6 DISKUSSION

6.1 Material und Methode

6.1.1 Auswahl der Zähne

Die für diese Arbeit verwendeten Zähne waren menschliche, extrahierte, kariesfreie Molaren der zweiten Dentition, Zeitpunkt der Extraktion und Alter dieser Zähne waren nicht bekannt. Mixson et al. stellten fest, dass der Einfluss des Alters der Zähne bezüglich der Randqualität von Füllungen keine entscheidende Auswirkung hat (*Mixson et al.* 1993). Auch die unterschiedlich lange Lagerungszeit hat nach mehreren Untersuchungen keinen Einfluss auf die Wirksamkeit von Dentinhaftmitteln bezüglich ihrer Haftkraft (*Crim* 1989) (*Williams und Svare* 1985).

6.1.2 Inserts

Inserts sind konische Formkörper, die kostengünstig vorgefertigt werden und nach Präparation in der gleichen Sitzung in die Kavität eingebracht werden. Es werden auf dem Markt unterschiedliche Systeme angeboten, dazu gehören glaskeramische Inserts, feldspatkeramische Inserts und Cerafil-Kegelstumpf-Inserts. In unserer Untersuchung verwandten wir das Cerafil-System. Hierbei handelt es sich um eine mit Leucitkristallen verstärkte Dentalkeramik mit schmelzähnlicher Härte und schmelzähnlichem Abrasionsverhalten. Diese Inserts sind zwar anwendungsfertig geätzt und silanisiert, welches in einer Untersuchung gute Ergebnisse ergab (*Stachniss und Pust* 1996). Aufgrund der Lagerungszeit und damit, wie bereits erwähnt, abnehmender Stabilität des Silans, wurden die Inserts für diese Untersuchung gereinigt und erneut geätzt und silanisiert. Angeboten werden die Inserts mit einem Konuswinkel von 4 Grad in unterschiedlichen Größen mit darauf abgestimmten Präparationsinstrumenten, welche angewendet werden. Es sind mit diesem System nach einer Studie bei einflächigen Kavitäten eine inlayähnliche Passung mit Fugebreiten im Bereich von 58+/- 22 µm zu erreichen (*Stachniss und Pust* 1996). In dieser Studie wurden diese gleichmäßigen Fugenbreiten nicht erzielt, dies wird in der Diskussion der Ergebnisse noch einmal ausgeführt.

6.1.3 Ausarbeitung und Politur

Um eine möglichst glatte und polierte Oberfläche zu erreichen, haben sich Finierdiamanten und flexible aluminiumoxid-beschichtete Scheiben bewährt. Durch sie wird ein gleichmäßiger Abtrag an Füllungsmaterial und Zahnhartsubstanz erreicht, unter größtmöglicher Schonung der Zahnhartsubstanz (*Lutz F. et al.* 1983b, *Schmid O. et al.* 1991). Eine Hochglanzpolitur erzielt der Einsatz der Scheiben in absteigender Korngröße. Ziel ist es, nach der Politur einen glatten, Übergang vom Zahn zur Füllung zu erreichen, ohne zu viel abzutragen, um gleich bleibende Kriterien zur Beurteilung der Ränder zu gewährleisten.

6.1.4 Wasserlagerung

Damit eine Überschneidung der thermischen und hygroskopischen Expansion bei dem Einsetzmaterial vermieden wird, wurden die Proben für 21 Tage in Thymollösung 0,1% gelagert. Nachgewiesenermaßen nimmt das Befestigungskomposit in dieser Zeit den größten Anteil an Wasser auf (*Hansen* 1982, *Hirsawa et al.* 1983).

6.1.5 Thermische Wechselbelastung

Die Restaurationen sind im Munde des Patienten ständigen Temperaturschwankungen ausgesetzt (*Palmer et al.* 1992). Die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Zahnhartsubstanz, Keramik und Befestigungszement führen zu Spannungen zwischen Restauration und Zahnhartsubstanz mit Auswirkung auf die Randqualität (*Kullmann und Pötters* 1984). Um diesen Prozess in vitro nachzuvollziehen, hat sich die Methode der Temperaturwechselbelastung bewährt (*Blunck und Roulet* 1997). Nach Crim haben sich nach 2000 Zyklen die Auswirkungen auf die Randqualität mit hoher Wahrscheinlichkeit manifestiert (*Crim et al.* 1985).

6.1.6 Quantitative Randanalyse

Um die Randqualität zu bestimmen, gibt es verschiedene Verfahren, die grob in funktionelle und morphologische Verfahren unterschieden werden. Der Farbstoffpenetrationstest gehört zu den funktionellen Verfahren, bietet sich für unseren Versuch nicht an, da hierbei die Proben zerstört

werden müssen und damit fortlaufende Untersuchungen unmöglich sind (*Roulet und Reng* 1975, *Crim und Mattingly* 1981). Bei den morphologischen Verfahren gibt es die visuelle, taktile Beurteilung mittels Sonde und Lichtmikroskop, eine einfache Methode, aber aufgrund mangelnder Quantifizierbarkeit und Objektivierbarkeit für diese Studie ungeeignet (*Dünninger P. et al.* 1991). Bewährt hat sich für die Untersuchung der Randqualität die quantitative Randanalyse im Rasterelektronenmikroskop in Verbindung mit der Replikatechnik (*Roulet* 1978) (*Al-Hamadani und Crabb* 1975) (*Sela et al.* 1975) (*Tay et al.* 1974) (*Lutz et al.* 1984, *Blunck und Roulet* 1989, *Roulet et al.* 1989). Diese ermöglicht eine reproduzierbare und präzise Bewertung der Randqualität, mit gleichzeitiger Möglichkeit von Verlaufsstudien (*Roulet et al.* 1989). Durch die segmentweise Beurteilung des Füllungsrandes bei 200facher Vergrößerung und gleichzeitiger Zuordnung zu vorher festgelegten Bewertungskriterien ist ein hohes Maß an Objektivität möglich (*Roulet et al.* 1989). Die Einteilung der Randqualitäten erfolgte nach dem Kriterienkatalog von Blunck, wobei die Qualität 7 in dieser Studie nicht „beurteilbar“ bedeutet. Dies beinhaltet Verunreinigungen auf der Probenoberfläche und Mikroblasen in der Abformung, wodurch eine korrekte Beurteilung der Fuge nicht möglich war. Um zu gewährleisten, dass die Untersuchungsergebnisse mit vorhergehenden Untersuchungen vergleichbar sind, erfolgte eine Kalibrierung zwischen Blunck und der Untersuchenden. Vor der statistischen Auswertung wurden die Randqualitäten 1 und 2 zu der Note 1 (kontinuierlicher Rand) zusammengefasst, da der Unterschied perfekter Rand und geringe Randunregelmäßigkeiten klinisch nicht relevant ist und die Wirksamkeit des Adhäsivs beweist. Die Randqualitäten 4-6 wurden unter dem Begriff "Spalt" zusammengefasst, welche unter dem Mikroskop unterschiedliche Ausprägung zeigen, aber für die klinische Relevanz gleichsam ein Versagen des Adhäsivsystems bedeuten. Auch die Randqualität 3 mit starken Randunregelmäßigkeiten zeugt nicht von guter Wirksamkeit des Adhäsivs.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Berücksichtigung der Anwendungszeit

Ziel dieser Arbeit ist es ein System zu finden, dass es dem Behandler erlaubt mit gleichbleibender Qualität, aber praktisch und zeitlich geringem Aufwand, Keramikrestaurationen einzugliedern. Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich die in der Studie verwendeten Systeme in zwei Gruppen einteilen: die einfachen Systeme mit kurzer Anwendungszeit - M-Bond und RelyX-Unicem - und Systeme mit höherem Zeit- und Arbeitsaufwand – Bistite 2 DC, Syntac/ Variolink, OptiBond FL/ Sonocem. RelyX- Unicem ist selbstätzend und selbstkonditionierend, es wird nach Einbringen der Restauration in die Kavität für 20 s lichtgehärtet und bedarf einer zweiminütigen Ruhezeit vor Weiterbehandlung. M-Bond ist ein selbstätzendes System, man mischt den Primer an und lässt ihn 30 s einwirken vor Einsetzen des Inserts. Auch dieses System braucht nach Eingliederung eine Ruhephase, die bei M-Bond jedoch 4 min beträgt. Es zeigen sich bei diesen einfachen Systemen statistisch signifikant schlechtere Werte bezüglich der Note 1 als bei den aufwendigeren Befestigungskompositen. Durch die Ruhephase ist zudem der zeitliche Vorteil fraglich. Syntac/ Variolink ist mit einer Konditionierung mittels drei Flaschen und vorheriger Schmelzätzung zeitlich und technisch aufwendig, es werden ca. 3 min für die Anwendung des Adhäsivsystems benötigt. Bei OptiBond FL/Sonocem reduziert sich das Adhäsivsystem auf zwei Flaschen, aber durch die Total- Ätz-Technik unterscheidet es sich zeitlich nicht sehr von Syntac/ Variolink. Einfacher gestaltet sich dagegen Bistite 2 DC, dies ist ein selbstätzendes System und die Konditionierung findet in zwei Schritten statt. Für diese Vorbereitung benötigt man ca. 1 min 20 s, dieser Zeit folgt jedoch nach Eingliederung eine 3-minütige Ruhephase. So bleiben diese drei Systeme zeitlich in etwa gleichem Rahmen, doch unterscheidet sich der Aufwand bei Anwendung der Systeme erheblich. Syntac/ Variolink ist durch das Adhäsivsystem in drei Schritten technisch umständlich, OptiBond FL/ Sonocem benötigt für das Adhäsivsystem nur zwei Schritte ist durch die Total-Ätz-Technik aber anfällig für Anwendungsfehler. Lässt man bei Bistite 2 DC die Ruhephase außer Acht, ist dies ein einfach anzuwendendes System mit zwei Schritten des Adhäsivsystems ohne statistisch signifikanten Unterschied zu den Ergebnissen der anderen zwei Systeme. Die guten Ergebnisse von Bistite 2 DC belegt auch eine andere Studie (*Carvalho et al.* 2002).

6.2.2 Anwendung der Befestigungszemente

M-Bond ist ein rein chemisch initiiert aushärtendes Befestigungskomposit, dies macht sich in der gegenüber dual aushärtenden Zementen verkürzten Verarbeitungszeit negativ bemerkbar. Auch dies kann zu den schlechten Ergebnissen beigetragen haben. In der Literaturrecherche wurde zu M-Bond keine Studie gefunden. Bei RelyX-Unicem fiel in dieser Studie auf, dass es einen großen Anteil an der Note 2 (massive Randunregelmäßigkeiten), jedoch nur einen geringen Anteil an Randspalten gab. Dies kann ein Hinweis für Schwierigkeiten bei der Verarbeitung sein, wie z.B. das Herausziehen des Befestigungskomposits aus der Fuge beim Entfernen des Überschusses. Doch wird auch in einer anderen Studie die schlechte Bewertung im Schmelz bestätigt und eine Verbesserung durch zusätzliche Ätzung und Einbringen der Restauration mit Druck empfohlen (*De Munck et al.* 2004). Und eine andere Studie zweifelt gänzlich die selbst-ätzende Wirkung und den Wechsel von hydrophilem zu hydrophoben Charakter von RelyX Unicem an (*Goracci et al.* 2005). Durch die festere Konsistenz von Variolink ultra verbunden mit der Ultraschall-Einsatztechnik ließen sich die Überschüsse nach Einsetzen der Inserts einfacher und sicherer entfernen als bei Variolink 2. Es entstand schon bei Eingliederung der Inserts der Eindruck, dass durch die einfachere Anwendung auch eine gleichmäßigere Fuge entsteht. Dies bestätigen tendenziell (p knapp über 0,05) bessere Werte für Variolink ultra als für Variolink 2. Dies kann durch andere Studien nicht belegt werden, in einer vorliegenden Studie wird kein relevanter Unterschied zwischen hoch- und niedrigviskösem Material nachgewiesen (*Celic und Gemalmaz* 2002).

6.2.3 Anwendung der Inserts

Die vorgefertigten Inserts stellen mit der direkten Anwendung eine preiswerte und schnelle Methode der Behandlung dar. In dieser Studie ist aufgefallen, dass es sich als schwer darstellte, den Anstellwinkel des Diamanten dauerhaft beizubehalten, um eine 100% Passung des Inserts in der Kavität und damit eine gleichmäßige Fuge zu erreichen. In der vorliegenden Studie variierte die Fugenbreite von10 bis 250 µm. Dies wirkt sich nachteilig auf das Befestigungsmaterial aus und ist in der Praxis vor allem in schwer zugänglichen Bereichen wie z.B. approximal fraglich in der Anwendung. In einer Studie von Roulet und Lösche wird bemerkt, dass sich Inserts gut

anwenden lassen im Zusammenhang mit einer Kompositfüllung. Der Anteil polymerisierbaren Komposits wird durch Einbringen des Inserts herabgesetzt und damit die Polymerisationsschrumpfung vermindert (*Roulet und Lösche* 1996). In diesem Fall macht sich eine größere Fuge nicht nachteilig bemerkbar, da das Insert nicht mit dem Ziel der primären Passung eingesetzt wird. Zusätzlich zeigte sich unter dem REM eine stark poröse Oberfläche der Inserts obwohl eine korrekte Politur durchgeführt wurde. In klinischer Anwendung könnte dies zur Einlagerung von Farbstoffen führen und damit die Qualität der Restauration mindern.

Die folgenden Abbildungen 9-14 zeigen exemplarisch rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der unterschiedlichen Befestigungsmaterialien und der Oberfläche der Inserts.

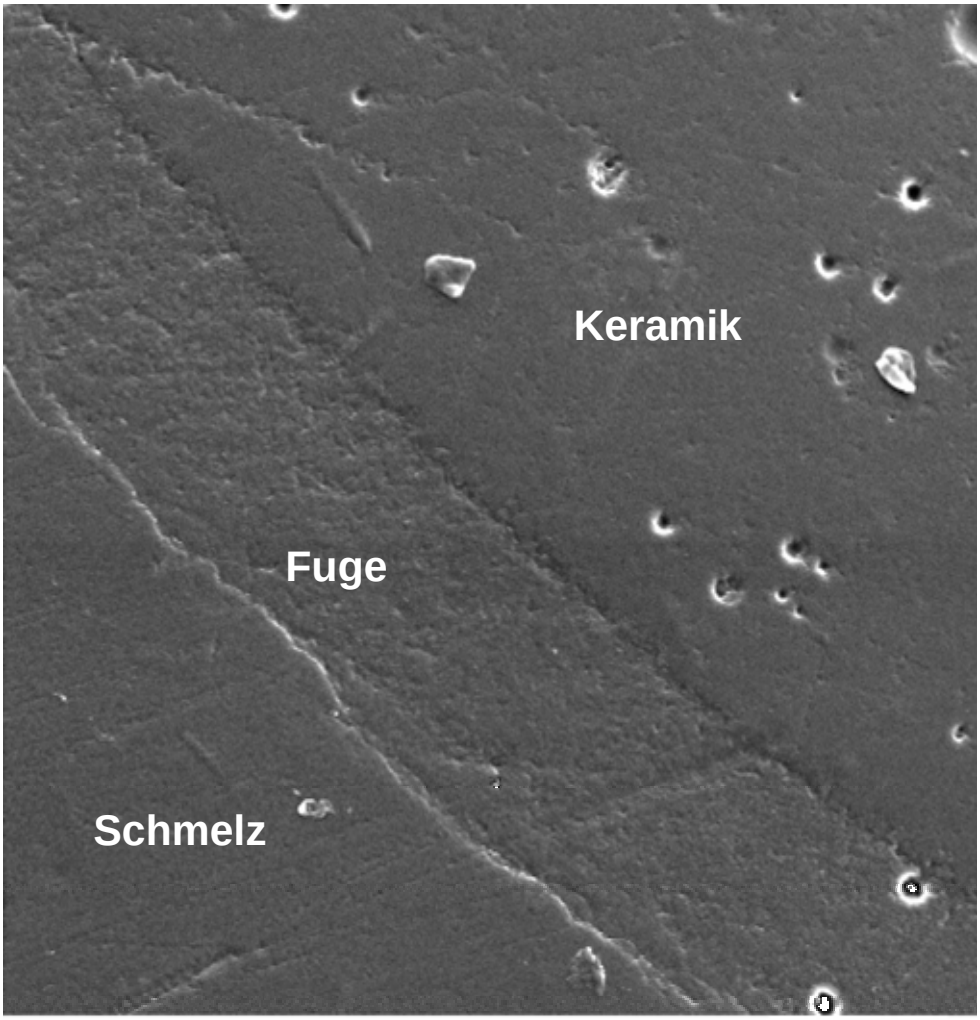

Abbildung 9

OptiBond FL/Sonocem (Kerr) Originalvergrößerung 200 fach

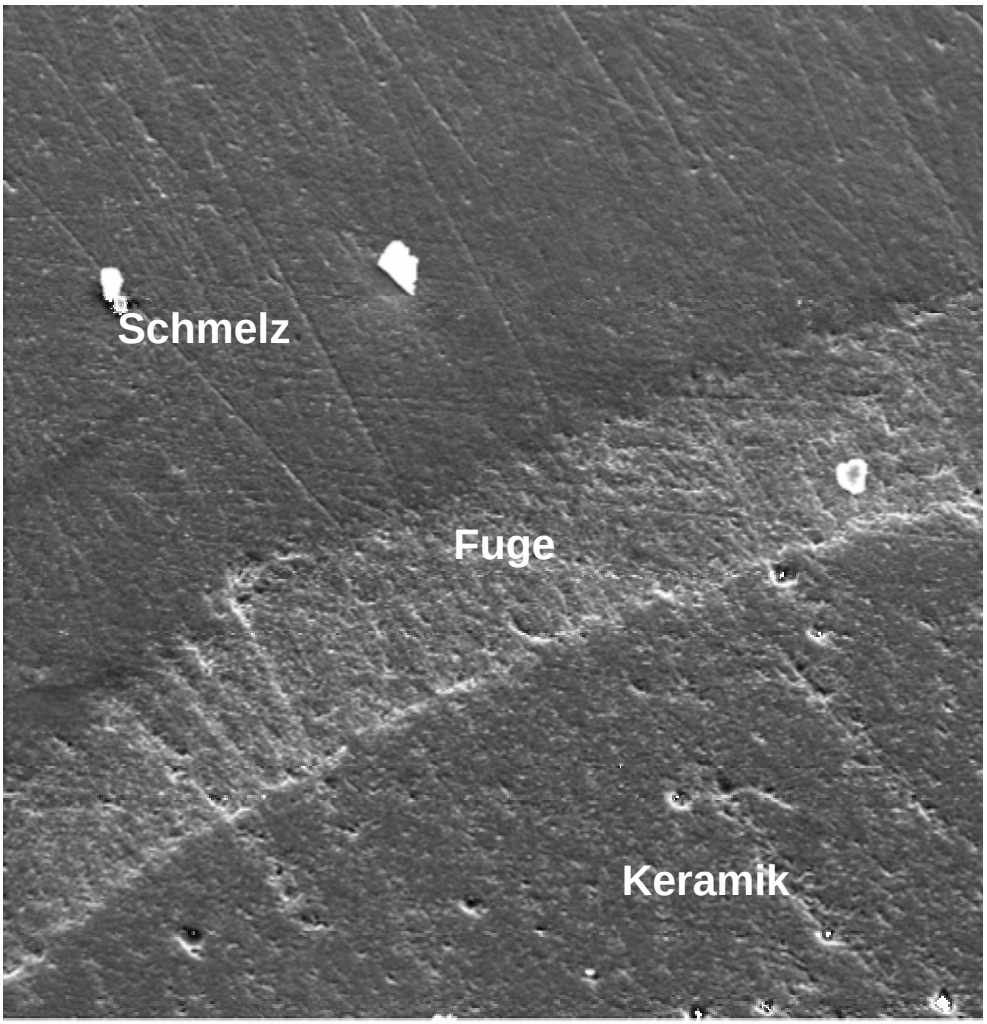

Abbildung 10

Syntac/Variolink (Ivoclar/ Vivadent) Originalvergrößerung 200 fach

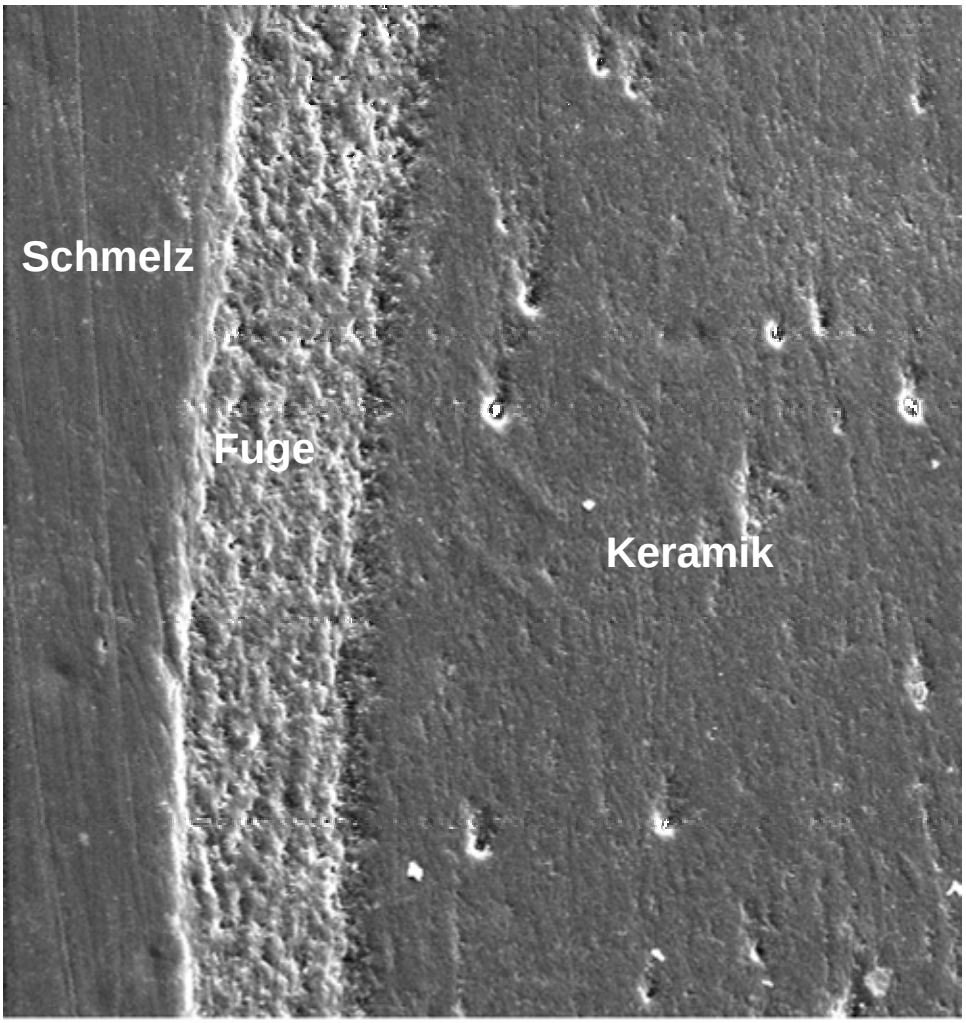

Abbildung 11

Bistite 2 DC (Tokuyama) Originalvergrößerung 200 fach

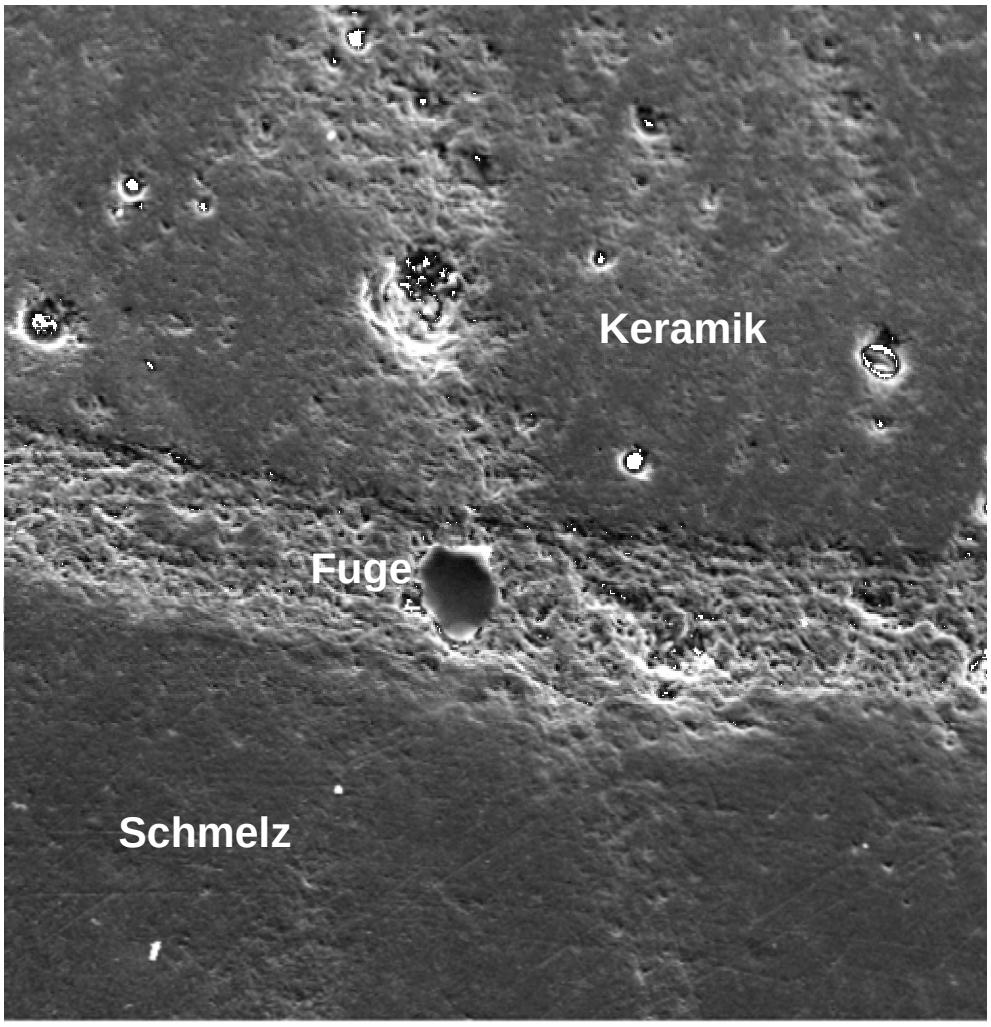

Abbildung 12

RelyX-Unicem (3M Espe) Originalvergrößerung 200 fach

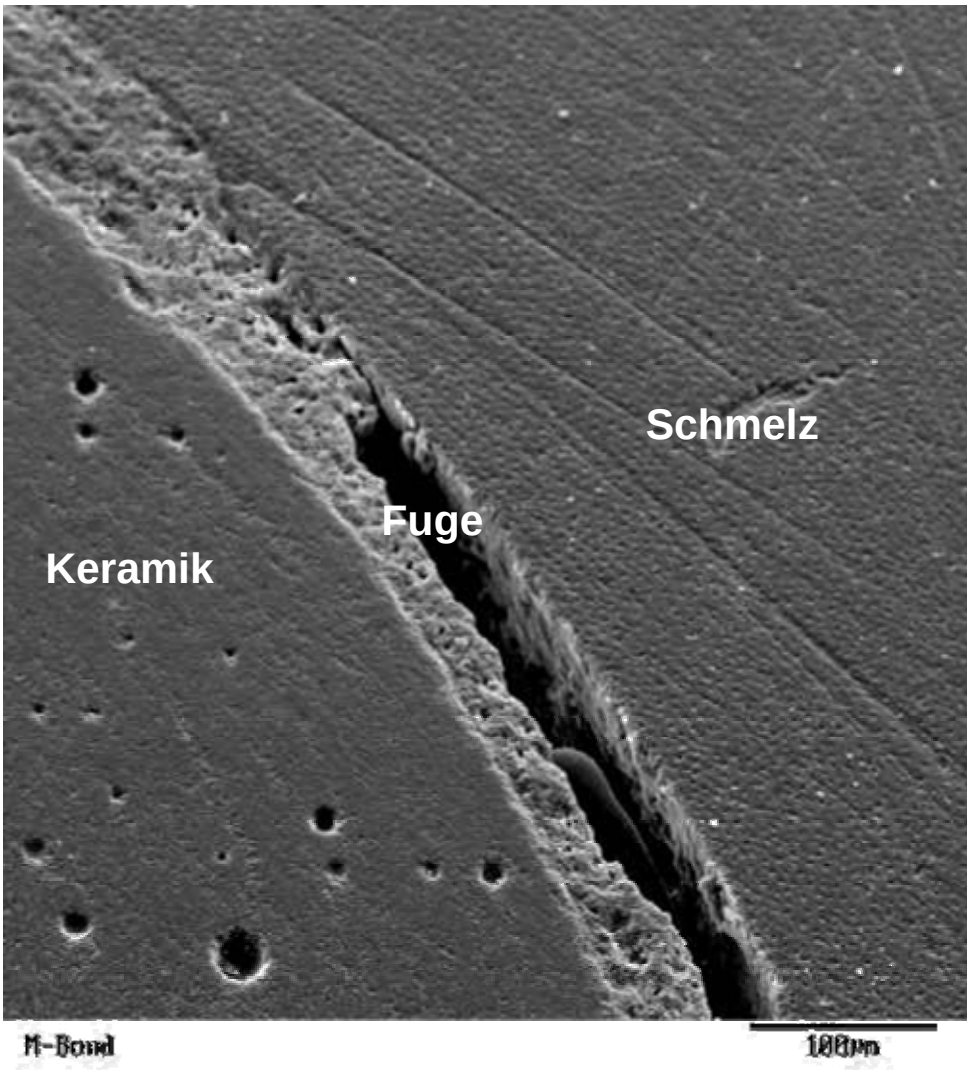

Abbildung 13

M-Bond (Tokuyama) Originalvergrößerung 200 fach

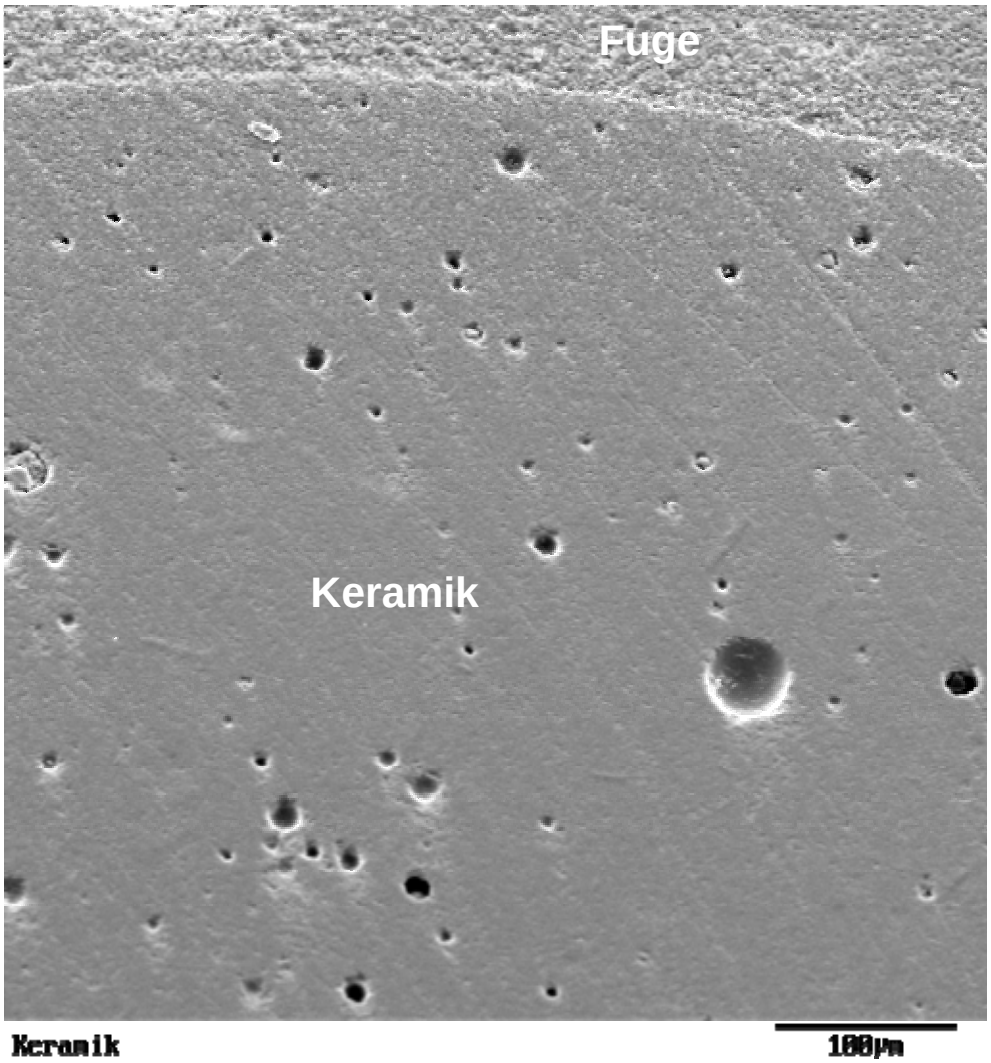

Abbildung 14

Cerafil Insert (Komet) Originalvergrößerung 200 fach