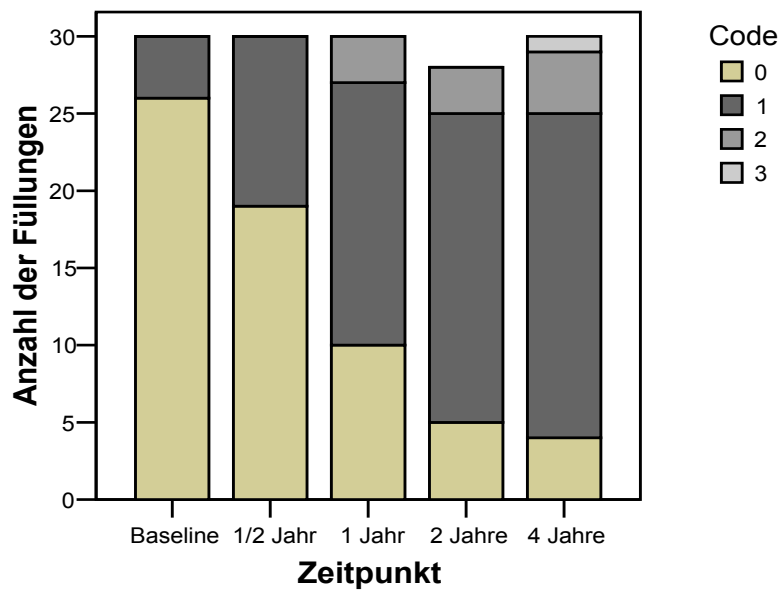


Zu Beginn der Studie konnten an 4 Füllungen vereinzelte *Mikroleakage* im Grenzflächenbereich (Code 1) beobachtet werden. Nach 12 Monaten fanden sich an 3 Restaurationen ausgeprägte *Mikroleakage* (Code 2) und nach vier Jahren zeigte eine mit Excite gelegte Füllung einen Randspalt (Code 3) (Tab. 23).

Tab. 23: Mikrolücken und Randspalten(in Klammern Angaben in Prozent)

Excite	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-
	½ Jahr	30	19(63,3)	11(36,7)	-	-
	1 Jahr	30	10(33,3)	17(56,7)	3(10,0)	-
	2 Jahre	28	5(17,9)	20(71,4)	3(10,7)	-
	4 Jahre	30	4(13,3)	21(70,0)	4(13,3)	1(3,3)

Mikrolücken und Randspalten Excite

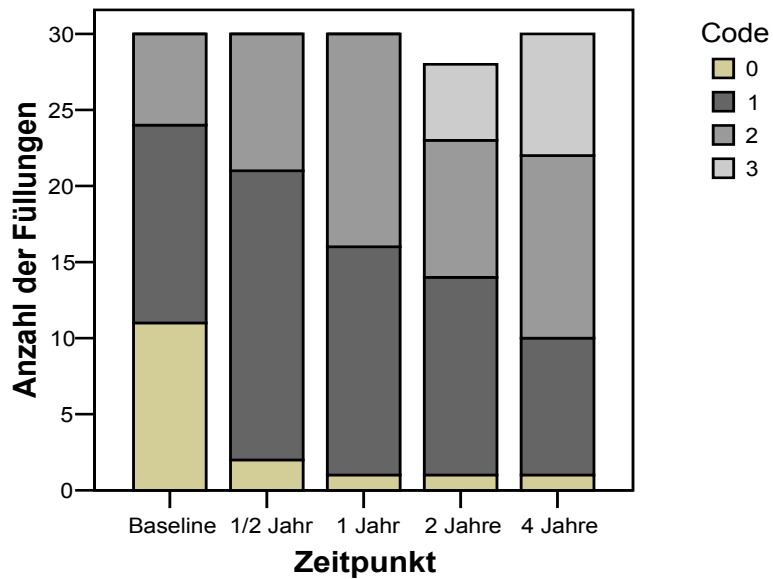


Bereits bei der Baseline wurden 6 der 30 Füllungen mit Code 2 bewertet. Nach vier Jahren zeigten insgesamt 20 Füllungen eine Verschlechterung des *Randschluss* und mussten mit Code 2 und 3 bewertet werden (Tab. 24).

Tab. 24: Randschluss(in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	11(36,7)	13(43,3)	6(20,0)	-
	½ Jahr	30	2(6,7)	19(63,3)	9(30,0)	-
	1 Jahr	30	1(3,3)	15(50,0)	14(46,7)	-
	2 Jahre	28	1(3,6)	13(46,4)	9(32,1)	5(17,9)
	4 Jahre	30	1(3,3)	9(30,3)	12(40,0)	8(26,7)

Randschluss AdheSE

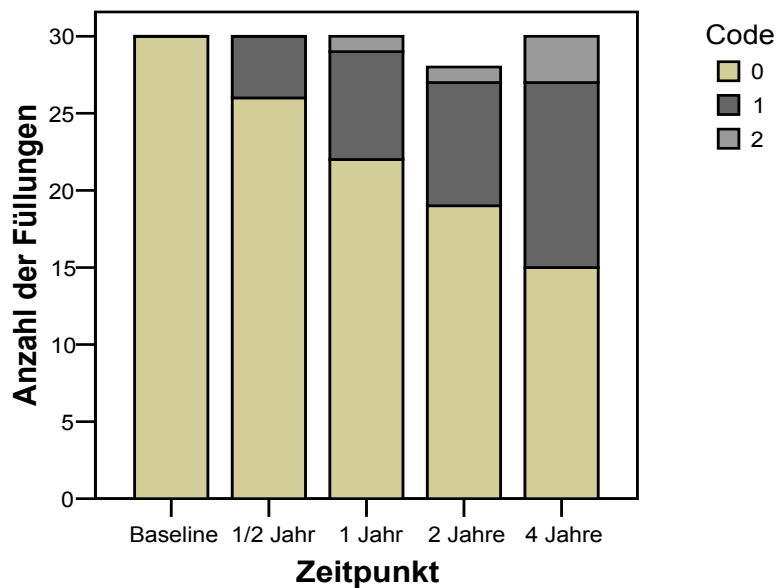


Zu Beginn der Studie waren alle Restaurationen ohne *Randabbrüche* (Code 0). Erste lokalisierte Veränderungen zeigten sich nach 6 Monaten an 4 Füllungen. Nach 4 Jahren waren an 3 Füllungen Randabbrüche festzustellen, die 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges einnahmen (Code 2) (Tab. 25).

Tab. 25: Randabbrüche(in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	30(100,0)	-	-	-
	½ Jahr	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-
	1 Jahr	30	22(73,3)	7(23,3)	1(3,3)	-
	2 Jahre	28	19(67,9)	8(28,6)	1(3,6)	-
	4 Jahre	30	15(50,0)	12(40,0)	3(10,0)	-

Randabbrüche AdheSE

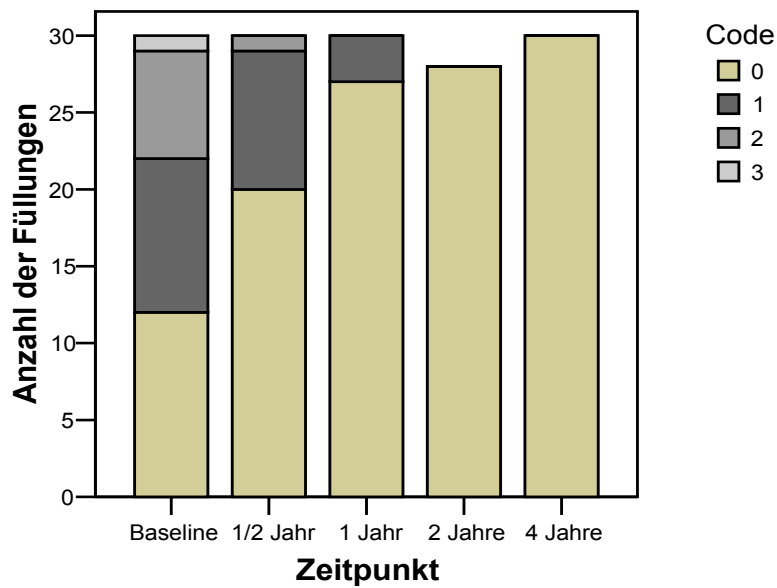


Mehr als die Hälfte der Füllungen wiesen zur Basisuntersuchung mehr oder weniger *Füllungsüberschüsse* auf (Code1-3). Unter funktioneller Beanspruchung nahmen diese innerhalb der 4 Jahre ab, so dass keine Überschüsse zur Abschlussuntersuchung zu finden waren (Tab. 26).

Tab. 26: Füllungsüberschüsse(in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	12(40,0)	10(33,3)	7(23,3)	1(3,3)
	½ Jahr	30	20(66,7)	9(30,0)	1(3,3)	-
	1 Jahr	30	27(90,0)	3(10,0)	-	-
	2 Jahre	28	28(100,0)	-	-	-
	4 Jahre	30	30(100,0)	-	-	-

Füllungsüberschüsse AdheSE

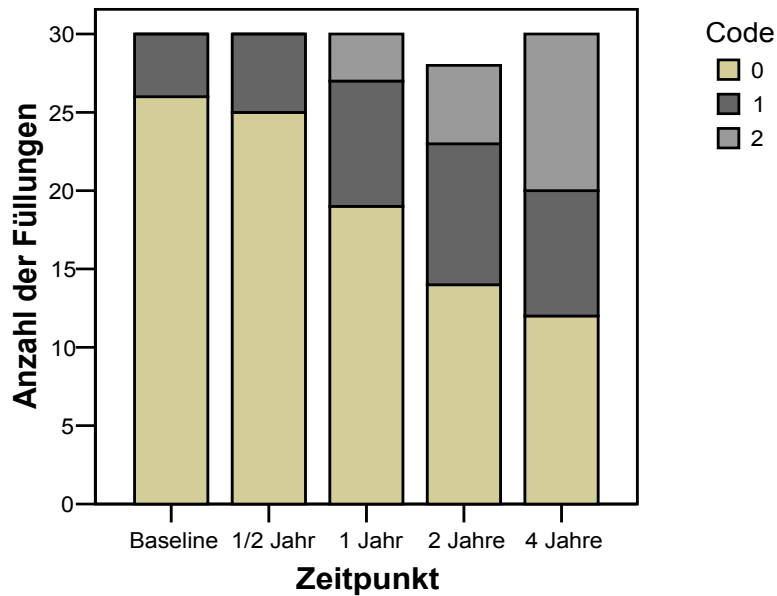


Bereits zur Basisuntersuchung zeigten 4 Füllungen lokalisierte *negative Stufenbildung* am Füllungsrandbereich (Code 1). Nach 4 Jahren Belastungszeit stieg die Anzahl auf 8 mit Code 1 und 10 mit Code 2 (Tab. 27).

Tab. 27: Negative Stufenbildung (in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	26(86,7)	4(13,3)	-	-
	½ Jahr	30	25(83,3)	5(16,7)	-	-
	1 Jahr	30	19(63,3)	8(26,7)	3(10,0)	-
	2 Jahre	28	14(50,0)	9(32,1)	5(17,9)	-
	4 Jahre	30	12(40,0)	8(26,7)	10(33,3)	-

Negative Stufenbildung AdheSE

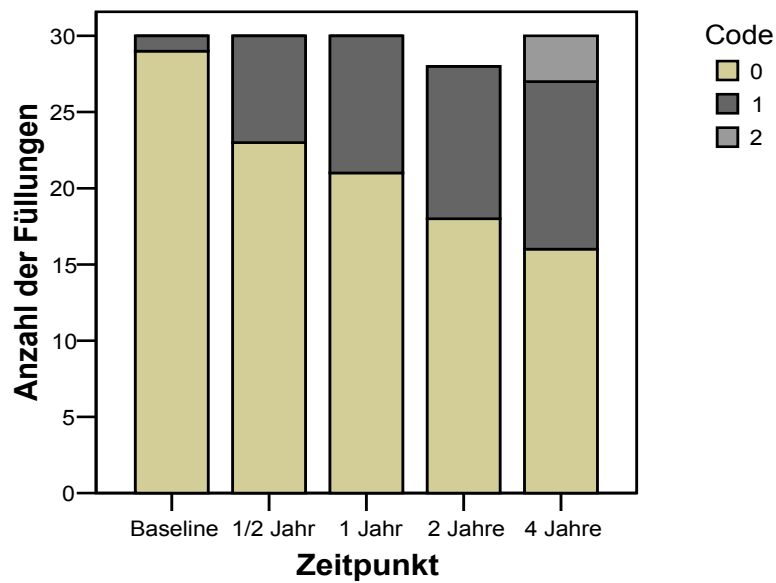


Zu Beginn der Studie war an einer Füllung eine *Randimperfection* zu finden (Frakturen randnaher Füllungsanteile und Schmelzfrakturen). Nach 4 Jahren war bei 3 Füllungen eine Randimperfection von 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges zu vermerken (Code 2) (Tab. 28).

Tab. 28: Randimperfectionen(in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	29(96,7)	1(3,3)	-	-
	½ Jahr	30	23(76,7)	7(23,3)	-	-
	1 Jahr	30	21(70,0)	9(30,0)	-	-
	2 Jahre	28	18(64,3)	10(35,7)	-	-
	4 Jahre	30	16(53,3)	11(36,7)	3(10,0)	-

Randimperfektionen AdheSE

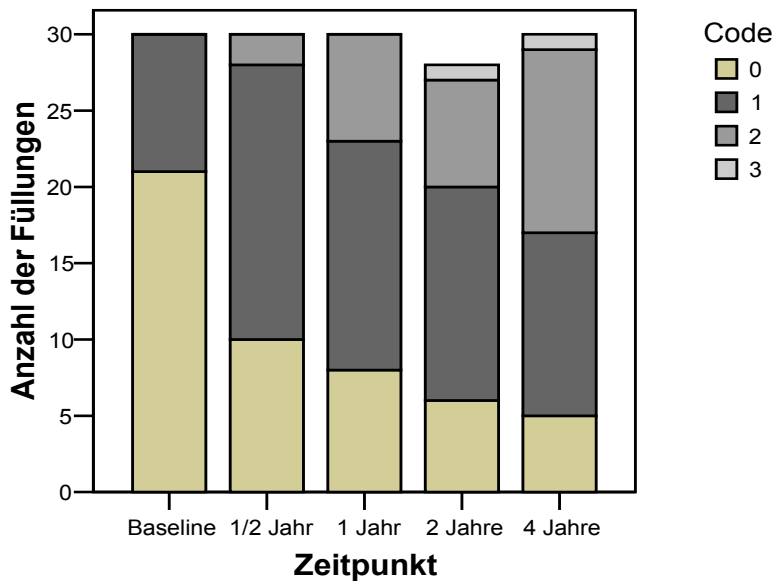


Vereinzelte *Mikroleakage* im Grenzflächenbereich waren zur Baseline bei 9 Füllungen zu finden (Code 1). Nach 2 Jahren zeigte sich bei einer Füllung ein Randspalt (Code 3), bei dem es auch nach 4 Jahren blieb (Tab. 29).

Tab. 29: Mikrolücken und Randspalten (in Klammern Angaben in Prozent)

AdheSE	Kontrollzeiten	n	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
	Baseline	30	21(70,0)	9(30,0)	-	-
	½ Jahr	30	10(33,3)	18(60,0)	2(6,7)	-
	1 Jahr	30	8(26,7)	15(50,0)	7(23,3)	-
	2 Jahre	28	6(21,4)	14(50,0)	7(25,0)	1(3,6)
	4 Jahre	30	5(16,7)	12(40,0)	12(40,0)	1(3,3)

Mikrolücken und Randspalten AdheSE



4.2.1 Zusammenfassung mikromorphologischer Ergebnisse

30 Excite - und 30 AdheSE Füllungen wurden über einen Zeitraum von 4 Jahren mikromorphologisch nachuntersucht. Bezüglich der Kriterien „Randabbruch“, „Füllungsüberschüsse“ und „negative Stufenbildung“ verhielten sich beide Materialien vergleichbar. Bei den Kriterien „Randschluß“, „Randimperfectionen“ sowie „Mikroleakage und Randspalten“ waren die Ergebnisse für AdheSE Füllungen geringfügig schlechter. Bei der statistischen Auswertung der einzelnen Kriterien mittels des Mann-Whitney-U-Tests ergab sich für keines dieser ein signifikanter Unterschied.

5 Diskussion

5.1 Diskussion Material und Methode

Dentinadhensive sollen einen dauerhaften Verbund zwischen Zahnhartsubstanz und dem Komposite herstellen. Aussagen über die Zuverlässigkeit eines Dentinadhesives können nur durch mittelfristige klinische Studien getroffen werden, die entsprechend aufwendig und schwierig in der Durchführung sind (Gaengler et al., 2001). Bei der hier vorliegenden Studie handelt es sich um einen direkten Vergleich eines Einflaschen Total-Etch Haftvermittlersystems (Excite) und eines Mehrflaschen Self-Etch Haftvermittlersystems (AdheSE) in Verbindung mit dem Feinpartikel-Hybridkomposite Tetric Ceram HB über einen Zeitraum von 4 Jahren. Für diese Studie wurden Patienten mit einem primären oder sekundären Restorationsbedarf an mindestens zwei Molaren oder Prämolaren der Kavitätenklassen I und II ausgewählt. Die Zähne sollten einen antagonistischen Kontakt und Kontakt mit mindestens einem Nachbarzahn haben. Des Weiteren mussten die Zähne auf die Vitalitätsprobe mit Endofrost positiv reagieren. Als Ausschlusskriterium zählten Zähne mit direkter Überkappung, präoperative pulpitisches Beschwerden, Patienten, die Allergien gegen Inhaltsstoffe der verwendeten Produkte aufwiesen sowie schwere systemische Erkrankungen. Eine bestehende Schwangerschaft oder Minderjährigkeit wurden ebenfalls als ein Ausschlusskriterium definiert.

Für den langfristigen Erfolg einer Komposifüllung im Seitenzahnbereich ist eine enorm sorgfältige Füllungstechnik und Ausarbeitung entscheidend. Ein klinischer Erfolg ist nur bei Einhaltung der strengen Indikation für Komposite gewährleistet (Hickel, 1997). Die Präparationen der Kavitätenklassen I und II erfolgten defektbezogen und minimalinvasiv. Die geforderte absolute Trockenlegung konnte mittels Verwendung von Kofferdam garantiert werden. Die Schmelzränder wurden zirkulär angeschrägt, um perpendicular verlaufende Schmelzprismen optimal darzustellen. Dadurch erhöht sich die mikromechanische Verankerung bei der Adhäsivtechnik. Die grundsätzliche Anforderung eines Adhäsivs besteht darin die nach der Konditionierung mit einer Säure vorbehandelte raue Oberfläche des Schmelzes und des Dentins

zu benetzen (Gottlieb et al., 1982). Geätzter Schmelz kann getrocknet werden, weswegen er direkt mit einem hydrophoben Bonding benetzt werden kann (Nakabayashi et al., 1982). Konditioniertes Dentin hingegen ist feucht aufgrund der freigelegten flüssigkeitsgefüllten Dentinkanälchen und daher muss ein Verbund zwischen einem hydrophilen Substrat und dem hydrophoben Kompositematerial erreicht werden (Van Meerbeek et al., 1999).

Sowohl die getesteten Adhäsive, als auch das Füllungsmaterial stammen von einem Hersteller und sind somit als Systeme aufeinander abgestimmt. Die zur Anwendung gekommenen Adhäsive Excite und AdheSE sind verschieden von ihrer Zusammensetzung und dem Modus ihrer Anwendung. Excite ist ein lichthärtendes, auf dem Lösungsmittel Ethanol basierendes Total-Etch Einkomponenten-Adhäsiv für Schmelz und Dentin. Ein hoher Anteil von OH-Gruppen in den beinhalteten Monomeren bewirkt eine erhöhte Hydrophilie, die das Material gut in die Dentintubulis und das freiliegende Kollagennetzwerk eindringen lassen. Vor der Anwendung von Excite war eine Konditionierung mit 35%iger Phosphorsäure (Vococid, Voco, Cuxhaven, Deutschland) vorausgegangen. Es dient der Entfernung der Schmierschicht, Freilegung des Kollagennetzwerks und der Dekalzifizierung der Oberfläche. Als Penetrationszeit werden 15 Sekunden angegeben mit einer anschließenden Polymerisation von 10 Sekunden. AdheSE hingegen ist ein selbstätzendes Schmelz- und Dentinadhäsiv, welches aus Primer und Bonding besteht, die nacheinander aufgetragen werden müssen. Die Ätzwirkung im AdheSE wird durch saure Monomere hervorgerufen, die gleichzeitig in der Lage sind zu polymerisieren. Es ist daher nicht notwendig vorher mit Phosphorsäure zu ätzen wie bei der Total-Etch Technik (Peumans et al., 2005). Die Behandlung von Schmelz und Dentin mit selbstätzenden Monomeren anstelle der konventionellen Total-Etch Technik ist eine sichere Methode dem Kollabieren des Kollagennetzwerkes entgegenzuwirken, da die Gefahren des Überätzens und Übertrocknens entfallen (Watanabe et al., 1994). Durch die Ätzwirkung der sauren Monomere gibt es im Dentin keine Bereiche, die demineralisiert aber nicht vom Adhäsiv durchdrungen sind (Nakabayashi und Saimi, 1996). Das Auftreten von postoperativen Sensibilitäten soll dadurch reduziert werden (Kaurani und Bhagwat, 2007). Ursache dieser ist eine unzureichende Versiegelung des Dentins, bei der es zur Ausbildung flüssig-

keitsgefüllter Mikropalträume zwischen Dentin und Füllungsmaterial kommt (Crim und Shay, 1988). Verschiebungen dieser Flüssigkeiten in den Dentintubuli können zur Entstehung von Schmerzempfindungen führen.

Zusammenhängend betrachtet ist jedoch durchaus eine Vereinfachung des Anwendungsprozesses bei Verwendung von selbstkonditionierenden Adhäsiven zu sehen, da durch deren Anwendung sowohl die Techniksensitivität, als auch der Zeitaufwand reduziert werden können.

Die meisten klinischen Studien bedienen sich bei der Bewertung der von Ryge (Ryge und Snyder, 1973) für den United Public Health Service aufgestellten USPHS- Kriterien, die eine Codierung bezüglich „Farbanpassung“, „Randanpassung“, „Anatomische Form“, „Randverfärbung“ und „Sekundärkaries“ festlegen. Aufgrund dieser Kriterien kann entschieden werden, ob eine Füllung klinisch akzeptabel oder nicht akzeptabel ist. Die akzeptablen Bewertungen werden in der Codierung „Alpha“ und „Bravo“, die nicht akzeptablen in „Charlie“ und „Delta“ zusammengefasst. Die in dieser Studie verwendete Bewertung lehnt sich an den USPHS- Kriterien an mit einer modifizierten Codierung von Code 0 bis Code 3. Eine Codierung von „0“ bis „3“ der einzelnen Kriterien konnte eine gute Abstufung und Dokumentation des klinischen Verlaufs zeigen. Folgende Bewertungskriterien der klinischen Untersuchung fanden in dieser Studie ihre Anwendung: „sichtbare Ränderregelmäßigkeiten“, „Randverfärbungen“, „Prüfung mit Sonde“, „Sekundärkaries“, „Oberfläche“, „Anatomische Form“, „Approximalkontakte“ sowie „Fraktur und Füllungsverluste“.

Um eine noch genauere Aussage über die Veränderungen der Füllungen treffen zu können, wurden die Nachuntersuchten Zähne einer zusätzlichen mikromorphologischen Untersuchung unterzogen. Dabei wurden mit Hilfe der Replika-Technik Probekörper aus Epoxidharz (Blue Star, Girrbach Dental, Pforzheim, Germany) der mit Füllungen versorgten Zähne hergestellt. Diese Probekörper wurden mit Gold bedampft und anschließend im Rasterelektronenmikroskop untersucht. Die hohe Detailgenauigkeit der Repliken erlaubt eine exakte Aussage über nutzungsbedingte Veränderungen der Füllungsoberflächen und – ränder. Die Herstellung der Probekörper erfolgte über Silikonabformungen, wobei es nicht möglich war den approximalen Teil der

Klasse-II-Restoration abzuformen, so dass nur der okklusale Anteil bewertet werden konnte. Zu diesem Zweck verwendeten wir die modifizierten M-Kriterien des CPM-Index (Langer, 1996; Hoyer, 2000). Da es in dieser Untersuchung hauptsächlich um das Verhalten der zwei Haftvermittler als Verbund zwischen Zahn und Komposite ging, lag der Schwerpunkt der Untersuchung in der marginalen Integrität der Füllungen. Diesbezüglich wurde das Randverhalten durch die Kriterien: „Randschluss“, „Füllungsüberschüsse“, „Randabbrüche“, „Negative Stufenbildung“, „Mikroleakage und Randspalten“ genauestens analysiert. Mit der Codierung der Kriterien von „0“ bis „3“ konnte eine gute Abstufung und Dokumentation der Veränderungen der Füllungen vorgenommen werden. Dabei erfasst ein jeweils höherer Code eine Verschlechterung der Qualität. Die Drittelung in jedem Kriterium schließt hierbei eine zu gute Bewertung aus, da bei geringsten Abweichungen, z.B. vom Kriterium „Randschluss“ bereits „Code 1“ vergeben wird auch wenn der Bereich weit weniger als 1/3 des Füllungsrandes einnimmt.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Die klinischen Ergebnisse dieser 4 Jahres-Studie erbrachten in allen Kriterien gute bis akzeptable Ergebnisse. Lediglich eine Füllung zeigte nach 4 Jahren in der Gruppe Tetric Ceram HB in Kombination mit AdheSE beim Kriterium „Prüfung mit Sonde“ einen sondierbaren Spalt (Code 2). Bei diesem Kriterium zeigte sich in der statistischen Auswertung ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen. Aus klinischer Sicht kann dies durchaus vernachlässigt werden, da keine Füllung auf Grund dieser Unterschiede erneuert und somit insuffizient geworden war. Bei keiner Füllung konnte über den Untersuchungszeitraum Sekundärkaries im approximalen oder okklusalen Füllungsbereich festgestellt werden.

So ergaben sich weiterhin keinerlei Unterschiede zwischen den getesteten Haftvermittlern Excite und AdheSE in Bezug auf die Untersuchungskriterien Vitalität, postoperative Sensibilität, sichtbare Randunregelmäßigkeiten, Randverfärbungen, Oberfläche, anatomische Form, Approximalkontakte, Fraktur- und Füllungsverluste, zu welchem Ergebnis auch eine andere Studie kam (Blunck et al., 2004). Generell kann aber gesagt werden, dass die

gefundenen Ergebnisse keine Abweichungen zu anderen klinischen Studien zeigen (Turkun, 2003; Van Meerbeek et al., 2004; Gordan et al., 2007).

Es konnten nach 4 Jahren nicht alle Füllungen nachuntersucht werden, was sich in der statistischen Auswertung widerspiegelt, jedoch wird davon ausgegangen, dass bis dato alle Füllungen noch in situ verweilen. Generell muss bei klinischen Studien bedacht werden, dass viele Faktoren die Langlebigkeit einer Füllung beeinflussen. Die Sensitivität der adhäsiven Materialien, das Geschick des behandelnden Zahnarztes und nicht zuletzt die Verhaltensweisen der Patienten.

Die mikromorphologischen Resultate zeigten auf Grund des Analyseverfahrens differenziertere Ergebnisse. Im Vergleich zu den klinischen Ergebnissen zeigte sich die Dynamik der Veränderungen innerhalb der einzelnen Untersuchungsparameter wesentlich deutlicher. So zeigte sich schon bei der Basisuntersuchung beim Kriterium „Randschluss“ bei nur 50% (Excite) und 36,7% (AdheSE) ein theoretisch geforderter perfekter Rand (Code 0). Darin zeigt sich die Schwierigkeit der Materialadaptation bei zahnfarbenen Füllungsmaterialien gerade im schwerer einsehbareren Seitenzahnggebiet. Es zeigte sich innerhalb der ersten 12 Monate eine deutliche Verschlechterung, so dass nur noch 10% (Excite) und 3,3% (AdheSE) der gelegten Füllungen mit Code 0 bewertet werden konnten. Nach 4 Jahren waren bei 26,7% (AdheSE) der Füllungen weniger als zwei Drittel des Randes perfekt (Code 3), wohingegen bei 53,3% (Excite) bis zu zwei Dritteln (Code 2) ein perfekter Rand vorlag und keine Füllung dem Code 3 zugeordnet wurde.

Bei der Basisuntersuchung war bei keiner der mit Excite, als auch der mit AdheSE, gelegten Füllungen ein „Randabbruch“ zu verzeichnen. Im Verlauf der 4 Jahre konnte ein Anstieg der Füllungen mit Randabbrüchen bis zu einem Drittel (Code 1) bei 36,7% der Füllungen mit Excite beobachtet werden. Beim AdheSE waren es in dieser Kategorie bereits 40% sowie 10% mit Randabbrüchen die mehr als ein Drittel betrugten (Code 2).

In dem Maße wie eine Steigerung der Randabbrüche zu verzeichnen waren, konnte eine Abnahme der „Füllungsüberschüsse“ über den Untersuchungszeitraum festgestellt werden. Bereits bei der Basisuntersuchung zeigten 36,7% der Excite -Füllungen zu mehr als zwei Drittel des Füllungsrandes (Code 2) „Füllungsüberschüsse“. Der Anteil der AdheSE -Füllungen mit

Überschüssen betrug 23,3% mit mehr als einem Drittel und 3,3% mit mehr als zwei Drittel des Füllungsrandes. Es zeigt sich hier die Schwierigkeit der exakten Applikation und Ausarbeitung zahnfarbener Kompositfüllungen. Hickel (1997) gibt in einer Stellungnahme die Überlegung an, im ästhetisch nicht so relevanten Molarengelbiet bewusst auf eine optimale Farbanpassung zu verzichten, da dann die Überschussentfernung einfacher sei. Zumindest sollte wenige Tage nach Legen der Füllung eine Kontrolle erfolgen, die die Überschussentfernung erleichtert.

Zu Beginn der Studie fanden wir bei 93,3% der Füllungen, die mit Excite gelegt wurden, keine „negative Stufenbildung“, wohingegen es bei den mit AdheSE versorgten Füllungen nur 87,6% waren. Zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung nach 4 Jahren war der Anteil der Füllungen ohne „negative Stufenbildung“ sowohl beim Excite (46,7%) als auch beim AdheSE (40,0%) deutlich gesunken. Bei 10% (Excite) der Restaurationen fanden sich „negative Stufenbildung“ von bis zu zwei Drittel des gesamten Umfanges, wo es in der zweiten Gruppe schon 33,3% (AdheSE) waren. Die Zunahme von negativen Stufenbildungen bei den untersuchten Füllungen ist Ausdruck der nutzungsbedingten Abrasion.

Unter dem Kriterium „weitere Randimperfectionen“ wurden Frakturen randnaher Füllungsanteile und Schmelzfrakturen zusammengefasst. Der geringe Anteil von 3,3% der mit AdheSE versorgten Zähne, die schon zu Beginn der Studie Randimperfectionen bis zu einem Drittel des gesamten Füllungsrandes (Code 1) zeigte, ist zum Teil Ausdruck einer ungenauen Präparationsgrenze mit Absprengungen im Schmelzbereich. Die Anzahl der Füllungen frei von Veränderungen lag nach 4 Jahren bei 53,3% in dieser Gruppe. Bei den Excite - Füllungen zeigten noch 70% keinerlei Veränderungen und konnten mit Code 0 bewertet werden. In erster Linie handelte es sich bei den Veränderungen um Schmelzrandfrakturen. Bedingt durch negative Stufenbildung und abrasionsbedingten Verlust an Füllungsmaterial kam es zur Schwächung der Schmelzränder, die dann unter funktionsbedingter Belastung fakturierten. Anzeichen, welche eine Voraussage für das Versagen einer Füllung im Vorfeld lieferten, konnten nicht gefunden werden. Selbst zur Baselinuntersuchung konnte bei nicht allen Restaurationen ein völliges Fehlen von Mikroleakages beobachtet werden. Wobei das Auftreten

vereinzelter Mikroleakages im Grenzflächenbereich (Code 1) beim Excite bei 13,3% und beim AdheSE bei 30% lag. Über den gesamten Untersuchungszeitraum kam es in beiden Gruppen zu vermehrtem Auftreten solcher Mikrospalten, die sicherlich auch in Verbindung mit dem zunehmenden Verlust an Füllungsüberschüssen zu sehen sind. In Bereichen, wo es zum abrasionsbedingten Verlust von solchen Überschüssen kam, zeigten sich auch stärkere Mikrospalten, die sich teilweise durch weitere Abrasion dem umgebenden Niveau anpassten, allerdings auch in einem Fall in jeder Gruppe zu Randspaltbildung führte. Klinisch gesehen führte dies jedoch nicht zum Auftreten von Sekundärkaries an diesen Restaurationen.

6 Schlussfolgerungen

Das verwendete Self-Etch-Adhesivsystem AdheSE, in Kombination mit dem Komposit Tetric Ceram HB, konnte über den Zeitraum von 4 Jahren zeigen, dass es unter exakter Einhaltung der Herstelleranwendungshinweise zu guten Ergebnissen bei der Füllungstherapie im Seitenzahnggebiet führt. Auf Grund der hohen Sensitivität der Adhäsivsysteme, ist eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdam zwingend notwendig, um langfristig stabile Ergebnisse zu erzielen. Der Materialvergleich zeigte bezüglich des Kriteriums „Prüfung mit der Sonde“ signifikant schlechtere Werte für das Adhesivsystem AdheSE. Die signifikanten Veränderungen hatten in dem Maße jedoch keinen Einfluss auf den klinischen Erfolg der Restaurationen, da es zu keiner höheren Verlustrate führte und keine Füllung auf Grund dessen ausgetauscht werden musste.

7 Zusammenfassung

Im Zuge einer über den Zeitraum von 4 Jahren angelegten in-vivo-Studie sollte festgestellt werden ob, das zum Beginn der Studie neu entwickelte Self-Etch-Adhesive AdheSE, in Kombination mit dem Komposit Tetric Ceram HB, für die Versorgung von okklusionstragenden Kavitäten der Klassen I und II geeignet ist. Dabei wurde es gegenüber dem bereits etablierten, mit Total-Etch-Technik zu verarbeitenden Adhäsiv Excite, untersucht.

Zu Beginn der Studie wurden 100 Füllungen bei 50 Patienten mit Restaurationsbedarf an 2 Seitenzähnen appliziert. Pro Patient wurden 2 Füllungen je Gruppe in die Untersuchung einbezogen. Alle Füllungen wurden entsprechend den gängigen klinischen Kriterien unter Kofferdam gelegt. Sämtliche Materialien wurden exakt den Herstellerhinweisen entsprechend angewendet.

Von den ursprünglich 100 Füllungen konnten nach 4 Jahren 60 Füllungen bei 32 Patienten klinisch nachkontrolliert werden. Dabei entsprachen 15 Füllungen der Klasse I und 45 Füllungen der Klasse II. Erfasst wurden der prä- und intraoperative Status mittels Fotodokumentation, sowie der postoperative Befund ca. 2 Wochen nach Füllungslegung (Basisbefund) und nach 6, 12, 24 und 48 Monaten. Zusätzlich wurden zur Erfassung der Randdichtigkeit Silikonabformungen mittels Minitray von 30 repräsentativen Füllungen zu den Untersuchungszeitpunkten genommen, die mit dem Epoxidharz Blue Star ausgegossen, mit Gold bedampft und unter dem Rasterelektronenmikroskop mikromorphologisch ausgewertet wurden. Die Auswertung der klinischen Befunde erfolgte unter Zuhilfenahme eines Dokumentationsbogens, welcher sich bei seinen Bewertungsrichtlinien auf die Kriterien von Ryge und Snyder (Ryge und Snyder, 1973) stützte. Bei der mikromorphologischen Bewertung richtete man sich nach den M-Kriterien des CPM-Indexes (Gaengler et al., 2001; Gaengler et al., 2004) in modifizierter Form. Die Befunde wurden zunächst einzelzahnbezogen in Bezug auf jedes Kriterium erfasst und anschließend tabellarisch und graphisch dargestellt. Die klinische Auswertung nach 48 Monaten zeigte bei keinem der Nachuntersuchten Zähne postoperative Sensibilitäten, Anzeichen für Sekundärkaries sowie Veränderungen der anatomischen Form. Lediglich beim Kriterium „Prüfung mit Sonde“ fanden sich bei Veränderungen der Kategorie Code 1 signifikant mehr Füllungen in der Gruppe mit AdheSE. In allen

anderen Kriteriumgruppen der klinischen Untersuchung gab es keine signifikanten Veränderungen. Weder sondierbare noch verfärbte Füllungsänderungen machten eine Neuversorgung erforderlich. Bei der mikromorphologischen Auswertung zeigten sich Erwartungsgemäß Veränderungen innerhalb des Kontrollzeitraums. Aus den zu Beginn der Studie dokumentierten Füllungsüberschüssen bei beiden Gruppen resultierten in den folgenden Jahren Randabbrüche. Durch die funktionelle Abrasion kam es zur Abnahme der Abrasionen. Ein „perfekter Randschluss“ war schon zur Basisuntersuchung nicht bei allen Füllungen zu finden, so dass nur 50,0% der Excite Füllungen und 36,7% der AdheSE Füllungen mit Code 0 bewertet werden konnten. Bei der 4-Jahres-Kontrolle betrug in beiden Gruppen die Anzahl in dieser Kategorie nur noch 3,3%. Diese Veränderungen zeigten sich auch bei der Untersuchung der „Mikrolücken und Randspalten“ und es konnte jeweils bei einer Füllung in jeder Gruppe Mikrolücken mit beginnender Randspaltbildung gefunden werden. Für die überwiegende Zahl der Füllungen in beiden Kontrollgruppen zeigte sich eine typische Dynamik des Randverhaltens, vom perfekten Rand, der Nivellierung von Füllungsüberschüssen hin zur Entstehung von Randabbrüchen und negativen Stufen. Auf Grund der Untersuchungen über den Zeitraum von 4 Jahren, ist nach vorliegenden Ergebnissen, eine Verwendung des Self-Etch-Adhäsiv AdheSE in Kombination mit Tetric Ceram HB in Seitenzahnfüllungen der Kavitätenklasse I und II gerechtfertigt.

8 Literaturverzeichnis

1. Barkmeier, W. W., S. E. Shaffer and A. J. Gwinnett: Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent* 11 (1986) 111-6
2. Blunck, U., B. Geitel and K. Jahn: Klinische Prüfung von AdheSE und Excite zur Versorgung von Zahnhalsdefekten nach 18 Monaten. 18. Jahrestagung der DGZ, Wuppertal 15 (2004)
3. Bowen, R. L.: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res* 44 (1965) 895-902
4. Buonocore, M. G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34 (1955) 849-53
5. Burke, F. J.: What's new in dentine bonding? Self-etch adhesives. *Dent Update* 31 (2004) 580-2, 584-6, 588-9
6. Chow, L. C. and W. E. Brown: Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. *J Dent Res* 52 (1973) 1158
7. Crim, G. A. and J. S. Shay: Effect of dentin pretreatment procedures on the microleakage of a dentin bonded composite resin material. *Quintessence Int* 19 (1988) 365-7
8. Dalton Bittencourt, D., I. G. Ezecelevski, A. Reis, J. W. Van Dijken and A. D. Loguercio: An 18-months' evaluation of self-etch and etch & rinse adhesive in non-carious cervical lesions. *Acta Odontol Scand* 63 (2005) 173-8
9. Davidson, C. L., A. J. De Gee and A. Feilzer: The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerisation contraction stress. *Journal of Dental Research* 63 (1984) 1396-1399
10. de Gee, A. F., A. J. Feilzer and C. L. Davidson: True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. *Dent Mater* 9 (1993) 11-4
11. De Munck, J., B. Van Meerbeek, I. Satoshi, M. Vargas, Y. Yoshida, S. Armstrong, P. Lambrechts and G. Vanherle: Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 16 (2003) 414-20
12. Dietschi, D., B. Ciucchi and J. Holz: A clinical trial of four light curing posterior composite resins: 9-month report. *Quintessence Int* 20 (1989) 641-52

13. Eick, J. D., R. A. Wilko, C. H. Anderson and S. E. Sorensen: Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 49 (1970) Suppl:1359-68
14. Ernst, C. P., M. Brandenbusch, G. Meyer, K. Canbek, F. Gottschalk and B. Willershhausen: Two-year clinical performance of a nanofiller vs a fine-particle hybrid resin composite. *Clin Oral Investig* 10 (2006) 119-25
15. Frankenberger, R. and F. R. Tay: Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater* 21 (2005) 397-412
16. Gaengler, P., I. Hoyer and R. Montag: Clinical evaluation of posterior composite restorations: the 10-year report. *J Adhes Dent* 3 (2001) 185-94
17. Gaengler, P., I. Hoyer, R. Montag and P. Gaebler: Micromorphological evaluation of posterior composite restorations - a 10-year report. *J Oral Rehabil* 31 (2004) 991-1000
18. Gallo, J. R., J. O. Burgess, A. H. Ripps, R. S. Walker, M. M. Winkler, D. E. Mercante and J. M. Davidson: Two-year clinical evaluation of a posterior resin composite using a fourth- and fifth-generation bonding agent. *Oper Dent* 30 (2005) 290-6
19. Gilpatrick, R. O., J. A. Ross and R. J. Simonsen: Resin-to-enamel bond strengths with various etching times. *Quintessence Int* 22 (1991) 47-9
20. Gordan, V. V., E. Mondragon, R. E. Watson, C. Garvan and I. A. Mjor: A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: results at eight years. *J Am Dent Assoc* 138 (2007) 621-7
21. Gordan, V. V., C. Shen, R. E. Watson and I. A. Mjor: Four-year clinical evaluation of a self-etching primer and resin-based restorative material. *Am J Dent* 18 (2005) 45-9
22. Gottlieb, E. W., D. H. Retief and H. C. Jamison: An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I: Tensile bond strength studies. *J Prosthet Dent* 48 (1982) 48-51
23. Gwinnett, A. J.: Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch Oral Biol* 16 (1971) 731-8
24. Haller, B.: Recent developments in dentin bonding. *Am J Dent* 13 (2000) 44-50
25. Hannig, M., K. J. Reinhardt and B. Bott: Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24 (1999) 172-80

26. Hellwig, E., J. Klimek and T. Attin: Einführung in die Zahnerhaltung. 2.Aufl. Urban & Fischer, München, Jena, (1999)
27. Hickel, R.: Moderne Füllungswerkstoffe. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 52 (1997) 572-581
28. Ilie, N., K. H. Kunzelmann and R. Hickel: Evaluation of micro-tensile bond strengths of composite materials in comparison to their polymerization shrinkage. Dent Mater 22 (2006) 593-601
29. Kallenos, T. N., E. Al-Badawi and G. E. White: An in vitro evaluation of microleakage in class I preparations using 5th, 6th and 7th generation composite bonding agents. J Clin Pediatr Dent 29 (2005) 323-8
30. Kaurani, M. and S. V. Bhagwat: Clinical evaluation of postoperative sensitivity in composite resin restorations using various liners. N Y State Dent J 73 (2007) 23-9
31. Kohler, B., C. G. Rasmusson and P. Odman: A five-year clinical evaluation of Class II composite resin restorations. J Dent 28 (2000) 111-6
32. Lindberg, A., J. W. van Dijken and M. Lindberg: Nine-year evaluation of a polyacid-modified resin composite/resin composite open sandwich technique in Class II cavities. J Dent 35 (2007) 124-9
33. Loguercio, A. D., A. Reis, P. A. Hernandez, R. P. Macedo and A. L. Busato: 3-Year clinical evaluation of posterior packable composite resin restorations. J Oral Rehabil 33 (2006) 144-51
34. Lopes, L. G., D. F. Cefaly, E. B. Franco, R. F. Mondelli, J. R. Lauris and M. F. Navarro: Clinical evaluation of two "packable" posterior composite resins: two-year results. Clin Oral Investig 7 (2003) 123-8
35. Lutz, E., I. Krejci and T. R. Oldenburg: Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. Quintessence Int 17 (1986) 777-84
36. Lutz, F., M. A. Cochran and W. Mörmann: Adhäsive Restaurationen - Flop oder Hit? Schweizer Monatsschreiben Zahnmedizin 94 (1984) 1124-1134
37. Lutz, F., W. Mörmann and I. Krejci: Seitenzahnkomposite – Ja, Nein oder Jein? Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 40 (1985) 892-896
38. Maniatopoulos, C. and D. C. Smith: A scanning electron microscopic study of the odontoblast process in human coronal dentine. Arch Oral Biol 28 (1983) 701-10

39. Manson-Rahemtulla, B., D. H. Retief and H. C. Jamison: Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. *J Prosthet Dent* 51 (1984) 495-8
40. Miyazaki, M., H. Onose and B. K. Moore: Effect of operator variability on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent* 13 (2000) 101-4
41. Molla, K., H. J. Park and B. Haller: Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total- and self-etch adhesives. *J Adhes Dent* 4 (2002) 171-80
42. Nakabayashi, N., K. Kojima and E. Masuhara: The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 16 (1982) 265-73
43. Nakabayashi, N. and Y. Saimi: Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 75 (1996) 1706-15
44. Oberländer, H., K.-A. Hiller, B. Thonemann and G. Schmalz: Clinical evaluation of packable composite resins in Class-II restorations. *Clinical Oral Investigations* 5 (2001) 102-107
45. Opdam, N. J., F. J. Roeters, A. J. Feilzer and E. H. Verdonschot: Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo. *J Dent* 26 (1998) 555-62
46. Pashley, D. H., L. Tao, L. Boyd, G. E. King and J. A. Horner: Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. *Arch Oral Biol* 33 (1988) 265-70
47. Perdigao, J., S. Geraldini and J. S. Hodges: Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* 134 (2003) 1621-9
48. Peumans, M., J. Munck, K. Van Landuyt, P. Lambrechts and B. Van Meerbeek: Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 113 (2005) 512-8
49. Pioch, T.: Das Phänomen der "Nanoleakage" am Komposit-Dentin-Übergang bei Anwendung von Adhäsiven. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift Z* 55 (2000) 387-393
50. Ponnaappa, K. C. and R. N. Rao: Shear bond strength of 4th & 5th generation dentin bonding agents in the presence and absence of moisture. An in vitro study. *Indian J Dent Res* 13 (2002) 147-57

51. Radovic, I., Z. R. Vulicevic and F. Garcia-Godoy: Morphological evaluation of 2- and 1-step self-etching system interfaces with dentin. *Oper Dent* 31 (2006) 710-8
52. Retief, D. H.: Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J Dent Res* 52 (1973) 333-41
53. Roulet, J. F.: A materials scientist's view: assessment of wear and marginal integrity. *Quintessence Int* 18 (1987) 543-52
54. Ryge, G. and M. Snyder: Evaluating the clinical quality of restorations. *J Am Dent Assoc* 87 (1973) 369-77
55. Silverstone, L. M.: Fissure sealants. Laboratory studies. *Caries Res* 8 (1974) 2-26
56. Spreafico, R. C., I. Krejci and D. Dietschi: Clinical performance and marginal adaptation of class II direct and semidirect composite restorations over 3.5 years in vivo. *J Dent* 33 (2005) 499-507
57. Terkla, L. G., A. C. Brown, A. P. Hainisch and J. C. Mitchem: Testing sealing properties of restorative materials against moist dentin. *J Dent Res* 66 (1987) 1758-64
58. Thormann, J. and F. Lutz: Typenprüfung von Lichtpolymerisationsgeräten I: Prüfprotokoll. *Schweizer Monatsschreiben Zahnmedizin* 109 (1999) 1191-1197
59. Thormann, J. and F. Lutz: Typenprüfung von Lichtpolymerisationsgeräten II: Stand 1998. *Schweizer Monatsschreiben Zahnmedizin* 109 (1999) 1299-1312
60. Tonn, E. M. and G. Ryge: Two-year clinical evaluation of light-cured composite resin restorations in primary molars. *J Am Dent Assoc* 111 (1985) 44-8
61. Turkun, S. L.: Clinical evaluation of a self-etching and a one-bottle adhesive system at two years. *J Dent* 31 (2003) 527-34
62. Van Meerbeek, B., P. V. Kanumilli, J. De Munck, K. Van Landuyt, P. Lambrechts and M. Peumans: A randomized, controlled trial evaluating the three-year clinical effectiveness of two etch & rinse adhesives in cervical lesions. *Oper Dent* 29 (2004) 376-85
63. Van Meerbeek, B., Y. Yoshida, J. Snauwaert, L. Hellemans, P. Lambrechts, G. Vanherle, K. Wakasa and D. H. Pashley: Hybridization effectiveness of a two-step versus a three-step smear layer removing adhesive system examined correlatively by TEM and AFM. *J Adhes Dent* 1 (1999) 7-23

64. Versluis, A., W. H. Douglas, M. Cross and R. L. Sakaguchi: Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 75 (1996) 871-8
65. Watanabe, I., N. Nakabayashi and D. H. Pashley: Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res* 73 (1994) 1212-20
66. Weatherell, J. A. and C. Robinson: The inorganic composition of teeth. In Zipkin, Wiley, New York/London, (1973)
67. Yoo, H. M. and P. N. Pereira: Effect of blood contamination with 1-step self-etching adhesives on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent* 31 (2006) 660-5

Thesen

1. Das ästhetische Bewusstsein der Patienten hat in den letzten Jahren zu einer rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der zahnfarbenen Füllungsmaterialien und der dazu gehörenden Adhäsivsysteme geführt.
2. Adhäsive Füllungstechniken zur Restauration zerstörter Zähne werden seit Jahren erfolgreich auch als Alternative zum Amalgam im Seitenzahngebiet angewendet.
3. Generell kann zwischen Total-Etch- und Self-Etch-Adhäsiven unterschieden werden. Total-Etch Produkte sind seit Jahren in Studien untersucht und werden als Referenz herangezogen. Mit Entwicklung der Self-Etch-Adhäsive wurde versucht, der höheren Techniksensitivität der Total-Etch-Produkte entgegenzutreten.
4. Total-Etch-Produkte bergen die Gefahr einer möglichen Schädigung der Pulpa-Dentin-Einheit durch Übersäuerung mit Phosphorsäure oder späteres Übertrocknen mit daraus resultierenden postoperativen Hypersensibilitäten.
5. Self-Etch-Adhäsive verzichten auf separate Ätzung mit Phosphorsäure und demineralisieren mittels saurer Monomere die gleichzeitig das Kollagen infiltrieren und den adhäsiven Verbund herstellen.
6. In-vitro-Untersuchungen konnten schon gute Ergebnisse für Self-Etch-Adhäsive erbringen, jedoch zeigen nur langfristige, klinische Untersuchungen den Erfolg.
7. In der vorliegenden Studie wurden bei 50 Patienten 100 Füllungen der Klasse I und II gelegt und zur Baseline, nach 6, 12, 24 und 48 Monaten hinweg anhand der modifizierten Kriterien nach Ryge nachuntersucht. Anhand von Replikas erfolgte bei 30 Patienten über den gesamten Zeitraum hinweg eine mikromorphologische Auswertung der Füllungsänder unter dem Rasterelektronenmikroskop.

8. Nach 4 Jahren konnten 30 Patienten nachuntersucht werden. Es zeigten sich bei keinem der nachuntersuchten Zähne postoperative Sensibilitäten, Anzeichen für Sekundärkaries sowie Veränderungen der anatomischen Form. Lediglich das Kriterium „Prüfung mit Sonde“ zeigte für das AdheSE einen signifikant schlechteren Wert bei Veränderungen der Kategorie Code 1 (modifizierte Ryge-Kriterien). Klinisch musste auf Grund dessen keine Füllung ausgetauscht werden.
9. Die Mikromorphologische Auswertung anhand der modifizierten CPM-Kriterien konnte keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Adhäsiven zeigen.
10. Auf Grund der Untersuchungen über den Zeitraum von 4 Jahren, ist nach vorliegenden Ergebnissen, eine Verwendung des Self-Etch-Adhäsiv AdheSE in Kombination mit Tetric Ceram HB in Seitenzahnfüllungen der Kavitätenklasse I und II gerechtfertigt.
11. Anhand von weiterführenden Untersuchungen sollte geklärt werden, inwiefern sich die verwendeten Materialien über den untersuchten Zeitraum hinausgehend bewähren.

LEBENS LAUF

Name: Lars Boeckler
Geburt: 07.05.1977/ Halle (Saale)
Familienstand: ledig
Eltern: Dr. med. dent. Fritjof Boeckler
Dipl. Sportlehrerin Barbara Boeckler, geb. Baumeier
Nationalität: deutsch
Adresse: Am Kirchtor 22
06108 Halle
e- mail: larsboeckler@hotmail.com

Schulbildung

1983 – 1991 Polytechnische Oberschule Weferlingen
1991 – 1995 Freiherr-vom-Stein Gymnasium Weferlingen
16.Juni 1995 Allgemeine Hochschulreife

Wehrdienst

1995 – 1996 Wehrdienstleistender im Sanitätsbataillon 410 in
Perleberg

Studium

seit 1996 Studium der Zahnmedizin an der Universität
Halle-Wittenberg
1998 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
1999 Zahnärztliche Vorprüfung
2002 Staatsexamen Approbation
2002 Approbation als Zahnarzt

Berufstätigkeit

01.03.– 30.09.2003 Assistenz Zahnarzt in der Zahnarztpraxis
Ulrike Kampe-Krügler in Halle/Saale

seit 01.10.2003 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Universitätspoliklinik für
Zahnerhaltungskunde und Parodontologie an der Martin- Luther-
Universität Halle- Wittenberg

Halle, den 30.06.2007

Erklärung

Die vorliegende Arbeit einschließlich der Untersuchungen und der statistischen Auswertungen wurden selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt.

Halle, den 30. Juni 2007

Ich erkläre weiterhin, dass frühere Promotionsversuche mit der gleichen oder einer anderen Dissertation nicht erfolgt sind. Die vorliegende Arbeit wird erstmalig und nur an der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eingereicht.

Halle, den 30. Juni 2007

Hinweise auf Publikationen von Ergebnissen dieser Arbeit

- 2004 Boeckler L, Eppendorf K, Gernhardt CR, Schaller HG: Clinical evaluation of a self-conditioning dentin adhesive system. J Dent Res 2004; 83 (Spec Iss A): abstract no. 1378.
- 2004 Boeckler L, Eppendorf K, Gernhardt CR, Schaller HG: Klinischer Erfolg eines selbstkonditionierenden Dentinhaftvermittlersystems in Klasse I- und II- Kavitäten. 6. Friedrich-Ludwig-Hesse-Symposium, Abstract Nr. Seite 6
- 2005 Boeckler L, Gernhardt C, Schaller HG: Klinischer Erfolg eines selbstkonditionierenden Dentinhaftvermittlers in Klasse I- und II-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60 (Supplement 2005): A 155 (Abstract P162).
- 2006 Boeckler L, Gernhardt CR, Schaller HG: Micromorphological evaluation of posterior composite restorations after two years. J Dent Res 2006; 85 (Spec Iss C): abstract no. 0315.
- 2006 Gernhardt CR, Boeckler L, Bekes K, Schaller HG: Selbstkonditionierendes Dentinhaftvermittlersystem AdheSE in Klasse-I- und -II-Kavitäten Erste klinische Erfahrungen – 1 – Jahres Ergebnisse. ZWR - Das Deutsche Zahnärzteblatt 2006; 115: 76-80 (ISSN 0044-166X).
- 2007 Gernhardt CR, Boeckler L, Schaller HG: Clinical Evaluation of a Self-Conditioning Adhesive System After 48 Months. J Dent Res 2007; 86 (Spec Iss B) : im Druck.
- 2007 Bekes K, Boeckler L, Gernhardt CR, Schaller HG: Clinical performance of a self-etching and a total-etch adhesive system - 2-year results. J Oral Rehabil (OnlineEarly Articles). doi:10.1111/j.1365-2842.2007.01745.x. (ISSN 0305-182X) (JCR 2007 Impact Factor 0,717).
- 2007 Boeckler L, Schaller HG, Gernhardt CR: Klinischer Erfahrungen mit dem selbstkonditionierenden Dentinhaftvermittler AdheSe in Klasse I und II Kavitäten - Einjahresergebnisse. Im Druck Dtsch Zahnärztl Z 2007 im Druck.

Danksagung

Für die Überlassung des interessanten und klinisch wertvollen Themas gilt mein Dank Univ. Prof. Dr. med. dent. habil. H.-G. Schaller (Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie an der Martin- Luther-Universität Halle-Wittenberg). Für die wertvollen Hinweise und Ratschläge und die stets förderliche fachliche Betreuung der Arbeit möchte ich Herrn OA Dr. med. dent. C.R. Gernhardt (Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie an der Martin- Luther-Universität Halle-Wittenberg) meinen ganz besonderen Dank aussprechen. Mein weiterer Dank gilt Frau Dr. K. Eppendorf für die Anfertigung der Restaurationen und die fachliche Unterstützung bei der Realisierung der Untersuchungen.

Für die freundliche Beratung bei der statistischen Auswertung der Untersuchungsdaten danke ich Frau Haufe (Universitätsrechenzentrum, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg).

Abschließend möchte ich meinen Eltern und meinem Bruder für ihre verständnisvolle Unterstützung, Geduld und Motivation bei der Erstellung der hier vorliegenden Arbeit danken.