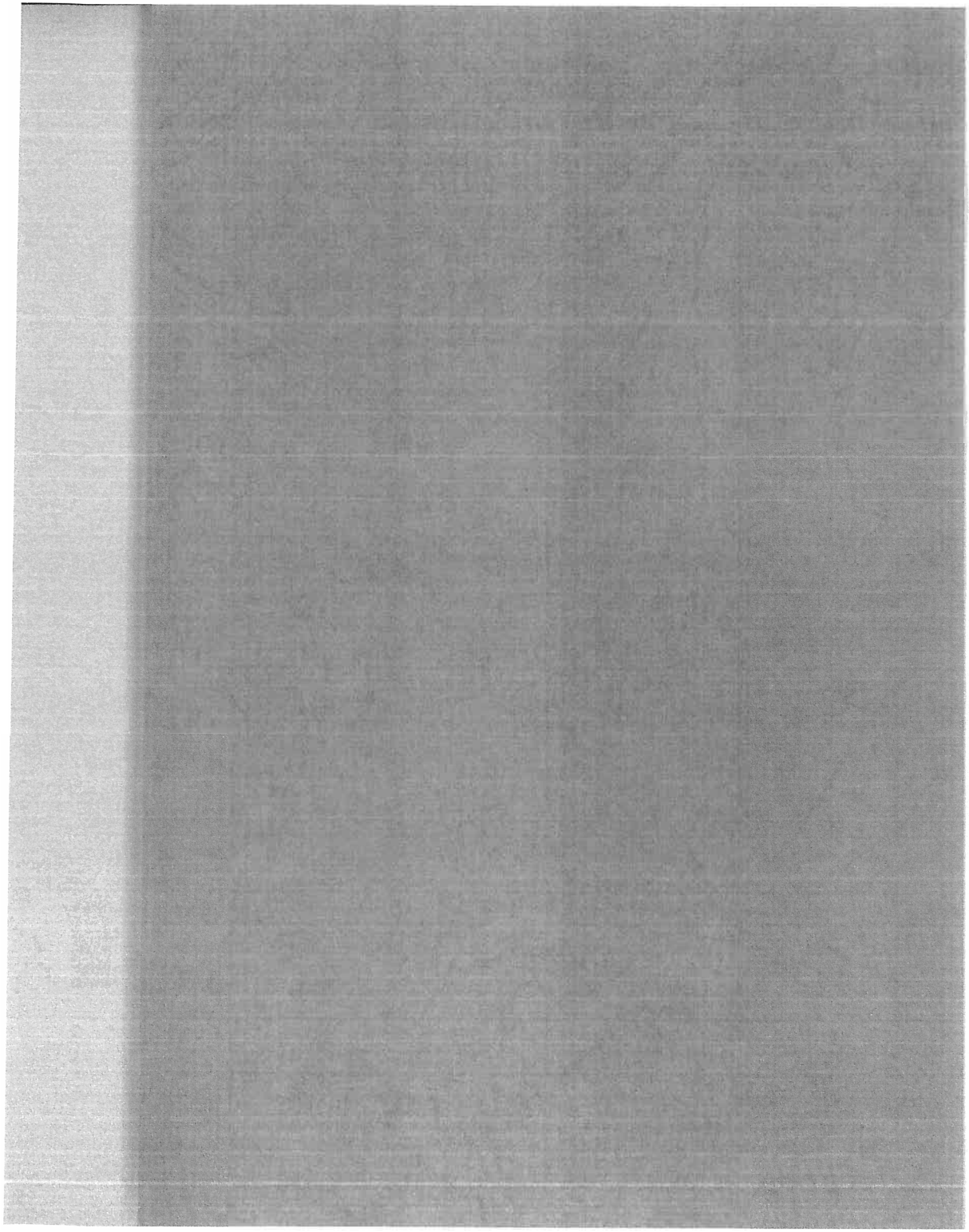

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der
Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Reinhard Hickel

Dichtigkeit und Wandständigkeit verschiedener Wurzelkanalfüllmaterialien in schmierschichtfreien Wurzelkanälen

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Niran Al-Khatar
Bagdad
1996

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. R. Hickel
Mitberichterstatter:	Priv. -Doz. Dr. M. Zimmermann
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. K.-H. Kunzelmann
Dekan:	Prof. Dr. med. Dr. h. c. K. Peter
Tag der mündlichen Prüfung:	26.11.1996

Für meine Mutter

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	**Einleitung und Problemstellung**	**4**
1.1	Ziel der Studie	5
2	**Literaturübersicht**	**6**
2.1	Anforderungen und Verwendungszweck einer Wurzelfüllung	6
2.2	Allgemeiner Überblick über Wurzelkanalaufbereitungs- und Wurzelkanalabfüllmethoden	7
2.2.1	Aufbereitungstechniken	8
2.2.1.1	Step-back-Technik	8
2.2.1.2	Standardisierte Aufbereitungstechnik	9
2.2.2	Abfülltechniken	9
2.2.2.1	Laterale Kondensation	10
2.2.2.2	Einstiftfülltechnik	10
2.3	Wurzelkanalfüllmaterialien im Überblick	11
2.3.1	Wurzelkanalzemente "Sealer"	12
2.3.1.1	Sealer auf ZnO-Eugenol-Basis	12
2.3.1.2	Sealer auf Kunststoffbasis	12
2.3.1.3	Sealer auf Calciumhydroxidbasis	13
2.3.1.4	Glasionomer-Zemente	14
2.3.1.5	Neuentwicklung AH Plus®	14
2.3.2	Wurzelkanalstifte	14
2.4	Spülung der Wurzelkanäle und die Entfernung der Schmierschicht	16
2.4.1	Die Schmierschicht	16
2.4.2	Wurzelkanalspülungen	16
2.5	Dichtigkeitsprüfung	18
2.5.1	Farbstoffpenetrationstest	19
2.5.1.1	Das Entkalkungsverfahren der Zähne zur Demonstration der	

	Pulpa	19
2.5.2	Penetration radioaktiver Lösungen	20
2.5.3	Elektrochemische Messungen	21
2.5.4	Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren	22
2.6	Dichtigkeitsuntersuchungsmethoden und deren Ergebnisse	23
3	**Eigene Untersuchung**	31
3.1	Material und Methode	31
3.1.1	Trepanation und Darstellung der Wurzelkanaleingänge	31
3.1.2	Aufbereitung, Spülung und Trocknen der Wurzelkanäle	31
3.1.3	Abfüllen des Wurzelkanals	32
3.1.4	Farbstoffpenetrationstest	35
3.1.5	Vorbereitung und Durchführung der Zahnschnitte	36
3.1.6	Das Entkalkungsverfahren der Zähne zur Demonstration der Pulpa	38
3.2	Auswertung	39
3.2.1	Auswertung im Lichtmikroskop	39
3.2.2	Röntgenologische Auswertung	39
3.2.3	Statistische Auswertung	40
4	**Ergebnisse**	41
5	**Diskussion**	48
6	**Zusammenfassung und Schlußfolgerung**	53
7	**Literaturverzeichnis**	55
8	**Anhang**	65
8.1	A Rohdaten der Farbstoffpenetration	66
8.2	B Ergebnisse der Flächenvermessung der zirkulären Färbung	107
8.3	C Ergebnisse der röntgenologischen Auswertung	112
8.4	D Verwendete Geräte und Materialien	117
Lebenslauf		119
Danksagung		

1 Einleitung und Problemstellung

Eine Wurzelkanalbehandlung wird in der Regel durchgeführt, wenn die Pulpa entzündet oder avital ist. Für die Durchführung einer Wurzelkanalfüllung wurden viele Techniken und angepaßte Materialien entwickelt (BEER 1993). Die Literatur-Recherche zeigt, daß die Füllung des Wurzelkanals nach unterschiedlichen Guttaperchatechniken erfolgt (z. B. die laterale und vertikale Kondensation, die thermomechanische Kondensation, Injektion erhitzter Guttapercha mittels Spezialspritzen und die Einstiftmethode). Primär finden bei der Wurzelkanalaufbereitung zwei Techniken bevorzugte Anwendung: die Step-back-Technik (besonders bei gekrümmten Wurzelkanälen) und die standardisierte Aufbereitungsmethode. Die wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, daß jede Guttaperchafülltechnik eine bestimmte Art der Wurzelkanalaufbereitung voraussetzt. Bewährt hat sich die laterale Kondensation in Kombination mit der Step-back-Technik. Die Einstiftmethode mit standardisiertem Aufbereiten des Wurzelkanals ist eine ebenfalls häufig angewandte Fülltechnik speziell bei geraden Kanälen mit rundem Kanallumen (CLIFFORD 1995, GRASSER et al. 1983).

Ein wandständiger, blasenfreier und dichter Verschluß des Wurzelkanals ist eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche endodontische Therapie. Die Verwendung eines Wurzelkanalzements in Verbindung mit einer Guttaperchafülltechnik ist für die Dichtigkeit einer Wurzelkanalfüllung eine unabdingbare Forderung. Gleichzeitig ist es auch wünschenswert, wenn das Wurzelfüllmaterial problemlos und vollständig entfernt werden könnte, um eine eventuell später erforderliche Revision der Wurzelkanalfüllung zu ermöglichen.
Unter diesem Aspekt erfolgte die Neuentwicklung eines Wurzelfüllmaterials, das als AH Plus® mittlerweile in den Markt eingeführt wurde. Jede Neuentwicklung im Bereich dentaler Werkstoffe muß sich zunächst an bereits erfolgreich etablierten Werkstoffen messen lassen. Vor einer klinischen Studie werden üblicherweise neben allgemeinen toxikologischen Untersuchungen auch In-vitro-Simulationen der Mundsituation herangezogen, um das Verhalten des Materials beurteilen zu können (SMITH und

STEIMAN 1994). Für Wurzelfüllmaterialien werden hinsichtlich der Fragestellung "Dichtigkeit" und "Wandständigkeit" ,des Wurzelfüllmaterials Farbstoff-penetrationsversuche an extrahierten menschlichen Zähnen durchgeführt (JACOBSEN et al. 1987, KUHRE und KESSLER 1993, LIMKANGWALMONGKOL et al. 1992, STARKEY et al. 1993, WU et al. 1994).

1.1 Ziel der Studie

Das neuentwickelte Wurzelfüllmaterial AH Plus® (Abb. 1) wurde In-vitro verglichen mit anderen etablierten Wurzelfüllmaterialien (AH26®, Apexit® und Diaket®). Die Bewertung der Dichtigkeit erfolgte durch einen Farbstoffpenetrationstest. Es wurden zwei Fülltechniken (Zentralstifttechnik und laterale Kondensationstechnik) in Verbindung mit zwei Aufbereitungstechniken (Step-back- und standardisierte Aufbereitungstechnik) eingesetzt. Gleichzeitig sollten die möglichen Einflüsse der beiden Fülltechniken auf die verschiedenen Materialien in diesem Versuch eruiert werden.

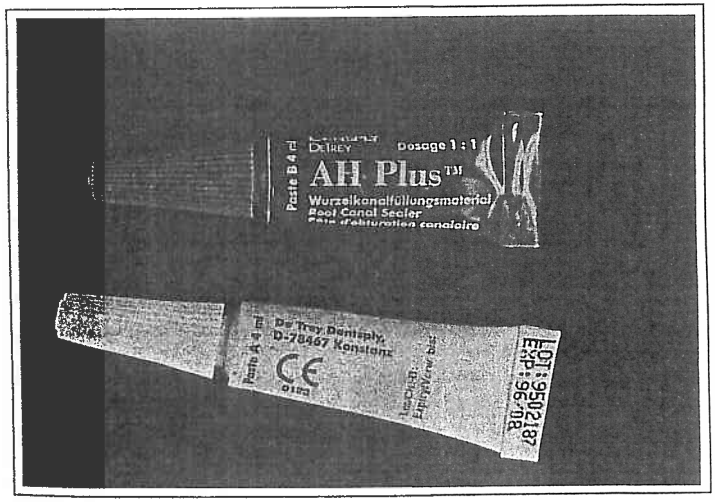

Abbildung 1: AH Plus®

2 Literaturübersicht

2.1 Anforderungen und Verwendungszweck einer Wurzelfüllung

Die vollständige Obturation des Wurzelkanalsystems ist ausschlaggebend für die Prognose. Mißerfolge werden in der Regel auf eine unzureichende Abdichtung der Wurzelkanäle zurückgeführt (ALIGHAMDI und WENNBERG 1994, CHONG 1995, MATSUMOTO et al. 1987). Der Wurzelkanal ist deshalb so dicht wie möglich abzufüllen, um eine Verbindung zum periapikalen Gewebe unmöglich zu machen. Dieses Ziel ist jedoch nicht immer erreichbar, da apikale und akzessorische laterale Kanäle Probleme bereiten.

Untersuchungen zur Topographie des Wurzelkanalsystems zeigen, daß die Zähne nicht nur über Hauptkanäle verfügen, sondern zum Teil sehr feine Ramifikationen besitzen, die besonders im apikalen Drittel deltaförmig zum Knochen verlaufen (KARAGÖZ-KÜCÜKAY 1994). Da die Seitenkanälchen so dünn sind, daß es meist nicht möglich ist, Wurzelfüllmaterialien in sie einzubringen, kann nur der zentrale Wurzelkanal dicht verschlossen werden, der das Eindringen von Mikroorganismen zwischen der Wurzelkanalwand und dem Wurzelkanalfüllmaterial und die Bildung von periapikalen Entzündungen möglichst verhindert.

2.2 Allgemeiner Überblick über Wurzelkanalaufbereitungs- und Wurzelkanalabfüllmethoden

Vor der Füllung muß der Wurzelkanal aufbereitet und gereinigt werden. Darunter ist die Entfernung von vitalem oder nekrotischem Pulpagewebe wie auch infiziertem Wanddentin zu verstehen. Die Kanalform soll so geschaffen werden, daß sie keine nennenswerte Abweichung von dem originalen Kanalverlauf zeigt, und somit ein dichtes Abfüllen bis in die apikale Gegend erlaubt. Die komplexen und sehr variationsreichen anatomischen Verhältnisse des Endodonts erschweren es, diese Forderungen einzuhalten (GLASER et al.1989, WALTON 1992).

Das Mittel der Wahl ist die mechanische Aufbereitung des Wurzelkanals. Dies kann mit Handinstrumenten und /oder maschinenbetriebenen Instrumenten erfolgen. In der einschlägigen Literatur wird die Anwendung von Handinstrumenten, also die manuelle Arbeitsweise, in den meisten Fällen als Methode der Wahl beschrieben (BAKER et al. 1988, BRISENO und SONNABEND 1991).

Beim Feininstrumentarium für die manuelle Aufbereitungstechnik ist zu unterscheiden zwischen Edelstahl- und Titanlegierungen sowie auch den unterschiedlichen geometrischen Formen. Die Edelstahllegierungs-Instrumente können in drei Grundtypen unterteilt werden (CAMPS et al. 1994, GLOSSON et al. 1995, PROCKHURST et al. 1996).

1) K-Reamer

besitzen je nach Hersteller und ISO-Größe einen drei- oder viereckigen Querschnitt. Durch ihre drehend-schabende Arbeitsweise bereiten sie den geraden Kanal kreisrund auf, besitzen jedoch bei der Aufbereitung von gekrümmten Wurzelkanälen den Nachteil, daß im apikalen Abschnitt Abweichungen vom Kanalverlauf auftreten können.

2) K-Feilen

Diese besitzen ebenso wie die Reamer einen drei- oder viereckigen Querschnitt. Die

Anzahl der Windungen pro Längeneinheit ist doppelt so hoch wie die der Reamer. Ihre Funktion ist ebenfalls drehend-schabend. Das Instrument wird in den Wurzelkanal einrotiert und mit einer linearen Bewegung herausgezogen. Dadurch wird die feilende Arbeitsweise des Instrumentes eingesetzt. (ELDEEB et al. 1985).

3) Hedström-Feilen

haben einen runden Querschnitt und weisen eine lineare, feilende Arbeitsweise vor. Somit arbeiten sie auf Zugbewegung. Hedström-Feilen besitzen sehr scharfe Schneidekanten; damit weisen sie die größte Schneideleistung aller Instrumente aus Edelstahl auf und sind bei der Abtragung von Wanddentin allen anderen Instrumenten mit feilender Arbeitsweise überlegen. Das Instrument zeigt eine hohe Bruchgefahr in gekrümmten Kanälen sowie unerwünschte Veränderungen des Kanalverlaufs (ALOMARI et al. 1992).

2.2.1 Aufbereitungstechniken

Bei der Aufbereitungstechnik wurden mehrere Methoden in der Literatur beschrieben; z.B. Step-back-, Step-down-, Crown-down- und standardisierte Technik. Nachstehend werden die beiden Methoden beschrieben, die in dieser Arbeit verwendet werden (HAIKEL et al. 1988, HÜLSMANN et al. 1993).

2.2.1.1 Die Step-back-Technik

Die konische Aufbereitung des Wurzelkanals beginnt mit dem Einbringen der Feilengröße, die an der apikalen Konstriktion klemmt; diese wird als "initial apical file" bezeichnet. Der Wurzelkanal wird schrittweise auf der gesamten Arbeitslänge bis zur " apical master file" erweitert. Diese sollte bis zu drei Instrumentengrößen stärker als die "IAF" sein. Ab der "AMF" wird pro aufsteigender Instrumentengröße die Arbeitslänge um 0,5 - 1 mm reduziert. Um Stufenbildung zu vermeiden, soll nach jeder folgenden Feile die Kanalwand mit der "AMF" nachbearbeitet werden. Die zuletzt verwendete Feile bezeichnet man als die "final file". Diese

Wurzelkanalaufbereitungstechnik wird meist mit der lateralen Kondensation (Guttaperchafülltechnik) kombiniert, um einen dichten Verschluß des Wurzelkanals zu gewährleisten (READER et al. 1993, TORABINEJAD 1994, WEIGER 1995).

2.2.1.2 Die standardisierte Aufbereitungstechnik

Bei dieser Aufbereitungsmethode wird der Kanal von der ersten Feile, die zur Aufbereitung verwendet wird, bis zur letzten Feile, die benötigt wird, auf der gesamten Arbeitslänge erweitert. Die Kanalform entspricht der Instrumentenform nach der Aufbereitung. Diese Aufbereitungsmethode wird meistens in Kombination mit der Guttapercha-Einstifttechnik in geraden Kanälen mit rundem Lumen verwendet (PETSCHELT und OBERSCHACHTSIEK 1985).

2.2.2 Abfülltechniken

Folgende Füllmethoden auf dem Gebiet der Endodontologie sind empfohlen worden:

1. Einstiftmethode
2. laterale Kondensation
3. Techniken der erwärmten Guttapercha: thermische laterale Kondensation, vertikale Kondensation, abschnittsweise Wurzelfüllung, McSpadden-Methode, Obtura-Methode und Ultrafill-Methode.
4. Die Wurzelkanalfülltechnik, die auf der alleinigen Verwendung von Pasten oder Zementen basiert, hat den Nachteil, daß es zu Schrumpfungen während des Abbindens oder auch Resorptionen kommt, wodurch der Verschluß nicht dauerhaft ist (AMDITIS et al. 1992, GOLDBERG et al. 1995, LUCCY et al. 1990, YARED und DAGHER 1996).
   In dieser Untersuchung wurden zwei Guttaperchafüllmethoden verwendet, die laterale Kondensation und die Einstiftmethode, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

2.2.2.1 Laterale Kondensation

Es handelt sich um eine Technik, bei der Guttapercha in Verbindung mit einem Sealer (Wurzelkanalfüllzement) verwendet wird. Nach dem Einbringen des "master cone" werden weitere Guttaperchastifte mit einem Wurzelkanalsealer beschickt in den Kanal eingebracht. Die optimale Dichtigkeit wird durch die Verwendung eines "finger spreader" erreicht. Damit werden zwischen Wurzelkanalwand und Wurzelkanalfüllmaterial Hohlräume beseitigt. Durch die Verwendung von vielzähligen Guttaperchastiften wird nur wenig Sealer benötigt (BAUMGARDNER et al. 1995, DUMMER et al. 1994, MANN und MCWALTER 1987, WIEMANN und WILCOX 1991).

2.2.2.2 Einstiftfülltechnik

Bei dieser Methode wird ein genormter Guttaperchastift (mit Wurzelkanalsealer), paßgenau zur Wurzelkanalaufbereitung eingebracht. Die ISO-Größe des Guttaperchastifts ist mit der ISO-Größe der Aufbereitungslänge identisch oder eine ISO-Größe kleiner, so daß der Guttaperchastift am Apex leicht klemmt und dadurch der Wurzelkanal weitestgehend ausgefüllt ist. Diese Voraussetzungen sind wichtig, um die maximale Dichtigkeit des Wurzelkanals zu erreichen. Bei dieser Technik wird quantitativ mehr Sealer verwendet als bei der lateralen Kondensationstechnik (ZIDAN et al. 1987). Sie ist bei geraden und eher runden Wurzelkanälen indiziert.

2.3 Wurzelkanalfüllmaterialien im Überblick

Ein ideales Wurzelkanalfüllmaterial soll folgende Eigenschaften aufweisen:

1. Das Material muß den Kanal lateral und vertikal fest verschließen (gute Dichtigkeit und Wandständigkeit).
2. Volumenbeständigkeit, keine Schrumpfung, u.U.leichte Expansion.
3. Nicht resorbierbar.
4. Röntgenopak.
5. Unempfindlich gegen Feuchtigkeit.
6. Bakteriostatisch und gewebefreundlich.
7. Leicht einführbar und entfernbar.
8. Keine Zahnverfärbung.
9. Keine lokalen oder systemischen Nebenwirkungen.

Wurzelkanalfüllmaterialien werden unterteilt in:

1. Sealer
2. Stifte

In den meisten wissenschaftlichen Arbeiten wurde gezeigt, daß eine dichte Wurzelfüllung nicht durch **e i n** Material erreicht werden kann, sondern nur durch die Kombination von Sealer und Stift. Der Wurzelkanalstift repräsentiert den harten Kern und soll den präparierten Kanal so weit wie möglich ausfüllen. Der Sealer hat die Funktion, den Raum zwischen Wurzelkanalwand und dem harten Kern auszufüllen, größere Seitenkanäle zu versiegeln und dadurch den Wurzelkanal periapikal möglichst bakteriendicht zu verschließen (BRAMWELL und HICKS 1986, FOGEL 1977, KAZEMI et al. 1993, MITTAL et al. 1995).

2.3.1 Wurzelkanalzemente "Sealer"

2.3.1.1 Sealer auf ZnO-Eugenol-Basis

Diese Gruppe von Wurzelkanalfüllmaterialien enthalten ZnO und Eugenol oder Nelkenöl, ergänzt mit Röntgenkontrastmitteln, Harzen und Bakteriostatika. Es wird empfohlen, diese Wurzelkanalzemente in Verbindung mit Stiften zu verwenden (JACOBSEN und SHUGARS 1990).
Zu den bekanntesten Zementen dieser Gruppe gehören:

a. Pulp Canal Sealer
b. Tubli Seal
c. Endomethasone
d. Hermetic
e. N_2
f. Zement nach Wach

2.3.1.2 Sealer auf Kunststoffbasis

In dieser Gruppe unterscheiden sich die Präparate in ihrer chemischen Zusammensetzung. Bei Hydron handelt es sich um ein Polymethacrylat. Endo-Fill ist ein Wurzelfüllzement auf Silicon-Kunststoffbasis. Bei AH26® handelt es sich um ein Epoxyharz und bei Diaket® um ein Polyketonpräparat. Diese Materialien sollten in Verbindung mit Wurzelkanalfüllstiften verwendet werden. AH26® und Diaket® fanden bei diesem Versuch Anwendung. Deshalb wird eine kurze Beschreibung dieser Materialien vorgenommen:

AH26® ist ein Epoxyharz. Es ist röntgenopak, seine Abbindekontraktion ist minimal und die Abbindezeit bei Körpertemperatur beträgt 24-36 Stunden. Bei Zimmertemperatur von 20°C benötigt die Abbindung 5-7 Tage. Das Material kann mit

Chloroform aufgeweicht werden. Es sollte in Verbindung mit Guttapercha verwendet werden (BARTHEL et al. 1994, DE GEE et al. 1994).

Diaket® ist ein Polyketonpräparat und enthält 0,5% Dihydroxy-Dichlorid-Diphenylmethan. Diaket® ist röntgenologisch sichtbar und läßt sich mit Chloroform entfernen. Seine Abbindezeit liegt zwischen sechs Minuten und mehreren Stunden, abhängig von der entsprechenden Feuchtigkeitsaufnahme. Um bessere Dichtigkeitsergebnisse (BARRY et al.1975) zu erzielen, soll das Wurzelfüllmaterial mit Guttapercha verwendet werden.

2.3.1.3 Sealer auf Calciumhydroxidbasis

Die Hauptvertreter dieser Gruppe sind Sealapex® (SLEDER et al.1991, ZMENER 1987) und Apexit®. Da Apexit® in dieser Studie als Versuchsmaterial verwendet wurde, erfolgt nachstehend wiederum eine kurze Beschreibung des Materials.

Apexit® ist ein calciumhydroxidhaltiger, unlöslicher sowie röntgenopaker, nicht schrumpfender Zement für die definitive Füllung von Wurzelkanälen. Die Wasserlöslichkeit ist sehr gering. Apexit fördert die Hartsubstanzbildung am Apex und hemmt die interne und externe Resorption des Wurzeldentins. Die Aushärtungszeit beträgt zwischen 2-5 Stunden, bei sehr trockenen Kanälen bis 10 Stunden. Apexit ist ein feuchtigkeitsabhängiges Material; bei ungenügend getrockneten Kanälen erfolgt die Aushärtung relativ schnell. Es sollte in Verbindung mit Guttaperchawurzelkanalstiften für eine Wurzelfüllung verwendet werden (LIMKANGWALMONGKOL et al. 1992).

2.3.1.4 Sealer auf Glasionomer-Zement-Basis

Ketak-Endo® ist der einzige Wurzelkanalsealer auf Glasionomer-Zement-Basis. Es ist ein röntgenopaker, gewebeverträglicher, nicht schrumpfender, flouridhaltiger Wurzelkanalfüller, der auch unter feuchten Bedingungen eine dauerhafte chemische Verbindung mit der Zahnhartsubstanz eingeht (ROTH 1991).

2.3.1.5 AH Plus®

ist eine Weiterentwicklung von AH26®, das auf Epoxid-Amin-Polymeren basiert. Das Material liefert eine langfristige Dimensionsstabilität mit minimaler Schrumpfung während der Aushärtungszeit. AH Plus® besitzt eine Verarbeitungszeit von 4 Stunden bei 23°C und eine Aushärtezeit von 8 Stunden bei 37°C. Im Gegensatz zu AH26® wird bei der Aushärtung kein Formaldehyd abgespalten. Dieses zwei Komponenten-Material sollte nach Angaben des Herstellers mit Wurzelkanalstiften für eine definitive Wurzelkanalfüllung verwendet werden.

2.3.2 Wurzelkanalstifte

Diese Stifte repräsentieren den festen Teil der Wurzelkanalfüllung. Man unterscheidet zwischen Guttaperchastiften und Metallstiften.

Metallstifte

1. Silberstifte
2. Titanstifte
3. Goldstifte

Silberstifte finden kaum noch Verwendung, da sie geringe Wandständigkeit und Dichte des Wurzelkanals aufweisen sowie korrodieren. Titan- und Goldstifte sind teuer

und nicht mehr entfernbar. Sie werden nur bei engen, gekrümmten Wurzelkanälen eingesetzt (HÜLSMANN 1995).

Guttapercha

Die Guttapercha ist das Material der Wahl (HOLLAND et al. 1996, KOLOKURIS et al. 1992, OGUNTEBI und SHEN 1992). Guttapercha besitzt mehrere Eigenschaften, die für eine gute Wurzelfüllung erforderlich sind:

1. Dimensionsbeständig.
2. Wird nicht resorbiert.
3. Feuchtigkeitsundurchlässig.
4. Röntgenopak.
5. Nicht bakterienwachstumsfördernd.
6. Gewebeverträglich.
7. Kondensier- und Adaptierbarkeit sind sehr gut.
8. Wird durch Wärmewirkung erweicht und kann mit Chloroform oder Dichlormethan entfernt werden.

Guttapercha ist eine Zusammensetzung aus Transisomer des Polisoprens (Kautschuk), Zinkoxyd als Füller, Metallsulfide als Röntgenkontrastmittel und Wachs oder Kunstharze zur Erhöhung der Plastizität. Die prozentualen Anteile der Materialien in der Guttapercha variieren je nach Hersteller (CLIFFORD 1995 und SCHÜRMANN et al. 1993).

2.4 Spülung der Wurzelkanäle und die Entfernung der Schmierschicht

2.4.1 Die Schmierschicht

Durch die Aufbereitung des Wurzelkanals entsteht eine ca. 1µ dicke Schicht an der Wurzelkanalwand. Sie besteht aus einem Gemisch von Dentin, Prädentin sowie Resten des Pulpagewebes und Odontoblastenfortsätze. Die Schmierschicht läßt sich durch eine kombinierte Spülung mit EDTA (15%) oder Zitronenssäure und NaOCl (5,25%) entfernen. Eine vorhandene Schmierschicht reduziert die Permeabilität des Dentin und senkt die Penetrationsgeschwindigkeit der Bakterien in die Dentinkanälchen herab.

Die Entfernung der Schmierschicht führt zum Eindringen des Wurzelkanalsealer in die Dentintubuli. Dies führt zu einer zunehmenden Dichtigkeit der Wurzelkanalfüllung (CZONSTKOWSKY et al. 1990, DRAKE et al. 1994, EVANS und SIMON 1986, GUIGNES et al. 1996, GUTIERREZ et al. 1990, KARAGÖZ-KÜCÜKAY und BAYIRLI 1994, KOCKAPAN 1995, SAUNDERS 1992).

2.4.2 Wurzelkanalspülungen

Die Wurzelkanalspülung hat die Funktion, den Wurzelkanal zu desinfizieren und eine mechanische Entfernung von Dentinspänen (debris) bzw. eine Auflösung zu erzielen. Weitere Ziele der Spülung sind auch das Reinigen von Seitenkanälen, als Gleitmittel für die Aufbereitungsinstrumente zu dienen und die Schmierschicht zu entfernen.
Die heute am häufigsten angewandte Spülmethode ist die Kombination von H_2O_2 (3%) und NaOCl (0,5-10%). Diese zeigt jedoch keinen wesentlichen Effekt in Bezug auf die Entfernung der Schmierschicht. Mit Säuren und Chelatoren läßt sich die Schmierschicht größtenteils entfernen. EDTA (15%) wird in Kombination mit NaOCl (5,25%) verwendet. Die alleinige Verwendung von EDTA zur Entfernung der Schmierschicht im apikalen Bereich ist nicht effizient und hinterläßt Reste von

Dentinspänen an der Kanalwand. Die Schmierschicht kann auch mit Zitronensäure innerhalb von 15-20 Sekunden entfernt werden (Abb.2 und Abb.3). In dieser Studie wurden die Wurzelkanäle mit Zitronensäure (11%) sowie mit H_2O_2 (3%) und NaOCl (5,25%) gespült, um die Schmierschicht zu entfernen (BAUMGARDNER et al. 1995, BAUMGARTNER und CUENIN 1992, BAUMGARTNER und IBAY 1987, BROWN et al. 1995, CAMERON 1995, CHAVES et al. 1993, GUTMANN 1993, NIKOLAUS et al. 1988, OKSAN et al. 1993).

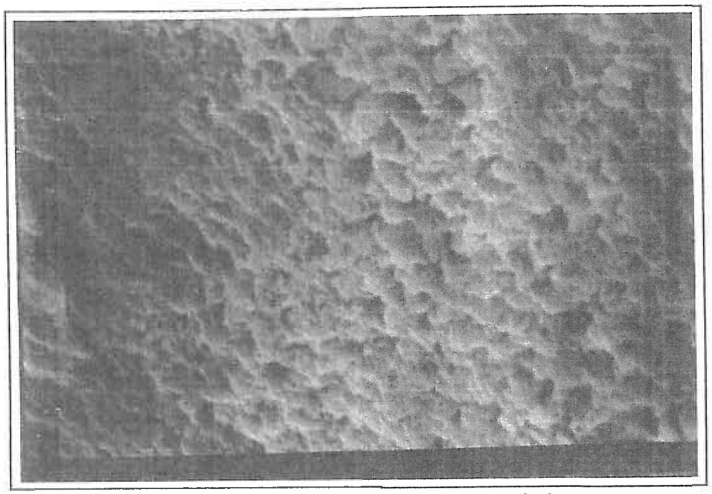

Abbildung 2: Wurzelkanalwand (Dentin) beschickt mit der Schmierschicht.

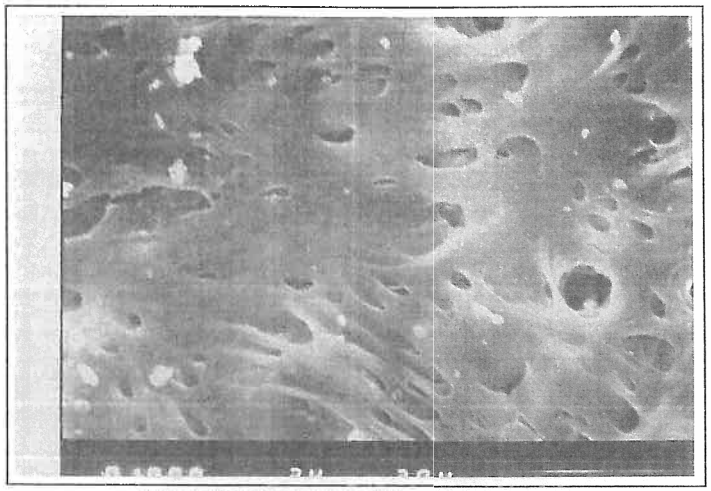

Abbildung 3: Wurzelkanalwand (Dentin) mit teilweiser Entfernung der Schmierschicht.

2.5 Dichtigkeitsprüfung

Zahlreiche Untersuchungen beschreiben verschiedene Techniken, wie die Dichtigkeit von Wurzelfüllmaterialien und -methoden zu bewerten und zu vergleichen sind. Die Dichtigkeitsprüfung dient dem Zweck, festzustellen, in wieweit eine mit einem Marker (Farbstoff, radioaktive Substanzen, etc.) versehene Flüssigkeit in den Spaltraum zwischen Füllung und Zahnhartsubstanz eindringen kann oder wieviel Flüssigkeit durch diesen Spalt dringt.

Die Messung der Dichtigkeit kann mit verschiedenen Methoden durchgeführt werden:

1. Farbstoffpenetrationstest.
2. Penetration radioaktiver Lösungen.
3. Elektrochemisches Verfahren.
4. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen.

Eine kurze Beschreibung erfolgt für die in der heutigen Zeit wichtigsten und am häufigsten angewandten Methoden über Dichtigkeitsstudien.

2.5.1 Farbstoffpenetrationstest

Dieser Test ist die meist angewandte Methode zur Dichtigkeitsuntersuchung von Wurzelfüllmaterialien. Zudem handelt es sich um ein relativ einfaches Verfahren. Als Farbstoffe werden z.B. Fluorescein, 50% $AgNO_3$, 5% Eosin, 0,2%Rodamina, Pelikan-Tinte, 1% Procoin Brillant grün, Methylrot und Black India Ink verwendet. Der am häufigsten benutzte Farbstoff in In-vitro Untersuchungen ist Methylen blau als wässrige Lösung in Konzentrationen von 0,1-5%. Bei dieser Methode werden die Zähne (nach ihrer Abdichtung mit einem Isoliermittel bis auf die apikalen 2 mm) in Farbstoff eingelegt. Die Dauer des Einlegens variiert von einem Tag bis zu einem Monat. Ausgewertet wird die längste Strecke der Farbstoffpenetration an Längsbrüchen oder Querschnitten von Zahnwurzeln über einem Lichtmikroskop. In dieser Studie wurde der Farbstoff Methylen blau verwendet, um die Dichtigkeit der Wurzelfüllmaterialien zu testen (ALHADAINY und HIMEL 1993, LEE et al. 1991, LIMKANGWALMONGKOL et al. 1991, PORTMAN und LUSSI 1994, VEIS et al. 1994).

2.5.1.1 Das Entkalkungsverfahren der Zähne zur Demonstration der Pulpa

Ein weiteres Verfahren zur Darstellung der Penetrationstiefe ist die Dekalzifizierung von Zähnen, um die Zahnwurzel bzw. Längs- oder Querschnitte im Lichtmikroskop zu untersuchen. Bei diesem Verfahren werden die Zähne für 48 Stunden in (10%) Formalin aufbewahrt. Um Sprünge in der Zahnhartsubstanz zu vermeiden, ist es notwendig, die Zähne fortwährend in Feuchtigkeit zu lagern (TAGGER et al. 1983).

Zu diesem Versuch sind drei Arbeitsgänge erforderlich: die Visualisation der Pulpa, die Entkalkung der Zähne und das Präservieren der Spezies.

Die Visualisation der Pulpa kann mit India ink durch zwei Methoden erreicht werden. Bei eröffneter Pulpa wird der Marker durch diese tropfenweise mit einem feinen endodontischen Instrument appliziert. Bei Erscheinen des Markers am apikalen Foramen ist der Prozeß beendet. Bei geschlossener Pulpa wird unter Verwendung einer dünnen Injektionsnadel Farbe in das apikale Foramen appliziert. Bei Austreten von India ink aus dem apikalen Foramen ist der Vorgang abgeschlossen.

Der Entkalkungsprozeß, der in der Regel 18-20 Tage dauert, kann nach vollständigem Trocknen der India ink beginnen. Die Zähne werden in 10%iger Salpetersäure eingelegt, um die organische Substanz aufzuweichen und aufzulösen. Danach werden die Zähne unter fließendem Wasser gereinigt. Zur Gewährleistung der Dehydration werden die Zähne in unterschiedlichen Konzentrationen von Alkohol gelagert (70%, 95% und 99,9% täglich).

Anschließend taucht man die Zähne in Methylsalicylat. Je nach Masse des Zahnes verbleiben die Zähne in der Lösung bis die notwendige Durchsichtigkeit erreicht wird. Die entkalkten Zähne werden entweder in Methylsalicylat oder in einem sogenannten Bio-Plastik (Polyester resin) konserviert.

Ziel einer solchen Entkalkungsmethode, die sehr zeitaufwendig ist, ist z.B. auch die Relation zwischen Pulpahörnern und konservierenden Maßnahmen aufzuzeigen (Kavitätenpräparation und das Setzen von Parapulpärenstiften), als auch Veränderungen bezüglich Foramen und Durchmesser der Wurzelkanäle darzulegen (TAGGER 1976). India ink oder Procoin Brillant grün bewährten sich als bestgeeignetes Kontrastmittel, da Methylen blau wegen seiner Unverträglichkeit mit Methylsalicylat falsche Ergebnisse erbrachte.

2.5.2 Penetration radioaktiver Lösungen

Diese Methode stützt sich auf die Bestimmung der Flüssigkeitspassage radioaktiv markierter Lösungen in den Spalten undichter Wurzelfüllungen. Die Zähne werden

(nach ihrer Isolierung bis auf das apikale Foramen) für zwei Stunden in eine radioaktive Lösung eingebracht. Verwendet werden Radioisotope, wie z.B. ^{45}Ca als $CaCl_2$, ^{14}C, ^{125}I, ^{14}C, ^{35}S als Na_2SO_4, ^{32}P als Na_3PO_4, ^{3}H-Glucose, ^{22}Na als NaCl. Nach ihrer Lagerung werden die Zähne längs oder quer in Scheiben geteilt und radiographisch ausgewertet (JACOBSON et al.1987, KARTAL und DURMAZ 1990). Die Beurteilung in dieser Untersuchung erfolgt subjektiv. Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen sind somit nicht vergleichbar.

Der Vergleich zwischen dem Penetrationsvermögen von radioaktiven Substanzen und Methylen blau zeigt, daß Methylen blau tiefer als alle untersuchten radioaktiven Marker penetriert.

2.5.3 Elektrochemische Messung

Hier wird ein Stahlstab in den Wurzelkanal der Zähne nach ihrer Isolierung bis auf die apikalen 2-3 mm eingeführt. An diesem als Anode dienenden Stab wird ein Kupferdraht befestigt, mit dessen Hilfe die Verbindung zu einer Spannungsquelle hergestellt wird. Ein anderer rostfreier Stahlstab dient als Kathode in dieser galvanischen Zelle. Der Zahn wird in eine Elektrolytlösung eingetaucht. Sobald der Stab, der als Anode dient, in Kontakt mit der Lösung kommt, korrodiert er, wogegen der rostfreie Stab als Kathode fungiert und nicht korrodiert. Beide Drähte werden an eine Spannungsquelle angeschlossen. Die Undichtigkeit der Wurzelfüllung wird proportional mit der Größe des Stromflusses gemessen, da ein galvanischer Korrosionsstrom nur fließt, wenn durch Undichtigkeit der Wurzelfüllung Elektrolytlösung in den Kanal eindringt. Der Vorteil dieser Methode ist der geringe Aufwand und die einfache Weise, Meßwerte zu verschiedenen Zeitpunkten zu erhalten und die Dichtigkeit quantitativ zu messen. Als Nachteil ist zu sehen, daß evtl. Einflüsse von Wurzelfüllmaterialien und Dentin oder die Aggressivität der Elektrolytlösung zu falschen Aussagen führen könnten.
Die Messungen der Dichtigkeit auf elektrochemischen Weg korellieren mit den

Messungen durch Farbstoffe (Methylen blau) und durch radioaktive Substanzen ($CaCl_2$) (AMDITIS et al. 1992).

2.5.4 Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren

Diese Methode wird im Bereich der Endodontie zur Beurteilung der Kanaloberfläche nach verschiedenen Aufbereitungsmethoden, verschiedenen Spülungen, zur Beurteilung von Mikromorphologie von Wurzelfüllmaterialien und insbesondere von Wandständigkeitsuntersuchungen benützt. Bei dieser Beurteilungsmethode werden die Zähne nach dem Abfüllen für eine Woche in Kochsalzlösung gelagert. Danach werden die Zähne für das Rasterelektronenmikroskop präpariert. Das Präparieren erfolgt durch Schneiden mit einer Sägemaschine, was zu Ungenauigkeiten und Artifakten führen kann. Dies passiert durch Erschüttern und Verschmieren der Wurzelfüllmaterialien an der Sägegrenzfläche zum Füllmaterial/Dentin. Die entstandene Schmierschicht (durch Reibeffekt) an der o.g. Grenze kann mit Säure entfernt werden. Es muß darauf hingewiesen werden, daß dadurch die Materialien in Mitleidenschaft gezogen werden. Deshalb wird heute empfohlen, die Gefrierbruchtechnik anzuwenden. Die Präparate werden nach Einfräsen von "Sollbruchstellen" in flüssigem Stickstoff (-196°C) getaucht bis keine Blasen mehr auftreten. Dann werden die Zähne mit einer Furrer-Zange an ihren Sollbruchstellen in längs oder quer gebrochen. Diese Präparate werden für die Dichtigkeit bzw. Randständigkeit verwendet (OBERSCHACHTSIEK et al. 1985, PETSCHELT et al. 1985, SEN et al. 1996).

2.6 Dichtigkeitsuntersuchungsmethoden und deren Ergebnisse

Autor/Publik. Jahr	Thema	Materialien	Fülltechnik	Dichtigkeitsprüfungs methode	Ergebnisse
Alhadainy H. and Himel V.: Oral Surg O. Med O. Path. 1993	Evaluation of the sealing ability of Amalgam, Cavit and GIC in the repair of furcation perforations	Amalgam, Cavit® und lichthärtender GIZ	Kavitäten Präparation	Farbstoffpenetration: Erythrosin 2%	Der lichthärtende Glasionomer Zement zeigte die geringste Penetrationstiefe.
Amditis C., Blackler SM., Bryant RW. and Hewitt GH.: Aust. Dent. J. 1992	The adaptation achieved by four root canal filling techniques as assessed by three methods	Dental bonding	laterale Kondensation, McSpadden, ultrasonic und thermoplastische Injektion	Elektrochemische Messungsmethode	Die laterale Kondensation zeigte die besseren Resultate.
Barry GN, Heyman RA. and Elias A.: Oral Surg. 1975	Comparison of apical sealing methods	Nicht erwähnt	Guttaperchafüllmetho-den retrograde Amalgamfüllung und retrograde Durelonfüllung	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	Guttaperchawurzelfüll-ungen zeigten die besseren Ergebnisse.
Bramwell D. and Hicks M.L.: J. Of Endo. 1986	Sealing ability of four retrofilling techniques	Biobond® und Durelon®	Guttaperchafüllmetho-den retrograde Amalgamfüllung	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	Guttaperchawurzelfüll-ungen zeigten die besseren Ergebnisse.
Deegee A.G., Wu M.K. and Wesselink P.R.: Int. Endo. J. 1994	Sealing properties of Ketac-Endo and AH26 root canal sealer	AH26® und Ketac-Endo®	Zementieren des Sealer in zylinderförmig präparierte "bovine" Zähne	Flüssigkeitstransport unter 120 kPa und 1.2 atm	Ketac-Endo® zeigte 15% Penetrationstiefe und AH26® 88%.

Dummer P.M.H., Lyle L., Rawle J. and Kennedy J.K: Int. Endo. J. 1994	A lab. study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators	Nicht erwähnt	laterale Kondensation und thermoplastische Kondensation	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2.5%	Die thermoplastische Methode ist eine zufriedendstellende Alternative zur lateralen Kondensation.
Fogel B.B: Oral Surg. 1977	A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces	Adaptic®, AH26®, Cavit®, Durelon® und ZOE	laterale Kondensation mit Guttaperchastiften oder Silberstiften	Farbstoffpenetration: Methylen blau 0,25%	AH26® als Wurzelkanalsealer zeigte die geringste Farbstoffpenetration.
Grasser H., Barth H.-H und Auchter B.G.: Zahnärztliche Praxis. 1983	Untersuchungen zur Wandständigkeit und Dichte erstarrender Wurzelfüllungsmaterialien	Diaket®, Harvard Zement®, Endomethasone®, Gangraena®-Merz und N_2®-Sargenti	Alleinige Anwendung von Sealer ohne Wurzelkanalstifte	Rasterelektronen-mikroskopische Untersuchung	Gangraena- Merz® Paste wies hinsichtlich der Wandständigkeit die besten Ergebnisse auf.
Goldberg F., Massone E.J. and Artaza L.P.: J. Of E.do. 1995	Comparison of the sealing capacity of three Endodontic filling techniques	Tubli-seal®	laterale Kondensation, Trifecta Technik und die Kombination von lateraler Kondensationstechnik und die Success Fill Guttapercha Technik	Farbstoffpenetration: Black India ink und Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede ($p<0.05$) zwischen den verschiedenen Füiltechniken.
Holland R., Murata S.S., Dezan E. and Garlipp O.: J. Of Endo. 1996	Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxid gutta-percha point	Endomethasone®, Grossman® und ZOE	laterale Kondensation mit regulären Guttaperchastiften und Calciumhydroxid Guttaperchastiften	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	Statistisch gesehen zeigte die Calciumhydroxid Guttapercha geringere Farbstoffpenetration ($p<0.05$) als die reguläre Guttapercha.

Jacobson E.L., BeGole E.A., Vitkus D.D. and Daniel J.C.: J. Of Endo. 1987	An evaluation of two newly formulated calcium hydroxid cements: a leakage study	Roths®, Calciobiotic® RCS und Sealapex®	laterale Kondensationstechnik	Radioisotops: (^{3}H) uridine	Die Wurzelkanalsealer zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede.
Jacobson E.L. and Shugars K.A.: J. Of Endo. 1990	Sealing efficacy of a zink oxid eugenol cement, a cyanoacrylate, and a cavity varnish used as root canal cements	ZOE, Cyanoacrylate® und Cavity varnish	laterale Kondensationstechnik	Farbstoffpenetration: Methylen blau 1%	Zinkoxid-Eugenol Zement zeigte weniger Farbstoffpenetration als die anderen Materialien.
Kartal N. and Durmaz V.: J. Of Marmara, Univ. Dent. Fac. 1990	Evaluation of the apical leakage of isobutyl cyanoacrylate when used as a root canal sealent	Isobutyl Cyanoacrylate®	laterale Kondensationstechnik	Radioisotops: ^{131}I	Das Untersuchungs-material zeigte keine Farbstoffpenetration.
Kuhre A.N. and Kessler J.R.: J. Of Endo. 1993	Effect of moisture on the apical seal of laterally condensed gutta-percha	Nicht erwähnt	laterale Kondensationstechnik	Farbstoffpenetration: India ink und Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.
Lee S.J., LeeC. S. and Strittmatter E.J.: Endo. Dent. Traumatol. 1991	An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation	Ultraschall- und Handaufbereitungs-instrumente	Keine Angaben	Farbstoffpenetration: Methylen blau	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Aufbereitungs-techniken.

Limkangwalmongkol S., Abbott P.V. and Sandler A.B.: J. Of Endo. 1992	Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longintudinal sectioning	Apexit®, Sealapex®, Tubli-seal® und AH26®	laterale Kondensationstechnik	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	AH26® zeigte die geringste Farbstoffpenetration im Vergleich zu den anderen Versuchsmaterialien.
Limkangwalmongkol S. Burtscher P., Abbott P.V., Sandler A.B. and Bishop B:M:: J. Of Endo. 1991	A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha	Apexit®, Sealapex®, Tubli-seal® und AH26®	laterale Kondensationstechnik	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	AH26® zeigte eine geringere Farbstoffpenetration im Vergleich zu den anderen Materialien.
Luccy T.C., Weller R.N. and Kulild J.C.: J. Of Endo. 1990	An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques	Ein Sealer (unbekannt)	laterale Kondensation und zwei Techniken der erwärmten Guttapercha	Farbstoffpenetration: India ink und Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Techniken.
Mann Sh.R. and McWalter G.M.: J. Of Endo. 1987	Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha	Roths® Sealer	laterale Kondensation und die thermoplastische Kondensation der Guttapercha	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2%	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Techniken.
Oberschachtsiek H. und Petschelt A.: Dtsch. Zahnärztliche Z. 1985	Einfluß verschiedener Techniken und Materialien auf Wandständigkeit und Homogenität von Wurzelfüllungen	Diaket®, AH26®, Aptal-Harz-Chloropercha®, Tubli-seal®, Endomethasone® und N®	laterale Kondensation, McSpadden-Technik und die Zentralstifttechnik	Rasterelektronen-mikroskopische Untersuchung	Die besten Ergebnisse zeigte die McSpadden Technik. Danach erfolgte die laterale Kondensation und zuletzt die Zentralstifttechnik.

Oguntebi B.R. and Shen C.: J. Of Endo. 1992	Effect of different sealers on thermoplasticized Gutta-percha root canal filling	Roths® Type 1 Zement, AH26®, Lee Endofil®, Ketac-Cem® und Seal-apex®	Technik der erwärmten Guttapercha: thermoplastische Kondensation der Guttapercha	Farbstoffpenetration: Methenamine	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Materialien.
Petschelt A. und Oberschachtsiek H.: Dtsch. Zahnärztliche Z. 1085	Wandständigkeit verschiedener Wurzelfüllmaterialien bei Zentralstifttechnik	Diaket®, AH26®, Tubli-Seal®, N_2®, Ketac-Cem®, Harvard® Zement, Aptal-Harz-Chloropercha® und Endomethasone®	Zentralstifttechnik	Rasterelektronen-mikroskopische Untersuchung	Diaket®, AH26®, Harvard® und Ketac-Cem® zeigten die beste Dichtigkeit und Wandständigkeit im Vergleich zu den anderen Materialien.
Portmann P. and Lussi A.: J. Of Endo. 1994	A comparison between a new vacuum obturation technique and lateral condensation	AH26®	laterale Kondensationstechnik und Zentralstifttechnik in einem vacuumfreien Kanal	Farbstoffpenetration: India ink	Die Vacuum Fülltechnik zeigte geringere Farbstoffpenetration als die laterale Kondensation.
Roth S.: Aust. Dent. J. 1991	A lab. Study of GIC as a retrograde root filling material	GIC (unbekannt)	Keine Angaben	Farbstoffpenetration: Eosin Rasterelektronen-mikroskopische Untersuchung	GIZ kann als Alternative verwendet werden für retrograde Wurzelfüllungen.
Saunders W.P. und Saunders E.M.: Int. Endo. J. 1992	The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a GIC	Tubli-seal® und Vitrebond®	laterale Kondensation	Farbstoffpenetration: India ink Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Bessere Dichtigkeit zeigten die Wurzelfüllungen nach Entfernung der Schmierschicht.

Sen B.H., Piskin B. and Baran N.: Int. Endo. J. 1996	The effect of tubular penetration of root canal sealer on dye mikroleakage	Diaket®, Endomethasone®, CRCS® und Ketac-Endo®	Zentralstifttechnik	Farbstoffpenetration: India ink Rasterelektronen-mikroskopische Untersuchung	Diaket® als Sealer zeigte die beste Dichtigkeit.
Sleder F.S., Ludlow M.O. and Bohacek J.R.: J. Of Endo. 1991	Long term sealing ability of a calcium hydroxide sealer	Tubli-seal® und Sealapex®	keine Angaben	Farbstoffpenetration: India ink Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungs-materialien.
Smith M.A. and Steiman H.R.: J. Of Endo. 1994	An in vitro evaluation of mikroleakage of two new and two old root canal sealers	Ketac-Endo® Tubli-seal® (alte und neue Formula) und Roths® sealer	laterale Kondensation	Farbstoffpenetration: India ink Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Ketak- Endo® zeigte die schlechtesten Ergebnisse hinsichtlich der Dichtigkeit.
Starkey D.L., Anderson L.W. and Pashley D.H.: J. Of Endo. 1993	An evaluation of the effect of Methylene blue dye pH on apikal leakage	temporäre Wurzelkanalfüllungen	laterale Kondensation	Farbstoffpenetration: Methylen blau mit einem pH wert von 1,2,3 und 5%	Die besten Dichtigkeitsergebnisse zeigten sich mit einem pH Wert von 2%.
Tagger M., Tamse A. and Katz A.: Oral Surg. 1983	Efficacy of apical seal of engine plugger condensed root canal fillings-leakage to dyes	AH26®	laterale Kondensation und McSpadden Technik mit einem motorisierten Plugger	Farbstoffpenetration: Procion Brillant Grün Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Techniken, wenn ein Sealer verwendet wird.
Veis A.A., Molyvdas I.A., Lambrianidis T.P. and Beltes P.G.: Int. Endo. J. 1994	In vitro evaluation of apical leakage of root canal fillings after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta-percha	Keine Angaben	laterale Kondensation und McSpadden Technik	Farbstoffpenetration: India ink	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Techniken.

Wieman A.H. and Wilcox A.R.: J of Endo. 1991	In vitro evaluation of four methods of sealer placement	AH26® wurde in den Kanal mit einer File, Lentulo Spirale, Ultraschall File oder Master Guttaperchastift eingebracht	laterale Kondensation	Dekalzifizierung mit Methylsalicylat	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Methoden, in denen der Sealer in den Kanal eingeführt wird.
Wu M.K., DeGee A.J. and Wesselink P.R.: Int. Endo. J. 1994	Fluid transport and dye penetration along root canal fillings	AH26®	Zentralstifttechnik	Farbstoffpenetration: Methylen blau 2% Flüssigkeitstransport unter 10 kPa und 0,1 atm.	Flüssigkeitstransport unter niedrigem Druck zeigt effizientere Dichtigkeits-ergebnisse als durch Farbstoffpenetration.
Yared H.M. and Dagher F.B.: J. Of Endo. 1996	Sealing ability of the vertical condensation with different root canal sealers	AH26®, Roths® und Kerr® Pulp Canal Sealer	vertikale Kondensationstechnik	Druckabhängiger Flüssigkeitstransport	KPCS zeigte bessere Dichtigkeit der Wurzelfüllung im Vergleich zu den anderen Materialien.
Zidan O., Alkhatib O. and Gomez- Marin O.: Int. Endo. J. 1987	Obturation of root canals using the single cone gutta-percha technique and dentinal bonding agents	Scotchbond®, Restodent®, Dentin-Adhesive® und GLUMA®	Zentralstifttechnik	Farbstoffpenetration: Methylen blau	Scotchbond zeigte die bessere Dichtigkeit. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen der lateralen Kondensation und der Einstiftmethode bei Verwendung von Scotchbond.

Zmener O.: Int. Endo. J. 1987	Evaluation of the apical seal obtained with two calcium hydroxide based endodontic sealers	Sealapex®, Tubli-seal® und CRCS®	laterale Kondensation	Farbstoffpenetration: Methylen blau 5%	Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Materialien bezüglich Dichtigkeit.

3 Eigene Untersuchung

3.1 Material und Methode

Auf der Grundlage einer Literaturübersicht wurde für die Zielsetzung der Arbeit folgende Methodik zugrunde gelegt.

Für die Untersuchung wurden 100 Unter- und Oberkieferfrontzähne sowie einwurzlige Prämolaren ausgewählt. Diese wurden nach der Extraktion und Säuberung von Weichteilgewebe in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Die Zähne wurden einer Röntgenkontrolle unterzogen, um radiologisch sichtbare Wurzelkanalkrümmungen und -obliterationen sowie mehr als einen Kanal der Wurzel auszuschließen. Während der Bearbeitung wurden die Zähne mit einem feuchten Tupfer gehalten, um ein Austrocknen zu vermeiden.

3.1.1 Trepanation und Darstellung der Wurzelkanaleingänge

Bei den Zähnen wurden entsprechend einer Vitalextirpation einheitliche Trepanationsöffnungen präpariert. Diese Öffnungen wurden mit einem 8mm langen, zylindrischen Diamanten mit einer Turbine angelegt. War nach vollständigem Ausnutzen der Diamantenlänge noch immer kein Kanaleingang sondierbar, wurde dieser Zahn verworfen. Nach Darstellung und Erweiterung des Wurzelkanaleingangs wurde mit einem KERR-Räumer ISO-Grösse 10-15 geprüft, ob der Kanal durchgängig ist (Instrument am Apex sichtbar).

3.1.2 Aufbereitung, Spülung und Trocknen der Wurzelkanäle

Die Aufbereitung der trepanierten Zähne erfolgte bei der lateralen Kondensation nach der Step-back-Technik mit KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen, die

Wurzelkanäle wurden bis ISO-Größe 60 mit KERR-Räumern nach der Quarter turn-Methode aufbereitet, während bei der Zentralstifttechnik die sogenannte standardisierte Aufbereitung vorgenommen wurde, in dem der Kanal bis ISO-Größe 60 mit KERR-Räumern auf die volle Arbeitslänge aufbereitet wurde. Ab ISO-Größe 30 erfolgte nach jeder Aufbereitung mit dem KERR-Räumer eine Spülung mit Zitronensäure (11%) gefolgt von 30s. Spülung mit 1ml H_2O_2 (3%) und 30s. Spülung mit 1ml NaOCl (5,25%). Nach der Aufbereitung mit den KERR-Räumern wurden die Kanäle mit HEDSTRÖM-Feilen ISO-Größe 30 erweitert. Danach erfolgte wieder eine Spülung mit Zitronensäure (11%) gefolgt von je 30s. eine Wechselspülung mit 1ml H_2O_2 (3%) und 1ml NaOCl (5,25%). Die im Kanal verbliebene Flüssigkeit wurde mit einer Kanüle abgesaugt. Vor dem Abfüllen wurden die Wurzelkanäle, die nach der Step-back-Technik aufbereitet wurden mit Papierspitzen der ISO-Größe 35 getrocknet. ISO-Größe 55 Papierspitzen wurden bei der standardisierten Aufbereitungsmethode zum Trocknen der Wurzelkanäle verwendet. Für das komplette Trocknen des Wurzelkanals eines Zahnes wurden 4-5 Papierspitzen benötigt. Anschließend erfolgte die Füllung dieser Kanäle.

3.1.3 Abfüllen des Wurzelkanals

Diaket®	ESPE GmbH& Co
AH26®	DeTrey Dentsply
AH Plus®	DeTrey Dentsply
Apexit®	Vivadent Dental GmbH

Tab.1: **Die verwendeten Wurzelfüllmaterialien**

Die Zähne wurden in Gruppen von je 20 Zähnen aufgeteilt und einzeln kodiert. Die Kodierung erfolgte mit Hilfe eines spitzen Diamanten, mit dem die Codenummer in den Bereich der Schmelzkrone geschliffen wurde. Bei der sonst zufälligen Verteilung der Zähne auf die verschiedenen Gruppen wurde darauf geachtet, daß die einzelnen Zahngruppen gleichmäßig auf die Versuchsgruppen verteilt waren (Tab.2). Auf diese Weise sollte gewährleistet werden, daß in jeder Gruppe gleiche Voraussetzungen

hinsichtlich anatomischer Variablen der verschiedenen Zahngruppen vorlagen. Jedem Material wurden 20 Zähne zugeteilt. Je 10 Zähne wurden mit der Zentralstifttechnik, bzw. gemäß der lateralen Kondensationstechnik abgefüllt. Nach dem Abfüllen wurden Röntgenkontrollaufnahmen gemacht.

Die Füllungsmaterialien wurden nach Vorschrift des Herstellers angemischt. Bei AH26® konnte eine Masse auf einer Glasplatte angerührt werden, die das Abfüllen von ca. 10 Zähnen erlaubte. Volumenmäßig wurde zwei- bis dreimal soviel Pulver wie Harz auf einer dünnen Glasplatte vorbereitet und mit einem sauberen Metallspatel miteinander vermengt. Da das Material AH26® die Eigenschaft besitzt, bei leichter Erwärmung dünnflüssiger zu werden, war es möglich, eine größere Menge anzumischen. AH26® erhärtet bei Körpertemperatur innerhalb von 36-48 Stunden. Bei Zimmertemperatur von 20°C benötigt die Abbindung 5-7 Tage.

Bei Diaket® konnte ebenfalls eine größere Menge auf einer Glasplatte angemischt werden. Eine Portion reichte für 5-7 Zähne. Bei Diaket wurden zwei Tropfen Flüssigkeit mit einem Dosierlöffel Pulver gründlich vermengt. Die Verarbeitungszeit beträgt 6 Minuten, bindet im Kanal jedoch schneller ab.

Apexit® wird auf einem Papierblock angemischt. Das Zweikomponenten-Material wird im Verhältnis 1:1 angemischt. Apexit® bleibt bei mittlerer Feuchtigkeit und normaler Raumtemperatur relativ lange weich. Das Material ist sehr feuchtigkeitsabhängig. Die Aushärtungszeit liegt zwischen 3-5 Stunden. In sehr trockenen Kanälen kann die Aushärtung bis zu 10 Stunden betragen.

AH Plus® ist ein Zweikomponenten-Material (Paste A und Paste B), das im Verhältnis 1:1 auf einer Glasplatte mit einem Metallspatel angemischt werden soll. Die Verarbeitungszeit beträgt 4 Stunden bei 23°C und die Aushärtungszeit beträgt 8 Stunden bei 37°C.

Füllmaterial		Diaket®		AH26®		Apexit®		AH Plus®	
Fülltechnik		Z	L	Z	L	Z	L	Z	L
Zahn Nr.	1	UKF	OKF	OKF	UKF	OKF	UKF	UKF	OKF
	2	OKF	OKF	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF	OKF
	3	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF	UKF
	4	UKF	UKF	OKF	UKF	UKF	UKF	OKF	OKF
	5	OKF	Präm.	OKF	UKF	OKF	OKF	OKF	UKF
	6	OKF	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF
	7	Präm.	OKF	UKF	OKF	UKF	OKF	OKF	OKF
	8	UKF	UKF	UKF	OKF	UKF	OKF	UKF	UKF
	9	UKF	UKF	UKF	OKF	Präm.	Präm.	UKF	UKF
	10	Präm.	Präm.	UKF	OKF	Präm.	Präm.	UKF	UKF

Tab.2: Verteilung der einzelnen Zahntypen auf die Versuchsgruppen Z= Zentralstifttechnik, L= laterale Kondensation, OKF= Oberkieferfrontzahn, UKF= Unterkieferfrontzahn, Präm.= einwurzeliger Prämolar

Das Wurzelfüllmaterial wurde bei der Zentralstifttechnik mit Hilfe einer Lentulo-Förderspirale in den Kanal eingebracht. Frisches Material wurde aufgenommen und zum Benetzen der Kanalwand einrotiert. Der Guttaperchastift wurde ohne Sealer in den gefüllten Wurzelkanal eingebracht. Bei der lateralen Kondensationstechnik wurde der mit Sealer beschickte Masterpoint (ISO-Größe 35) in den Kanal geschoben. Weitere Stifte wurden nachgeschoben, nachdem mit Hilfe eines Fingerspreader Platz geschaffen worden war. Jeder Stift wurde mit Sealer beschickt. Die überstehenden Guttaperchastifte wurden mit einem heißen Heidemannspatel entfernt. Dann wurde die Trepanationsöffnung mit Alkohol gereinigt und mit Komposit (Pertac Hybrid^{R} - ESPE) unter Berücksichtigung der Säure-Ätz-Technik verschlossen. Die Zähne wurden nach dem Abfüllen für 48 Stunden bei 100% Luftfeuchtigkeit aufbewahrt, um ein vollständiges Abbinden der Füllmaterialien ohne Lösungsvorgänge zu gewährleisten. Vor der Weiterverarbeitung wurden die Zähne drei Wochen in physiologischer Kochsalzlösung mit Natriumazidzusatz (4g Na-Azid pro 1Liter Kochsalzlösung) bei 37^{0}C gelagert. Auf diese Weise sollte während des Abbindeprozesses eine möglichst

mundähnliche Umgebungsbedingung geschaffen werden.

3.1.4 Farbstoffpenetrationstest

Zur Vorbereitung für den Farbstoffpenetrationstest wurden die Zähne nach Trocknung der Oberfläche mehrmals in Nagellack eingetaucht, um eine Isolierschicht gegen ungewollten Farbstoffzutritt zu bilden.

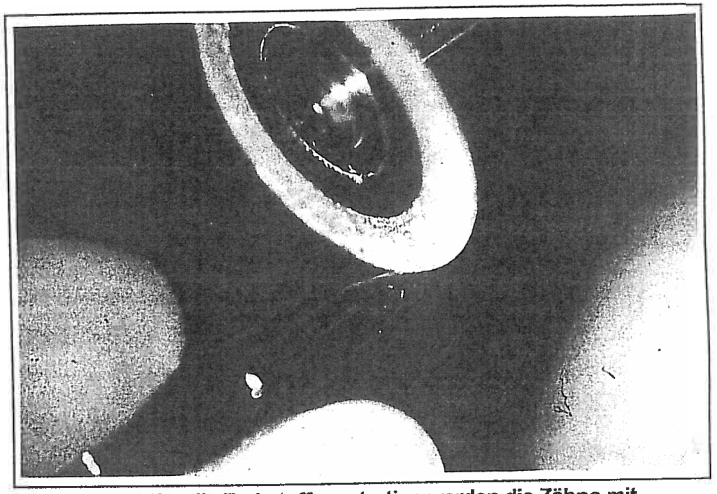

Abbildung 4: Für die Farbstoffpenetration werden die Zähne mit Nagellack isoliert. Der apikale Bereich wird mit einer Diamanttrennscheibe abgetrennt, um eine Penetration des Farbstoffmarkers zu ermöglichen.

Nach dem Aushärten der Lackschicht wurden die apikalen 2 mm des Zahnes mit einer Trennscheibe abgesetzt (Abb.4). In der vorliegenden Untersuchung wurde als Marker Methylen blau in wässriger Lösung (2g Methylen blau in 48g destilliertem Wasser) verwendet. Die Zähne wurden nach Gruppen getrennt je 1 Stunde in die Farbstofflösung eingelegt. Pro Gruppe wurden 50g Farbstofflösung benötigt. Nach

dem Färben wurden die Zähne solange unter fließendem Wasser abgespült, bis keine Blaufärbung des Wassers mehr zu erkennen war.

3.1.5 Vorbereitung und Durchführung der Zahnschnitte

Die Zähne wurden anschließend getrocknet und in einer Form aus dem Doubliermaterial Alpha Fil und Alpha Sil (Alpina) in Technovit 4004 (Kulzer) eingebettet (Abb.5). Beim Einbettvorgang wurde die Kodierung der Zähne auf die Acrylatform übertragen. Besonderer Wert wurde auf die senkrechte Orientierung der Zahnlängsachse innerhalb der rechteckigen Acrylatform gelegt. Hierzu wurde zunächst eine kleine Schicht Technovit in die Silikonhohlform eingebracht. Während des Abbindevorgangs wurden die Zähne mit der Krone in dem zähplastischen Acrylat fixiert und entsprechend orientiert. Die restliche Hohlform wurde mit Technovit 4004 aufgefüllt und im Drucktopf bei 55°C 10 Minuten auspolymerisiert.

Die nummerierten Klötzchen wurden dann mit einem 0,4 mm dicken Diamantsägeblatt in einer automatischen Säge (VARI CUT SAW VC-50/LECO) senkrecht zur Zahnlängsachse in Scheiben geschnitten (Abb.6). Als Kühlmittel wurde Wasser eingesetzt. Der Abstand der Schnitte betrug 1 mm. Aufgrund der Dicke des Sägeblattes konnte die Auswertung auf beiden Seiten eines Sägeschnittes erfolgen. Es ergaben sich dabei folgende Schichten: 0,6 mm - 1,0 mm - 1,6 mm - 2 mm....

Um eine Verwechslung der einzelnen Schichten nach dem Sägen zu vermeiden, wurde ein Dokumentationsbogen verwendet, der die Abfolge der Schnitte schematisch wiedergab. Die einzelnen Schnitte wurden an der entsprechenden Position mit Tesafilm auf den Dokumentationsbogen geklebt (Abb.7).

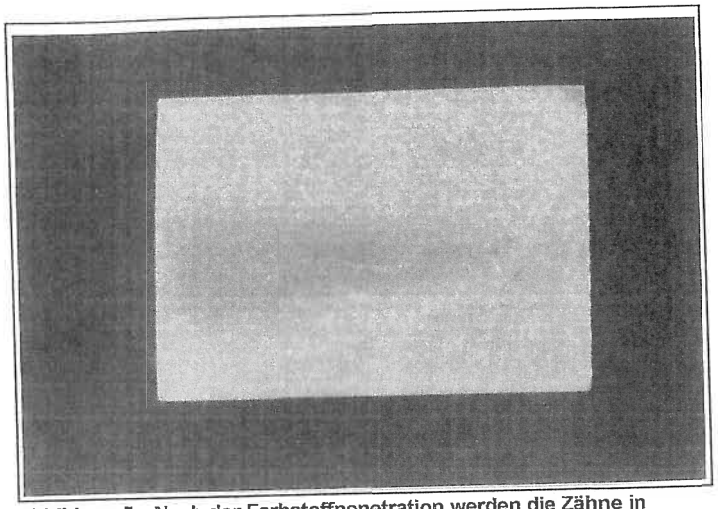

Abbildung 5: Nach der Farbstoffpenetration werden die Zähne in Technovit 4004 einpolymerisiert. Es wird besonders darauf geachtet, daß die Zahnachse in dem Kunststoffblock vertikal orientiert ist.

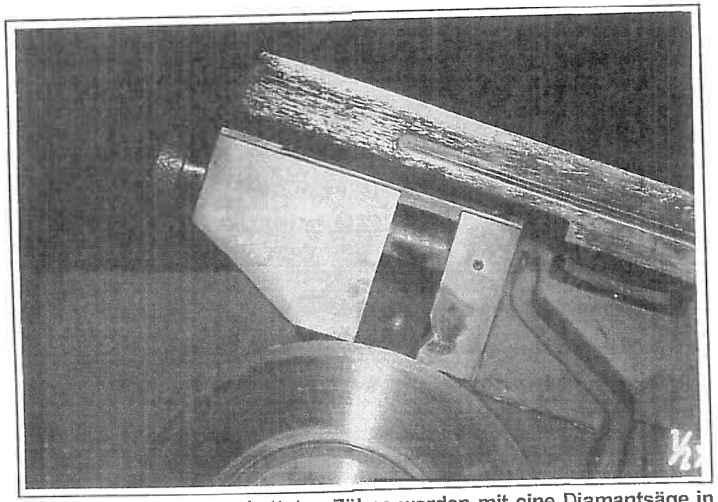

Abbildung 6: Die eingebetteten Zähne werden mit eine Diamantsäge in Scheiben konstanter Dicke geschnitten.

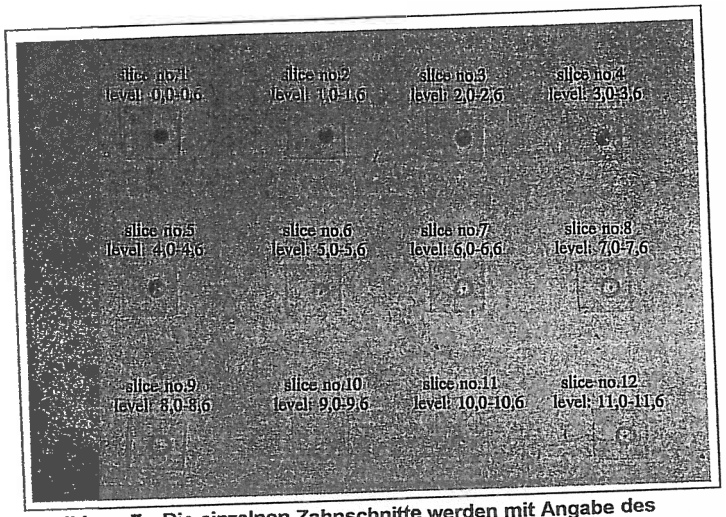

Abbildung 7: Die einzelnen Zahnschnitte werden mit Angabe des Schnittverlaufs auf einen Dokumentationsbogen geklebt, um ein Verwechseln der Schichten zu vermeiden.

3.1.6 Das Entkalkungsverfahren der Zähne zur Demonstration der Pulpa

Diese Methode wurde bei einzelnen Zähnen zusätzlich zur Querschnittdokumentation durchgeführt.

Die menschlichen ein- und mehrwurzligen Zähne wurden nach ihrer Reinigung in (10%) Formalin aufbewahrt, um Sprünge in der Zahnhartsubstanz zu vermeiden. Diese Zähne wurden dann zur Erweichung des Dentins in (11%) Salpetersäure und zur Austrocknung (Dehydration) in 70%, 95% und 99,9% Alkohol eingelegt; sie verblieben in diesen Konzentrationen für jeweils einen Tag. Danach wurden die Zähne für die Dekalzifizierung in Methylsalicylat eingetaucht. Der Entkalkungsprozeß dauerte ca. 2-3 Wochen.

3.2 Auswertung

3.2.1 Auswertung im Lichtmikroskop

Die Auswertung der Schnitte erfolgte unter dem Auflichtmikroskop (Zeiss Stemi SV 12) bei 50facher Vergrößerung.

Es wurden folgende Kriterien dokumentiert:

1. Penetration (ja/nein): sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite eines Schnittes.
2. Penetrationstiefe: Anhand der Schnittnummer und Schnittfläche wurde die Penetrationstiefe erfaßt. Gewertet wurde die letzte Schicht, bei der noch Farbstoff sichtbar war.
3. Kanalform (rund/oval; als oval wurden auch hantelförmige oder elliptische Kanäle bezeichnet)
4. Penetrationslokalisation:
   a. Farbstoff penetriert den Bereich zwischen Dentin und Wurzelfüllmaterial
   b. Dentin bzw. Wurzelfüllmaterial wurde zusätzlich infiltriert.
5. Ausmaß der Färbung an der Kanalwand. Die Beurteilung orientierte sich an einer Einteilung des aufbereiteten Kanals in Quadranten.

3.2.2 Röntgenologische Auswertung

Anhand von Röntgenbildern wurde die Wandständigkeit der Wurzelfüllungen beurteilt. Zur dichotomen Variable "Blasen vorhanden" (ja/nein) wurden im Falle von Blasen, nur die Blasen registriert, die einen Durchmesser mehr als 1 mm zeigten. Gemäß unserer Interpretation wurden Blasen während der Wurzelfüllung von außen in Form von Lufteinschlüssen in den Kanal eingebracht.

3.2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS/PC V. 4.0. Es wurde nur die Penetrationstiefe der verschiedenen Gruppen ausgewertet. Aufgrund der nicht normal verteilten Daten sowie der fehlenden Intervallskalierungen der Penetrationstiefe wurden Unterschiedshypothesen nicht-parametrisch getestet. Zum Vergleich mehrerer Gruppen wurde die Einwegrangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis und zum Vergleich zweier Gruppen wurde der U-Test nach Mann-Whitney herangezogen.

Zunächst wurde innerhalb eines Wurzelfüllmaterials die Frage bearbeitet, ob sich die beiden Wurzelkanalfülltechniken "Zentralstifttechnik" und "laterale Kondensation" hinsichtlich der Farbstoffpenetrationstiefe unterscheiden.

Als nächstes wurde mit Hilfe der Einwegrangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis geprüft, ob sich innerhalb einer Wurzelkanalfülltechnik die einzelnen Wurzelfüllmaterialien unterscheiden. Unter der Annahme der konkreten Fragestellung nach dem Unterschied zwischen zwei speziellen Füllmaterialien ist darüberhinaus ein paarweiser Vergleich mit Hilfe des U-Tests nach Mann-Whitney zulässig, der abschließend durchgeführt wurde.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Farbstoffpenetrationstiefe sind in Tab. 3 und Abb.10 zusammengestellt.

Füllmaterial	Diaket®		AH26®		Apexit®		AH Plus®	
Fülltechnik	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L
Zahn Nr. 1	5,0	7,6	5,6	4,6	2,6	3,6	1,6	3,6
2	0,6	1,6	3,0	6,6	8,6	1,6	2,6	4,6
3	2,6	0,6	2,6	5,6	8,6	2,6	0,6	0,6
4	4,6	3,6	9,6	3,6	5,6	6,6	1,6	3,0
5	2,6	7,6	0,6	4,6	1,6	0,6	0,6	0,6
6	4,0	7,0	6,6	1,6	8,6	3,6	0,6	1,6
7	8,0	0,6	5,6	5,6	6,6	3,6	2,6	2,6
8	5,6	1,6	0,6	0,6	5,6	5,6	1,6	1,6
9	3,6	1,6	1,6	5,6	6,6	1,6	1,6	1,6
10	0,6	2,6	2,6	4,6	9,6	2,6	0,6	3,6
X	3,7	3,4	3,6	3,7	6,8	2,7	1,3	2,3

Tab.3: Farbstoffpenetrationstiefe in mm
Z= Zentralstifttechnik, L= laterale Kondensation und X= Mittelwert

Abb. 8 und Abb. 9 zeigen jeweils ein Beispiel für eine dichte Wurzelkanalfüllung bei Verwendung der Zentralstifttechnik bzw. bei lateraler Kondensation.

Als Anhang A sind die Rohdaten der Farbstoffpenetration beigelegt. Die Rohdaten sind nach Wurzelfüllmaterial, Wurzelfülltechnik und Schnittnummer zum Bestimmen der Penetrationstiefe gegliedert. Pro Schnitt wird zusätzlich die Wurzelkanalform (= WK-Form), die Lokalisation der Farbstoffpenetration (= Penetrationsmuster) und das Ausmaß der zirkulären Färbung am Übergang zwischen Wurzelfüllmaterial und Dentin dokumentiert.

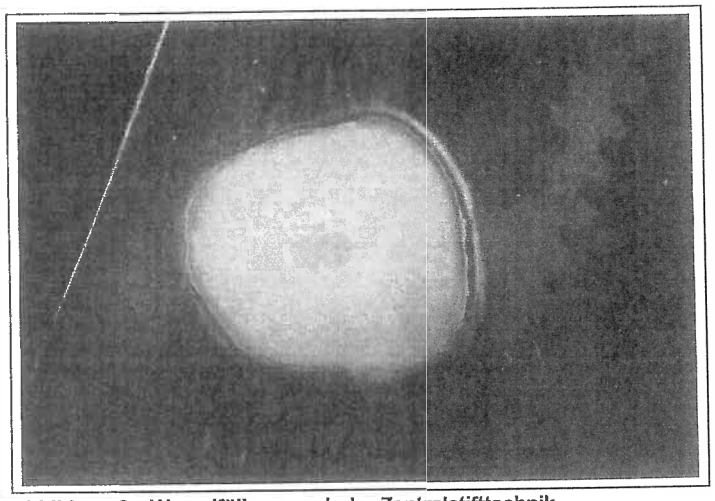

Abbildung 8: Wurzelfüllung nach der Zentralstifttechnik.

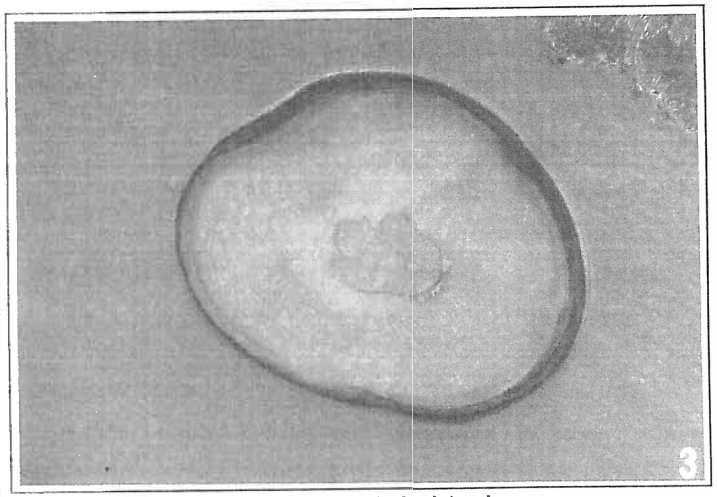

Abbildung 9: Wurzelkanalfüllung nach der lateralen Kondensationstechnik.

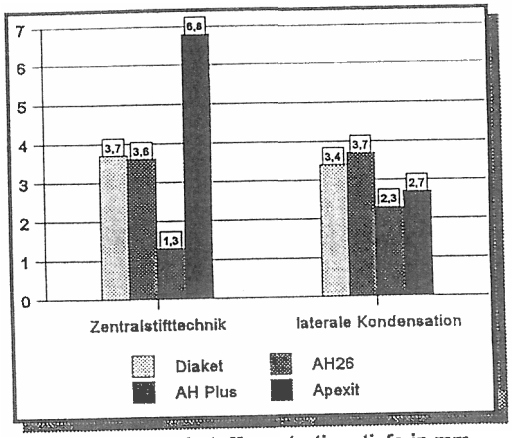

Abbildung 10: Farbstoffpenetrationstiefe in mm

In Anhang B sind die Ergebnisse für die Flächenvermessung der zirkulären Färbung dokumentiert. Hier wurde die Größe der Fläche vermessen, die mit Farbstoff infiltriert wurde (Abb. 11). Dies wurde durch eine Quadrantenverteilung erzielt (1/1, 3/4, 1/2 und 1/4) . In einer Tabellendarstellung (Tab.4 und Tab.5) werden die Anzahl der Schnitte, bei denen das entsprechende Penetrationsmuster beobachtet wurde, aufgeführt. Diese Darstellung bezieht sich auf die Fülltechnik (Abb. 13).

Material	Penetration nur zw. Wurzelfüllmaterial / Dentin	Penetration auch ins Dentin	Penetration auch ins Wurzelfüllmaterial	Gesamtzahl der penetrierten Schnitte
Diaket®	5	4	32	41
AH26®	14	18	10	42
Apexit®	22	18	23	63
AH Plus®	5	6	3	14

Tab.4: Penetrationsmusterverteilung nach der Zentralstiftfüllmethode

Material	Penetration nur zw. Wurzelfüllmaterial / Dentin	Penetration auch ins Dentin	Penetration auch ins Wurzelfüllmaterial	Gesamtzahl der penetrierten Schnitte
Diaket®	20	8	6	34
AH26®	23	13	7	43
Apexit®	12	9	3	24
AH Plus®	14	7	10	31

Tab.5: Penetrationsmusterverteilung nach der lateralen Kondensationsfüllmethode

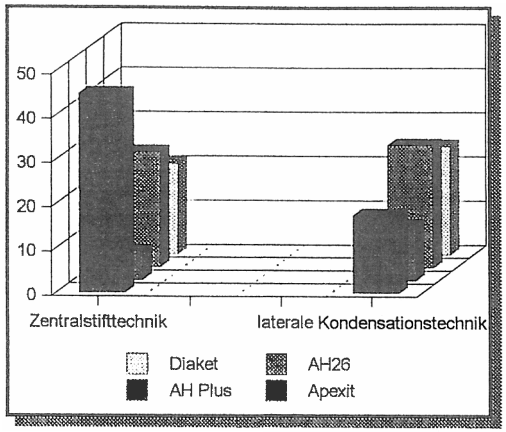

Abbildung11: Flächenvermessung der zirkulären Färbung

In Abb.12 ist ein Beispiel für Farbstoffpenetration zwischen Wurzelfüllmaterial und Dentin, in das Dentin und in das Wurzelfüllmaterial wiedergegeben.

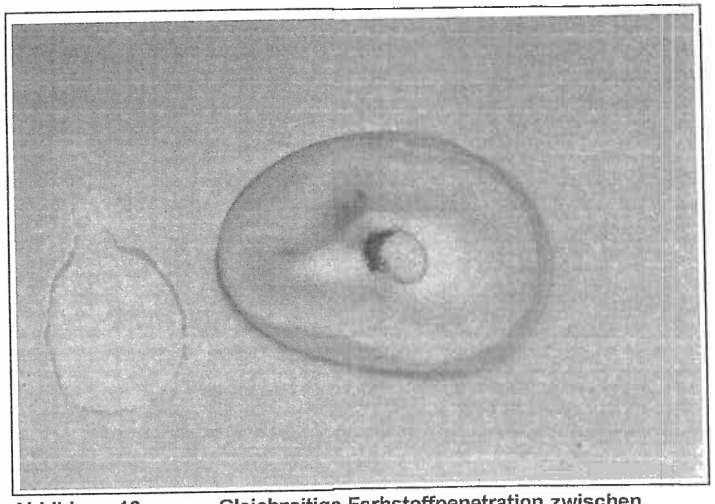

Abbildung 12: Gleichzeitige Farbstoffpenetration zwischen Wurzelfüllmaterial und Dentin, in das Dentin und in das Wurzelfüllmaterial.

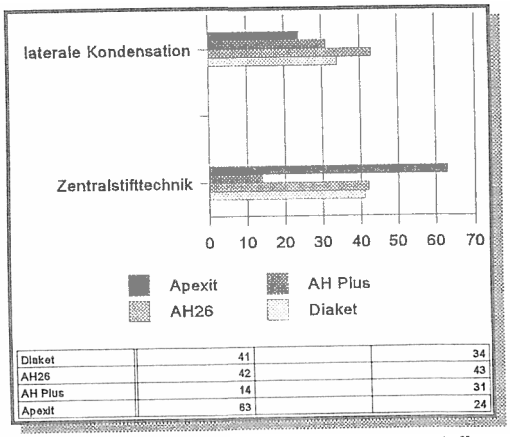

Abbildung 13: Penetrationsmusterverteilung nach der Zentralstifttechnik und der lateralen Kondensationstechnik

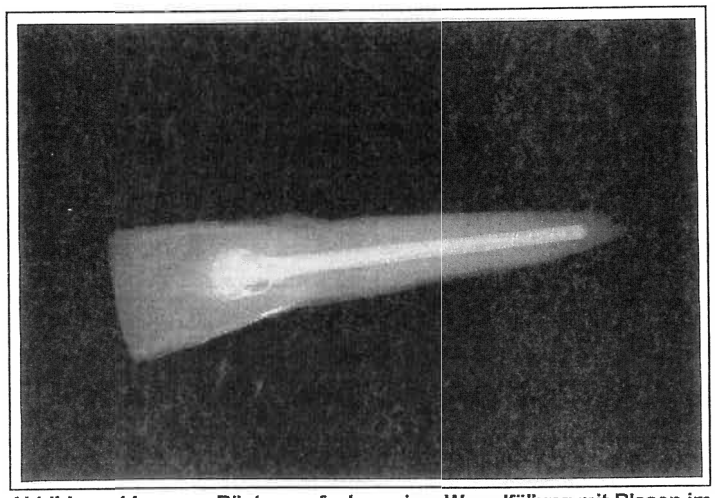

Abbildung 14: **Röntgenaufnahme einer Wurzelfüllung mit Blasen im apikalen Drittel.**

In Anhang C sind die Ergebnisse der röntgenologischen Auswertung der verschiedenen Zahngruppen aufgeführt. Es zeigt sich, daß die vernachlässigbare Anzahl von Blasen mit einem Durchmesser von mehr als 1 mm die Sorgfalt bei der Verarbeitung belegt. Abb.14 ist ein Beispiel für eine Wurzelfüllung mit Blasen im apikalen Drittel des Wurzelkanals.

Die statistische Auswertung zeigt, daß sich innerhalb eines Wurzelkanalfüllmaterials nur für Apexit® statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Zentralstifttechnik und der lateralen Kondensation ergeben. Bei den übrigen Materialien ist kein Unterschied der Summe der Rangpositionen zwischen den beiden Fülltechniken festzustellen, der signifikant wäre. Der Vergleich der verschiedenen Wurzelkanalfüllmaterialien bei Zähnen, die nach der Zentralstifttechnik versorgt wurden, zeigt, daß zwischen den Materialien höchst signifikante Unterschiede festzustellen sind. Bei den nach der lateralen Kondensation gefüllten Zähnen konnte kein Unterschied festgestellt werden.

Zur Identifikation der voneinander unterschiedlichen Materialkombinationen wurde der Einwegrangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis ein paarweiser U-Test nach Mann-Whitney nachgeschaltet (Tab.6).

Material 1	Material 2	Signifikanz
Diaket®	Apexit®	n.s.
Diaket®	AH26®	n.s.
Diaket®	AH Plus®	p<.05
Apexit®	AH26®	n.s.
Apexit®	AH Plus®	p<.01
AH26®	AH Plus®	p<.05

Tab.6: **Paarweiser Vergleich der unterschiedlichen Wurzelkanalfüllmaterialien mit Hilfe des U-Tests nach Mann-Whitney für die Zentralstifttechnik.**

Es zeigt sich, daß innerhalb der verschiedenen Kombinationen immer das Wurzelkanalfüllmaterial AH Plus® signifikant weniger Farbstoffpenetration erzielt. Während dieser Unterschied gegenüber Diaket® und AH26® auf dem 5%- Niveau zutrifft, ist der Unterschied im Vergleich zu Apexit® auf dem 1%- Niveau zu finden. Durch den ebenfalls paarweise durchgeführten Vergleich zwischen den einzelnen Materialien (bei der Gruppe der Zähne, die nach der lateralen Kondensation gefüllt worden waren) wurde die fehlende Signifikanz des Unterschiedes zwischen den Werkstoffen bestätigt.

5 Diskussion

Die Notwendigkeit eines dichten apikalen Verschlusses ist ein entscheidender Punkt für den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung. Ohne Zweifel ist die Kombination von Guttaperchastiften plus Sealer die beste Voraussetzung für eine optimale Abdichtung des Wurzelkanals (SCHÜRMANN und ROTGANS 1993). Um die Dichtigkeit zu messen, bieten sich einige Dichtigkeitsprüfungsmethoden an (siehe Dichtigkeitsprüfung S. 19).

Der Farbstoffpenetrationstest mit Methylen blau oder India ink hat sich bewährt. Bei diesem Test werden die Zähne nach dem Einlegen in den Farbstoffmarker in Kunststoff eingebettet und dann mit einer Sägemaschine in Längs- und Querschichten geschnitten. Die Penetrationstiefe dieser Schnitte wird unter dem Auflichtmikroskop gemessen. Weiterhin kann durch die Dekalzifizierung (Entkalkung) der Zahnhartsubstanz das Penetrationsmuster und die -tiefe beurteilt werden. Diese beiden Methoden finden bei Dichtigkeitsstudien am häufigsten Anwendung.

Farbstoffpenetration in den Wurzelkanal kann auf vier verschiedene Möglichkeiten zurückzuführen sein. Zum einen kann der Farbstoffmarker zwischen dem Wurzelfüllmaterial und der Wurzelkanalwand via Apex eindringen. Darüberhinaus kann eine Infilteration in das Wurzelfüllmaterial selbst stattfinden. Weiter kann über akzessorische Kanäle durch den Wurzelzement und über die koronale Zugangskavität Farbstoff in den Wurzelkanal gelangen.

In der vorliegenden Untersuchung wiesen die Zähne überwiegend Farbstoffpenetration über den Apex zwischen Wurzelkanalwand und Wurzelfüllmaterial auf. Eine Infiltration des Wurzelfüllmaterials wurde nur gelegentlich beobachtet (siehe Tab. 5). Durch eine adhesiv gelegte Kompositfüllung zum Verschluß der Zugangskavität wurde eine Färbung von koronal verhindert. Darüber hinaus konnte mit einer Nagellackschicht als Isoliermittel eine Penetration über akzessorische Kanäle ausgeschlossen werden.

Bei Betrachtung von Tab. 2 fällt auf, daß einzelne Zähne stark erhöhte Penetrationstiefen des Farbstoffes aufweisen. Der Vergleich zwischen Tab.1 und Tab. 2 zeigt, daß es sich bei diesen Zähnen überwiegend um Unterkieferfrontzähne oder Prämolaren handelt.

Diese Beobachtung läßt sich mit der Wurzelkanalanatomie dieser Zahngruppen erklären. Im Gegensatz zu den häufig runden Kanälen der Oberkieferfrontzähne weisen Unterkieferfrontzähne und Prämolaren meist ovale bzw. hantelförmige Wurzelkanäle auf (KARTAL et al. 1992). Diese Kanalformen sind schwieriger aufzubereiten als runde Kanäle. Aus diesem Grund ist es eher möglich, daß ein schmaler Rezessus des Wurzelkanals nicht vollständig aufbereitet wurde. Ebenso wie die Aufbereitung dieser Ausstülpungen schwierig ist, ist auch deren dichter Verschluß problematisch. In diesen Bereichen ist der Wurzelkanal nach dem Abfüllen weniger dicht und eine Farbstoffmarkierung kann über Hohlräume rasch in apexfernen Bereichen zu beobachten sein (PARRIS et al. 1994). Diese Art der Penetration wird vom jeweiligen Wurzelfüllmaterial meist wenig beeinflußt. Man würde allerdings erwarten, daß in diesen Fällen die Wurzelfülltechnik "laterale Kondensation" gegenüber der "Zentralstifttechnik" deutliche Vorteile aufweisen sollte.

Die Tatsache, daß bei den vorliegenden Ergebnissen nur Apexit® einen signifikanten Unterschied zu ungunsten der Zentralstifttechnik ergab (siehe Tab. 6), kann mit einem guten Anfließverhalten der restlichen Wurzelfüllmaterialien beim Abfüllen der Wurzelkanäle erklärt werden. Der Einfluß der Rheologie (Tab. 7) wird durch die unterschiedlichen Farbstoffpenetrationstiefen der verschiedenen Materialien deutlich erkennbar.

Die erste Charge eines neuentwickelten Wurzelfüllmaterials codiert mit K77 erbrachte schlechte Dichtigkeitsergebnisse (6,5 mm) und kristallisierte sich binnen weniger Minuten nach dem Anmischen. Nach einer Weiterentwicklung dieses Materials (bei Fa. DeTrey Dentsply) und Änderung der Fließrate (>20 mm) wurde es als AH Plus® in den Markt eingeführt. AH Plus® zeigte ein besseres Anfließverhalten und führte zu

guten Dichtigkeitsergebnissen (Zentralstifttechnik 1,3 mm und laterale Kondensationstechnik 2,3 mm).

Die fehlenden Unterschiede zwischen allen Wurzelfüllmaterialien bei der Wurzelkanalfülltechnik "laterale Kondensation" kann man mit der geringen Sealermenge bei Anwendung dieser Technik erklären. Entsprechend den Vorgaben bei der lateralen Kondensation dominiert hier eindeutig der Einfluß der Guttapercha über den Einfluß des Sealer, der volumenmäßig nur wenige Prozente des Wurzelkanals ausfüllen darf.

Physikalische Eigenschaften	AH26®	AH Plus®	Diaket®	Apexit®
Filmdicke (µm)	29	13	12	12-18
Fließwert (mm)	48	45	23	-
Schrumpfung (Vol.%)	1,46	1,0	-	-
Röntgensichtbarkeit (mm Al)	9	12	330	300
Löslichkeit (%)	0,63	0,40	-	0,5-0,7
Abbindezeit (h)	36-48	8	-	> 1

Tab. 7: **Physikalische Eigenschaften der Wurzelkanalfüllmaterialien gemäß "ISO 6876 root canal filling materials"**

Die Frage der Entfernung der Schmierschicht ist bis heute noch in der Literatur umstritten. Vorteil einer Schmierschicht ist, die Anzahl der penetrierenden Bakterien in die Dentintubuli zu vermindern. Der Nachteil einer Schmierschicht ist die verringerte Haftung des Wurzelkanalsealer an der Kanalwand. Doch die Entfernung der Schmierschicht führt zur besseren Dichtigkeit der Wurzelfüllung durch die günstigere Anlagerung des Materials an der Kanalwand und das Eindringen von Sealer in die Dentintubuli.

Aufgrund des starken Einflusses der anatomischen Form auf die Penetrationstiefe

stellt sich die Frage, ob die Tiefe der Farbstoffpenetration ein valides Maß zum Vergleich von Wurzelfüllmaterialien ist. Eine Farbstoffmarkierung sollte nur bei schlechter Benetzung der Kanalwand durch das Füllmaterial oder durch eine starke Schrumpfung beim Abbindevorgang mit dadurch bedingtem Ablösen von der Kanalwand erfolgen. Unter der Annahme, daß ein großer Spaltraum zwischen Wurzelkanalfüllung und Wurzelkanalwand auch ein großes potentielles Bakterienreservoir darstellt, wäre ein weiteres Maß zum Vergleich der Wurzelfüllmaterialien die gefärbte Wurzelkanalfläche. Diese läßt sich dadurch bestimmen, daß innerhalb der einzelnen Schnittebenen die Länge der gefärbten Wurzelkanalwand bestimmt wird. Über eine lineare Interpolation zwischen den einzelnen Schichten kann die gefärbte Fläche berechnet werden.

In Vorversuchen hat sich gezeigt, daß die exakte metrische Bestimmung der penetrierten Wurzelkanalwand mittels Lichtmikroskop und Bildverarbeitung nicht möglich war. Neben der schwierigen Zuordnung der mikroskopischen Befunde überlagerten auch Abweichungen von der vertikalen Schnittführung durch geringe Neigung der Zähne nach dem Einbetten die Auswertung. Aus diesem Grund schien es ratsam, eine einfachere und aufgrund der geringeren Interpretationsschwierigkeiten zuverlässigere Flächenauswertung vorzunehmen. Dazu wurde die Wurzelkanalwand in Quadranten unterteilt und nur die Anzahl der Quadranten gewertet, in denen eine Farbstoffanlagerung festzustellen war. Die Einteilung der Quadranten erfolgte so, daß mit Beginn eines gefärbten Wandabschnittes auch ein Quadrant begonnen wurde. Durch einfache Addition aller gefärbten Quadranten eines Zahnes kann ein Index ermittelt werden, der den Vergleich verschiedener Wurzelfüllmaterialien anhand der gefärbten Wurzelkanalfläche ermöglicht. Anatomische Unterschiede zwischen einzelnen Zahngruppen könnte man in diesem Index durch eine zusätzliche Wichtung der Zahngruppen relativieren. Die Zahl der gefärbten Quadranten ist im Anhang B für jeden Zahn dokumentiert, so daß die für diese Auswertung erforderliche Information vorliegt.

Die zusätzliche röntgenologische Bewertung in Anhang C gab Hinweise auf die Blasenentwicklung im Sealer, verursacht durch unzureichendes Anmischen, Einbringen des Wurzelfüllmaterials in den Wurzelkanal mittels einer Lentulo-Förderspirale oder schlechtes Kondensieren der Guttaperchastifte. Abbindeschrumpfung im Wurzelkanal führt zu Spaltbildung zwischen Wurzelfüllmaterial und Wurzelkanalwand. Durch schlechte Benetzung der Wurzelkanalwand mit dem Sealer kann Blasen- oder Spaltbildung entstehen.

6 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Ein wichtiges Kriterium für eine erfolgreiche Wurzelkanalfüllung ist deren ausreichende Dichtigkeit. Darüberhinaus sind aber auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Sealer (z.B. die unkomplizierte Verarbeitung, die Möglichkeit der Applikation, das Entfernen aus dem Wurzelkanal, Radioopazität, Volumenbeständigkeit und Biokompatibilität) entscheidend. Ziel dieser Studie war, einen neu entwickelten Wurzelkanalsealer (AH Plus®) auf Epoxid-Amin-Polymer-Basis auf seine Dichtigkeit zu testen. Als Kontrollgruppen dienten folgende Materialien: AH26® auf Epoxid-Kunstharzbasis, Apexit® auf Calciumhydroxidbasis und Diaket® auf Kunstharzbasis. Im Gegensatz zu AH26® entsteht bei AH Plus® kein Formaldehyd beim Abbindevorgang. Anhand von 100 einwurzligen Zähnen, randomisiert verteilt auf zwei Aufbereitungs- und zwei Abfüllmethoden, wurde jedes Material auf Dichtigkeit geprüft. Bei der Step-back-Technik wurden die Zähne bis auf ISO-Größe 60 aufbereitet und nach der lateralen Kondensationstechnik abgefüllt. Bei der standardisierten Aufbereitungsmethode wurden die Zähne ebenfalls auf ISO-Größe 60 aufbereitet und nach der Einstiftfülltechnik abgefüllt. In allen Gruppen wurde die Spülung der Kanäle mit Zitronensäure (11 %) gefolgt von H_2O_2 (3 %) und NaOCl (5,25 %) durchgeführt. Vor dem Farbstoffpenetrationstest wurden die Zähne drei Wochen bei 37°C in den Wärmeschrank gelegt. Zur Beurteilung der Farbstoffpenetrationstiefe, des Penetrationsmusters, des Ausmaßes der zirkulären Färbung und der Kanalform wurden die Zähne in 0,6 mm dicke Scheiben geschnitten. Diese Schnitte wurden unter dem Lichtmikroskop ausgewertet. Die statistische Auswertung mit SPSS/PC belegte, daß zwischen den Wurzelkanalfüllmaterialien AH26®, AH Plus® und Diaket® weder bei der lateralen Kondensation noch bei der Zentralstifttechnik signifikante Unterschiede bestehen. Der Vergleich der verschiedenen Wurzelkanalfüllmaterialien bei Zähnen, die nach der Zentralstifttechnik versorgt wurden, zeigt, daß zwischen den Materialien höchst signifikante Unterschiede festzustellen sind. Bei den nach der lateralen Kondensation gefüllten Zähnen konnte kein Unterschied festgestellt werden. Beim paarweisen Vergleich der

unterschiedlichen Wurzelkanalfüllmaterialien mit Hilfe des U-Tests nach Mann-Whitney für die Zentralstifttechnik zeigte sich, daß innerhalb der verschiedenen Kombinationen das Wurzelfüllmaterial AH Plus® stets signifikant weniger Farbstoffpenetration aufwies und damit die besten Ergebnisse erzielte. Durch den ebenfalls paarweise durchgeführten Vergleich zwischen den einzelnen Materialien, bei dem die Zähne nach der lateralen Kondensation gefüllt wurden, wurde die fehlende Signifikanz des Unterschiedes zwischen den Werkstoffen bestätigt. Bei dem Wurzelfüllmaterial Apexit® jedoch zeigten sich signifikante Diskrepanzen zwischen der Zentralstifttechnik und der lateralen Kondensationstechnik, so daß bei diesem Material die Technik der lateralen Kondensation der Zentralstifttechnik zum Verschluß von Wurzelkanälen in allen Fällen vorzuziehen ist.

7 Literaturverzeichnis

1. Alhadainy, H.L. and Himel, V.T.: Evaluation of the sealing ability of amalgam, cavit and GIC in the repair of furcation perforations. Oral.Surg.Oral.Med.Oral.Path. 75, 362-366 (1993).

2. Alighamdi, A. and Wennberg, A.: Testing of sealing ability of endodontic filling materials. Endod.Dent.Traumatol. 10, 249-255 (1994).

3. Alomari, M.A.O., Dummer, P.M.H. and Newcombe, R.G.: Comparison of six files to prepare simulated root canals. Int.Endod.J. 25, 57-75 (1992).

4. Amditis, C., Blackler, S.M., Bryant, R.W. and Hewitt, G.H.: The adaptation achieved by four root canal filling techniques as assessed by three methods. Aust.Dent.J. 37, 439-444 (1992).

5. Baker, M.C., Ashrafi, S.H., Van Cura, J.E. and Remeikis, N.A.: Ultrasonic compared with hand instrumentation: A scanning electron microscope study. J.of Endod. 14, 435-437 (1988).

6. Barry, G.N., Heyman, R.A. and Elias, A.: Comparison of apical sealing methods. Oral Surg. 39, 806-811 (1975).

7. Barthel, C.R. , Losche, G.M., Zimmer, S. and Roulet, J.F.: Dye penetration in root canals filled with AH26 in different consistencies. J.of Endod. 20, 436-439 (1994).

8. Baumgartner, J.C. and Ibay, A.C.: The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. J.of Endod. 13, 47-51 (1987).

9. Baumgartner, J.C. and Cuenin, P.R.: Efficacy of several concentrations of

sodium hypochloride for root canal irrigation. J.of Endod. 18, 605-612 (1992).

10. Baumgartner, K.R. and Standford, C.: Tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. J.of Endod. 21, 613-615 (1995).

11. Baumgartner, K.R., Taylor, J. and Walton, R.: Canal adaptation and coronal leakage: Lateral condensation compared toThermafil. J.Am.Dent.Assoc. 126, 351-356 (1995).

12. Beer, R.: Die Guttaperchafüllung des gekrümmten Wurzelkanals. ZWR. 102, 413-420 (1993).

13. Bramwell, D. and Hicks, M.L.: Sealing ability of four retrofilling techniques. J.of Endod. 12, 95-99 (1986).

14. Briseno, B.M. and Sonnabend, E.: The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. Int.Endod.J. 24, 15-23 (1991).

15. Brown, D.C., Moore, K., Brown, C.E. and Newton, C.W.: An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. J.of Endo. 21, 587-591 (1995).

16. Cameron, J.A.: The choice of irrigant during hand instrumentation and ultrasonic irrigation of the root canal: SEM. Aust.Dent.J. 40, 85-90 (1995).

17. Camps, J.J. and Pertot, W.J.: Relationship between file size and stiffness of stainless steel instruments. Endod.and Dent. Traumat. 10, 260-263 (1994).

18. Chaves, E., Cox, C.F., Morrison, E. and Caffesse, R.: Die Wirkung von Zitronensäure auf parodontal erkrankte Wurzeloberflächen: eine In-vitro Studie

unter Anwendung der Elektronenmikroskopie. Int.J.für Parod. und Restaurative Zahnheilkunde 13, 185-189 (l993).

19. Chong, B.S.: Coronal leakage and treatment failure. J.of Endod. 21, 159-160 (1995).

20. Clifford, J.R.: Dreidimensionale Wurzelkanalfüllung: Grundlagen und Technik der vertikalen Kondensation erwärmter Guttapercha. Endodontie 1, 7-24 (1995).

21. Czonstkowsky, M., Wilson, E.G. and Holstein, F.A.: The smear layer in endodontics. Dent.Clin.North.Am. 34, 13-25 (1990).

22. De Gee, A.J., Wu, M.K. and Wesselink, P.R.: Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. Int.Endod.J. 27, 239-244 (1994).

23. Drake, D.R., Wiemann, A.H., Rivera, E.M. and Walton R.E.: Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. J.of Endod. 20, 78-82 (1994).

24. Dummer, P.M.H., Lyle, L., Rawle, J. and Kennedy J.K.: A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. Int.Endod.J. 27, 32-38 (1994).

25. Eldeeb, M.E. and Boraas J.C.: The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. Int.Endod.J. 18, 1-7 (1985).

26. Evans, J.T. and Simon, J.H.S.: Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. J.of Endod.12, 101-107 (1986).

27. Fogel, B.B.: A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces. Oral Surg. 43, 284-299 (1977).

28. Glaser, C.G., Goerig, A.C., Zislis, Th., Pugh, R.J. and Luciano, J.: Scanning electron microscopic evaluation of endosonic and hand instrumentation in the debridement of root canal system . Quint.Int. 20, 525-529 (1989).

29. Glosson, Ch.R., Haller, R.H., Brent Dove, S. and del Rio, C.E.: A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven and K-flex endodontic instruments. J.of Endod. 21, 146-150 (1995).

30. Goldberg, F., Massone, E.J.and Artaza, L.P.: Comparison of the sealing capacity of three endodontic filling techniques. J.of Endod. 21, 1-3 (1995).

31. Grasser, H., Barth, H.H. und Auchter, B.G.: Untersuchungen zur Wandständigkeit und Dichte erstarrender Wurzelfüllungsmaterialien. Zahnärztl.Praxis 6, 246-251 (1983).

32. Guignes, P., Faure, J. and Maurette, A.: Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability in situ. J.of Endod. 22, 60-65 (1996).

33. Gutierrez, J.H., Herrera, V.R., Berg, E.H., Villena, F. and Jofre, A.: The risk of intentional disolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 70, 96-108 (1990).

34. Gutmann, J.L.: Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. Int.Endod.J. 26, 87-92 (1993).

35. Haikel, Y. and Allemann, C.: Effectiveness of four methods for preparing root canals: A scanning electron microscopic evaluation. J.of Endod. 14, 340-345 (1988).

36. Holland, R., Murata, S.S., Dezan, E. and Garlipp, O.: Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. J.of Endod. 22, 71-72 (1996).

37. Hülsmann, M.: Die Wurzelkanalfüllung mit Silberstiften. Endodontie 4, 49-61 (1995).

38. Hülsmann, M. and Stryga, F.: Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. J.of Endod. 19, 141-145 (1993).

39. Jacobsen, E.L., BeGole, E.A., Vitkus, D.D. and Daniel J.C.: An Evaluation of two newly formulated calcium hydroxide cements: A leakage study. J.of Endod. 13, 164-169 (1987).

40. Jacobsen, E.L. and Shugars K.A.: Sealing efficacy of a zinc oxide-eugenol cement, a cyaboacrylate, and a cavity varnish used as root canal cements. J.of Endod. 16, 516-519 (1990).

41. Karagöz-Kücükay, I.: Root canal ramifications in mandibular incisors and efficacy of low-temperature injection thermoplasticized gutta-percha filling. J.of Endod. 20, 226-229 (1994).

42. Karagöz-Kücükay, I. and Bayirli, G.: An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. Int. Endod. J. 27, 87-93 (1994).

43. Kartal, N. and Durmaz, V.: Evaluation of the apical leakage of isobutyl cyanoacrylate when used as a root canal sealant. J.Marmara.Uni.Dent.Fac. 1, 31-33 (1990).

44. Kartal, N. and Yanikoglu F.C.: Root canal morphology of mandibular incisors. J.of Endod. 18, 562-564 (1992).

45. Kazemi, R.B., Safavi, K.E. and Spangberg, L.S.W.: Dimensional changes of endodontic sealers. Oral Med.Oral Pathol. 76, 766-771 (1993).

46. Kockapan, C.: Die Bedeutung der Schmierschicht bei der Wurzelkanalbehandlung - Eine Übersicht. Endodontie 1, 33-48 (1995).

47. Kolokuris, I., Arvanitoyannis, I., Blanshard, J.M. and Robinson, C.: Thermal analysis of commercial gutta-percha using different scanning calorimeter and dynamic mechanical thermal analysis . J.of Endod. 18, 4-9 (1992).

48. Kuhre, A. and Kessler R.J.: Effect of moisture on the apical seal of laterally condensed gutta-percha. J.of Endod. 19, 277-280 (1993).

49. Lee, S.J., Lee, C.S. and Strittmatter, E.J.: An in vitro comparison of root canal content extursion using ultrasonic and hand instrumentation. Endod.Dent.Traumatol. 7, 65-68 (1991).

50. Limkangwalmongkol, S., Abbott, P.V. and Sandler, A.B.: Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. J.of Endod. 18, 535-538 (1992).

51. Limkangwalmongkol, S., Burtscher, P., Abbott, P.V., Sandler, A.B. and Bishop, B.M.: A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. J.of Endod. 17, 495-497 (1991).

52. Luccy, C.T., Weller, R.N. and Kulild, J.C.: An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. J.of Endod. 16, 170-172 (1990).

53. Mann, S.R. and McWalter, G.M.: Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. J.of Endod. 13, 10-17 (1987).

54. Matsumoto, T., Nagai, T., Kazuhiko, I., Masato, I., Kawai, Y., Horiba, N., Sato, R. and Nakamura, H.: Factors affecting successful prognosis of root canal treatment. J.of Endod. 13, 239-241 (1987).

55. Mittal, M., Chandra, S. and Chandra Sh.: Comparative tissue toxicity evaluation of four endodontic sealers. J.of Endod. 21, 622-624 (1995).

56. Nikolaus, B.E., Wayman, B.E. and Encinas, E.: The bactericidal effect of citric acid and sodium hypochlorite on anaerobic bacteria. J.of Endod. 14, 31-33 (1988).

57. Oberschachtsiek, H. und Petschelt, A.: Einfluß verschiedener Techniken und Materialien auf Wandständigkeit und Homogenität von Wurzelfüllungen (REM-Untersuchung). Dtsch.Zahnärztl.Z. 40, 304-307 (1985).

58. Oguntebi, B.R. and Shen, C.: Effect of different sealers on thermoplasticized gutta-percha root canal obturations. J.of Endod. 18, 363-366 (1992)

59. Oksan, T., Aktener, B.O., Sen, B.H. and Tezel, H.: The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. Int.Endod.J. 26, 301-305 (1993).

60. Parris, J., Wilco, L. and Walton, R.: Effectiveness of apical clearing, histological and radiographical evaluation. J.of Endod. 20, 219-224 (1994).

61. Peschelt, A. und Oberschachtsiek, H.: Wandständigkeit verschiedener Wurzelfüllmaterialien bei Zentralstifttechnik (REM-Untersuchung). Dtsch.Zahnärztl.Z. 40, 308-311 (1985).

62. Portmann, P. and Lussi, A.: A comparison between a new vacuum obturation technique and lateral condensation: An in vitro study. J.of.Endod. 20, 292-293 (1994).

63. Prockhurst, P.J. and Denholm, I.: Hardness and strenght of endodontic files and reamers. J.of Endod. 22, 68-70 (1996).

64. Reader, Ch.M., Himel, V.T., Germain, L.P. and Hoen, M.M.: Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. J.of Endod. 19, 404-407 (1993).

65. Roth, S.: A laboratory study of glass ionomer cement as a retrograde root-filling material. Aust.Dent.J. 36, 384-390 (1991).

66. Sakkal, S., Weine, F.S. and Lemian, L.: Lateral condensation: Inside view. Compendium. 12,: 796, 798, 800 passim (1991).

67. Saunders, W.P. and Saunders, E.M.: The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a glass ionomer sealer. Int.Endod.J. 25, 245-249 (1992).

68. Sen, B.H., Piskin, B. And Baran, N: The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. Int.Endod.J. 29, 23-28 (1996).

69. Sleder, F.S., Ludlow, M.O. and Bohacek, J.R.: Long-term sealing ability of a calcium hxdroxide sealer. J.of Endod. 17, 541-542 (1991).

70. Smith, M.A. and Steiman, H.R.: An in vitro evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. J.of Endod. 20, 18-21 (1994).

71. Starkey, D.L., Anderson, R.W. and Pashley, D.H.: An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. J.of Endod. 19, 435-436 (1993).

72. Tagger, M.: Clearing of teeth for study and demonstration of pulp. J.of Dent.Educ. 40, 172-173 (1976).

73. Tagger, M., Tamse, A. and Katz, A.: Efficacy of apical seal of engine plugger condensed root canal fillings - leakage to dyes. Oral Surg. 56, 641-645 (1983).

74. Torabinejad, M.: Passive step-back technique. A sequential use of ultrasonic and hand instruments. Oral Surg.,Oral Med.,Oral Path., 77, 402-405 (1994).

75. Veis, A.A., Molyvdas, I.A., Lambrianidis, T.P. and Beltes, P.G.: In vitro evaluation of apical leakage of root canal fillings after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta-percha. Int.Endod.J. 27, 213-217 (1994).

76. Walton, R.E.: Current concepts of canal preparation. Dent.Clin.North.Am. 36, 309-326 (1992).

77. Weiger, R.: Laterale Kondensation versus Thermafil. DGZ-Literaturumschau 16/3 (1995).

78. Wiemann, A.H. and Wilcox, L.R.: In vitro evaluation of four methods of sealer placement J.of Endod. 17, 444-447 (1991).

79. Wu, M.K., De Gee, A.J. and Wesselink, P.R.: Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. Int.Endod.J. 27, 233-238 (1994).

80. Yared, H.M. and Dagher, F.B.: Sealing ability of the vertical condensation with different root canal sealers. J.of Endod. 22, 6-7 (1996).

81. Zidan, O., Alkhatib, Z. and Gomez-Marin O.: Obturation of root canals using the single cone gutta-percha technique and dentinal bonding agents. Int.Endod.J. 20, 128-132 (1987).

82. Zmener, O.: Evaluation of the apical seal obtained with two calcium hydroxide based endodontic sealers. Int.Endod.J. 20, 87-90 (1987).

8. Anhang

☛8.1 Anhang A

Rohdaten der Farbstoffpenetration. Die Rohdaten sind nach Wurzelfüllmaterial, Wurzelfülltechnik und Schnittnummer zum Bestimmen der Penetrationstiefe gegliedert. Pro Schnitt wird zusätzlich die Wurzelkanalform, die Lokalisation der Farbstoffpenetration (= Penetrationsmuster) und das Ausmaß der zirkulären Färbung am Übergang zwischen Wurzelfüllmaterial und Dentin dokumentiert.

Abkürzungen:

WK-Form	Wurzelkanalform
US	apikale Schnittfläche
OS	koronale Schnittfläche
D	Dentin
WK	Wurzelkanal
WF	Wurzelfüllmaterial

☛8.2 Anhang B

Ergebnisse der Flächenvermessung der zirkulären Färbung.

☛8.3 Anhang C

Ergebnisse der röntgenologischen Auswertung.

☛8.4 Anhang D

Verwendete Geräte und Materialien.

☛8.1 Anhang A

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 1 Schnittiefe: 0,0-0,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26 ®
Schnitt Nr.: 2 Schnittiefe: 1,0-1,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Ja	Nein	+	-	-				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 3 Schnittiefe: 2,0-2,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 4 Schnittiefe: 3,0-3,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
2.	Rund		Ja	Nein	+	-	-				+
3.	Rund		Nein	Nein	+	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	+		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Ja	Ja	+	+	-			+	
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 5 Schnittiefe: 4,0-4,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 6 Schnittiefe: 5,0-5,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	-	+		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 7 Schnittiefe: 6,0-6,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	-	+			+	
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 8 Schnittiefe: 7,0-7,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 9 Schnittiefe: 8,0-8,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH26®
Schnitt Nr.: 10 Schnittiefe: 9,0-9,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 1 Schnittiefe: 0,0-0,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	+				+
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	+			+	
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 2 Schnittiefe: 1,0-1,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
10.	Rund		Ja	Ja	+				+		

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 3 Schnittiefe: 2,0-2,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			+
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+			+		
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 4 Schnittiefe: 3,0-3,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 5 Schnittiefe: 4,0-4,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 6 Schnittiefe: 5,0-5,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+				+
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	+	-		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
10.		Oval	Ja	Ja	+	+	-			+	

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 7 Schnittiefe: 6,0-6,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	+	-			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
10.		Oval	Ja	Ja	+	-	-			+	

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 8 Schnittiefe: 7,0-7,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstiftechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
3.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	-	-		+		
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
10.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 9 Schnittiefe: 8,0-8,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstiftechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
3.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Apexit®
Schnitt Nr.: 10 Schnittiefe: 9,0-9,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 1 Schnittiefe: 0,0-0,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
9.	Rund		Ja	Ja	-	-	+				+
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 2 Schnittiefe: 1,0-1,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
9.	Rund		Ja	Ja	-	-	+				+
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 3 Schnittiefe: 2,0-2,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
5.	Rund		Ja	Ja	-	-	+				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Ja	Ja	-	-	+				+
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 4 Schnittiefe: 3,0-3,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	+				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	+		+		
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 5 Schnittiefe: 4,0-4,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	+				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	+		+		
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Nein	-	-	+				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAWK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	+		+		
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	-	-	+			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 6 Schnittiefe: 5,0-5,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Nein	+	-	-				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	+			+	
8.	Rund		Ja	Ja	+	+	-			+	
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	+			+	
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 7 Schnittiefe: 6,0-6,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	+	-				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 8 Schnittiefe: 7,0-7,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Nein	+	-	-			+	
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
6.	Rund		Ja	Nein	+	-	-				+
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 9 Schnittiefe: 8,0-8,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Ja	Nein	+	-	-				+
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Ja	Ja	+	-	-				+
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: Diaket®
Schnitt Nr.: 10 Schnittiefe: 9,0-9,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstiftechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 1 Schnittiefe: 0,0-0,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstiftechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	-	-	+		+		
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-		+		
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
3.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
4.	Rund		Ja	Ja	+	+	-	+			
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	+	+			
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			
10.	Rund		Ja	Ja	+	+	+	+			

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 2 Schnittiefe: 1,0-1,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	-	-	+				+
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Ja	+	-	-			+	
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	+		+		
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
9.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-		+		
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Nein	+	+	-			+	
5.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
6.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
9.	Rund		Ja	Ja	+	-	+		+		
10.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 3 Schnittiefe: 2,0-2,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	+	-				+
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-	+			
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Nein	+	+	-				+
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Ja	Ja	+	-	+				+
8.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Ja	Ja	+	-	+				+

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 4 Schnittiefe: 3,0-3,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
2.	Rund		Ja	Ja	+	-	-				+
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Ja	Nein	+	+	-				+
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Ja	Ja	+	-	+				+

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 5 Schnittiefe: 4,0-4,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 6 Schnittiefe: 5,0-5,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAVK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAVK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 7 Schnittiefe: 6,0-6,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAVK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAVK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 8 Schnittiefe: 7,0-7,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AH Plus®
Schnitt Nr.: 9 Schnittiefe: 8,0-8,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	D/WK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Auswertungsbogen für Penetrationsversuch

Füllmaterial: AII Plus®
Schnitt Nr.: 10 Schnittiefe: 9,0-9,6 mm

Farbstoffpenetrationsergebnisse in Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.	Rund		Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

Farbstoffpenetrationsergebnisse in lateraler Kondensationstechnik

Zahn Nr.	WK-Form		Penetration Ja/Nein		Penetrations-Muster			Zirkuläre Färbung			
	Rund	Oval	US	OS	DAK	auch D	auchWF	1/1	3/4	1/2	1/4
1.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
2.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
3.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
4.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
5.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
6.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
7.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
8.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
9.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-
10.		Oval	Nein	Nein	-	-	-	-	-	-	-

8.2 Anhang B

Auswertung für Farbstoffpenetrationsversuch
Flächenvermessung der zirkulären Färbung

Füllmaterial: AH26®

Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr.2	Schnitt Nr.3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr.7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr.9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/1	1/1	1/1	3/4	3/4	1/2	-	-	-	-	5,00
2.	1/1	1/1	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
3.	1/1	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	1,50
4.	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-	-	-	7,00
5.	1/1	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25
6.	1/1	1/4	1/4	3/4	1/1	3/4	1/2	-	-	-	4,50
7.	1/1	1/1	3/4	3/4	3/4	3/4	-	-	-	-	5,00
8.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	1/1	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75
10.	1/1	3/4	1/2	-	-	-	-	-	-	-	2,25

Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr.1	Schnitt Nr.2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr. 9	Schnitt Nr.10	Gesamt-zahl
1.	1/1	3/4	1/1	1/4	-	-	-	-	-	-	3,00
2.	1/1	1/1	1/1	1/2	1/2	1/2	-	-	-	-	4,50
3.	3/4	1/1	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,25
4.	1/1	1/2	1/2	1/2	-	-	-	-	-	-	2,50
5.	1/1	3/4	1/2	3/4	1/4	-	-	-	-	-	3,25
6.	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
7.	3/4	1/4	3/4	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	2,75
8.	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
9.	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/4	1/4	-	-	-	8,00
10.	3/4	1/1	3/4	1/1	1/4	-	-	-	-	-	3,75

Auswertung für Farbstoffpenetrationsversuch
Flächenvermessung der zirkulären Färbung

Füllmaterial: Apexit®

Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr.2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr.9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/1	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	2,00
2.	1/4	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	1/4	1/4	-	4,75
3.	1/4	3/4	1/1	3/4	3/4	1/4	1/4	1/4	1/4	-	4,50
4.	1/1	3/4	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	-	2,75
5.	1/2	1/1	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
6.	1/1	1/1	1/1	1/1	3/4	3/4	1/2	3/4	1/4	-	7,00
7.	1/1	1/1	1/1	1/2	1/2	1/4	1/4	-	-	-	4,50
8.	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/4	-	-	-	-	5,75
9.	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/4	1/2	1/4	-	-	6,50
10.	3/4	1/2	1/1	3/4	1/1	1/2	1/2	1/4	1/4	-	5,50

Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr. 2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr. 9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/1	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
2.	3/4	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75
3.		1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	0,50
4.	1/1	1/1	1/4	1/1	1/1	3/4	1/4	-	-	-	5,25
5.	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
6.	1/1	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
7.		3/4	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	1,75
8.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	3/4	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50
10.	1/1	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	2,00

Auswertung für Farbstoffpenetrationsversuch
Flächenvermessung der zirkulären Färbung

Füllmaterial: Diaket®

Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr.2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr.9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/4	1/4	1/2	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	1,75
2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	3/4	3/4	1/1	-	-	-	-	-	-	-	2,50
4.	1/2	1/2	1/2	1/1	3/4	3/4	-	-	-	-	4,50
5.	3/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	1,25
6.	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	-	2,00
7.	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1/2	1/4	-	4,50
8.	3/4	3/4	3/4	3/4	1/1	1/2	1/2	-	-	-	5,00
9.	1/1	1/1	1/2	1/2	1/2	-	-	-	-	-	3,50
10.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr. 2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr. 9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/1	1/1	1/2	3/4	3/4	1/2	1/4	1/4	-	-	5,00
2.	3/4	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50
3.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	1/1	1/1	1/2	1/2	1/2	-	-	-	-	-	3,50
5.	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/4	3/4	3/4	1/4	-	7,00
6.	1/1	1/1	1/2	1/1	1/2	1/2	1/2	1/4	-	-	5,25
7.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	3/4	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50
9.	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	0,75
10.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Auswertung für Farbstoffpenetrationsversuch
Flächenvermessung der zirkulären Färbung

Füllmaterial: AH Plus®

Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr.2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr.9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
2.	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	0,75
3.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	1/1	1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50
5.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75
7.	1/1	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	2,00
8.	1/1	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25
9.	3/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
10.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	Schnitt Nr. 1	Schnitt Nr. 2	Schnitt Nr. 3	Schnitt Nr. 4	Schnitt Nr. 5	Schnitt Nr. 6	Schnitt Nr. 7	Schnitt Nr. 8	Schnitt Nr. 9	Schnitt Nr. 10	Gesamt-zahl
1.	1/1	1/4	1/1	1/4	-	-	-	-	-	-	2,50
2.	1/4	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
3.	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25
4.	1/1	1/2	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	2,00
5.	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50
6.	1/2	1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75
7.	1/1	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	1,50
8.	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	-	0,75
9.	1/1	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75
10.	1/1	1/4	1/4	1/4	-	-	-	-	-	-	1,75

☛8.3 Anhang C

Röntgenologische Auswertung

Füllmaterial: AH26®

Fülltechnik: Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*N*	
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*N*	
9.	*J*	
10.	*J*	

Fülltechnik: Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*N*	
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*J*	
9.	*N*	
10.	*N*	

Röntgenologische Auswertung

Füllmaterial: Apexit®

Fülltechnik: Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*N*	
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*N*	
9.	*N*	
10.	*N*	

Fülltechnik: Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*N*	
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*N*	
9.	*J*	
10.	*J*	

Röntgenologische Auswertung

Füllmaterial: Diaket®

Fülltechnik: Zentralstifttechnik

Zahn Nr	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*J*	
6.	*N*	
7	*N*	
8.	*N*	
9.	*N*	
10.	*N*	

Fülltechnik: Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*N*	
5.	*N*	
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*N*	
9.	*N*	
10.	*N*	

Röntgenologische Auswertung

Füllmaterial: AH Plus®

Fülltechnik: Zentralstifttechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*J*	
4.	*N*	
5.	*J*	+
6.	*N*	
7.	*J*	
8.	*J*	
9.	*J*	
10.	*N*	

Fülltechnik: Laterale Kondensationstechnik

Zahn Nr.	*Blasen: J/N*	*Blasen-Durchm. größer als 1mm*
1.	*N*	
2.	*N*	
3.	*N*	
4.	*J*	
5.	*J*	+
6.	*N*	
7.	*N*	
8.	*N*	
9.	*N*	
10.	*N*	

8.4 Anhang D
Verwendete Geräte und Materialien

1. Menschliche Zähne: Unter- und Oberkieferfrontzähne und einwurzlige Prämolaren.
   Anzahl: 100 Stück

2. Zahnärztliche Instrumente
   a. Sonde
   b. Heidemann-Spatel
   c. Anmischplatte mit Spatel

3. Endo-Set — Fa. VDW
   a. Kerr-Räumer
   b. Hedström-Feilen
   c. Papierspitzen
   d. Guttaperchastifte

4. Wurzelfüllmaterialien
   a. Diaket® — ESPE GmbH& Co
   b. AH26® — DeTrey Dentsply
   c. Apexit® — Vivadent Dental GmbH
   d. AH Plus® — DeTrey Dentsply

5. Spülungen
   a. H_2O_2 3%
   b. NaOCl 5,25%
   c. Alkohol
   d. Zitronensäure 11%
   e. Einmalspritzen

6. Physiologische Kochsalzlösung

7. Geräte und Materialien
   a. Rotring Winkelstück

b. Zylindrischer Diamant	Fa. Merk
c. Lentulo Förderspirale	Fa. ESPE
d. Trennscheibe	Fa. Kulzer
e. Nagellack	Fa. LECO
f. Methylen blau	Fa. Zeiss Opton Stemi SV 50
g. Komposit: Pertac Hybrid	Fa. NikonFM2+FM200Med. Mak.
h. Technovit 4004	AGFA chrome 50
i. Diamantsäge	Fa. Bauer
j. Auflichtmikroskop	Fa. Alpina
k. Fotoapparat	Fa. Alpina
l. Filmmaterial	
m. Wärmeschrank	
n. Dublier-Material: Alfa fil+Alfa sil	
o. Dublier-Gerät	

Lebenslauf

Persönliches

Name	:	Al-Khatar
Vornamen	:	Niran
Geburtsdatum	:	14.03.1968
Geburtsort	:	Bagdad/Irak
Staatsangehörigkeit:		Deutsch/irakisch
Eltern	:	Hussain Al-Khatar, Dipl.Ing., irakisch
	:	Herta Al-Khatar, geb. Gasteiger, Dipl.Ing., deutsch
Geschwister	:	Alia Al-Khatar

Ausbildung

1974 - 1980	:	Grundschule, Bagdad
1980 - 1986	:	Math.-naturw. Gymnasium, Bagdad
12. 06.1986	:	Abitur, Bagdad
1986 - 1991	:	Studium der Zahnheilkunde an der University of Bagdad
15. 02.1992	:	Approbation als Zahnärztin in Bagdad/Irak
1.07.1992-31.03.94	:	Gastärztin an den Polikliniken der Universitätszahnklinik München
30.06.1994	:	Gleichwertigkeitsprüfung in München
27.07.1994	:	Approbation als Zahnärztin in Bayern

Beruf

seit 1.04.1994	:	Assistentin an der Universitätszahnklinik München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie Direktor Prof. Dr. R. Hickel

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Hickel, Direktor der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, der mir das Dissertationsthema zur Verfügung gestellt hat und mich bei meiner Arbeit unterstützte.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn OA Dr. K.H. Kunzelmann bedanken, der mich während der gesamten klinischen Studie betreute.

Mein Dank geht vor allem auch an meine Freundin und Kollegin, Frau Dr. Claudia Bauer, für ihre liebevolle Unterstützung, die Röntgenabteilung und alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Poliklinik, die mir bei der Beschaffung und Überlassung von Instrumenten und Materialien hilfreich zur Seite gestanden haben.

Herzlich bedanke ich mich auch bei meinen Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mich während dieser Zeit stets unterstützten.