

*Litterarum radices amaras esse,
fructus iucundiores...*

Meinen Eltern gewidmet

Einfluss medikamentöser Wurzelkanaleinlagen
auf die Dichtigkeit der provisorischen
Deckfüllung aus Cavit®

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereiches Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von Golombek-Elmastas, Milena, geb. Golombek
aus Peiskretscham

Gießen 2006

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Funktionsbereich Endodontie
Leiter: Prof. Dr. C. Koçkapan
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH,
Standort Gießen

Gutachter: Prof. Dr. C. Koçkapan

Gutachter: Prof. Dr. V. Mersch-Sundermann

Tag der Disputation: 13.12.2006

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten“

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemdarstellung.....	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Provisorische Füllungsmaterialien.....	4
2.2	Provisorischer Verschluss mit Cavit®	7
2.2.1	Produktbeschreibung.....	7
2.2.2	Dichtigkeit von Cavit®	8
2.3	Untersuchungsmethoden der Dichte.....	14
2.4	Methylenblau.....	17
2.4.1	Beschreibung und Eigenschaften.....	18
2.4.2	Anwendungsbereich.....	18
2.5	Desinfektion des Wurzelkanals.....	19
2.5.1	Mikrobiologie des infizierten Wurzelkanals.....	22
2.5.2	Medikamentöse Zwischeneinlagen.....	23
2.6	Calxyl® – Kalziumhydroxidpräparat als medikamentöse Zwischeneinlage.....	26
2.6.1	Präparatbeschreibung.....	26
2.7	Ledermix® als medikamentöse Zwischeneinlage.....	29
2.7.1	Präparatbeschreibung.....	30
2.8	ChKM als medikamentöse Zwischeneinlage.....	32
2.8.1	Präparatbeschreibung.....	32
3	Material und Methode.....	35
3.1	Herstellung der Proben.....	35
3.1.1	Trepanation der Zähne.....	35
3.1.2	Apikaler Verschluss.....	38
3.1.3	Versorgung der Zugangskavität.....	38

Inhaltsverzeichnis

3.2	Chronologischer Ablauf des Versuches.....	41
3.3	Bestimmung der Penetrationstiefe.....	43
3.3.1	Vorbereitung der Proben für die mikroskopische Auswertung.....	43
3.3.2	Messvorgang.....	47
3.3.3	Messstellenerläuterung.....	49
3.4	Aufbaudiagramm der Methodik.....	52
3.5	Die Statistische Auswertung.....	53
4	Ergebnisse.....	54
4.1	Gesamtauswertung.....	54
4.1.1	Vergleich der Penetrationstiefe zwischen den vier Gruppen Bezüglich der unbehandelten Kavitätenwand.....	54
4.1.2	Vergleich der Behandlungsgruppen I – III bezüglich Differenzen in der Eindringtiefe, an der jeweils medikamentös behandelten Kavitätenwand.....	56
4.2	Einzelauswertung.....	58
4.2.1	Medikamenteneffekt innerhalb der jeweiligen Behandlungsgruppe.....	58
4.2.2	Seiteneffekt innerhalb der Kontrollgruppe.....	62
5	Diskussion.....	64
5.1	Diskussion der Methode.....	64
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	73
6	Zusammenfassung.....	79
7	Summary.....	81
8	Literaturverzeichnis.....	83
9	Anhang.....	121
10	Danksagung	
11	Lebenslauf	

1. Einleitung und Problemstellung

Die pulpalen und periapikalen Erkrankungen werden zumeist durch Bakterien verursacht und unterhalten [157,158]. Während bei vitaler, einer entzündlich veränderten (noch ohne purulente Abszesse) Pulpa der Schwerpunkt einer endodontischen Behandlung darin liegt, die Infektion des Wurzelkanals vorzubeugen, ist die Behandlung im Falle einer Pulpennekrose auf die Eliminierung der Bakterien aus dem Kanalsystem ausgerichtet. Hierbei sind mindestens zwei Sitzungen für die Durchführung einer Wurzelkanalbehandlung vorgesehen. Während der ersten Sitzung wird der Kanal, wenn möglich, vollständig aufbereitet und mit dem bevorzugten Medikament als Zwischeneinlage versehen. Demnach wird häufig ein steriles Wattepellet in das Pulpenkavum appliziert und eine provisorische Füllung gelegt. Das Behandlungsergebnis wird hauptsächlich davon bestimmt, ob es zu Reinfektion des bereits aufbereiteten Wurzelkanals kommt oder nicht. Die hermetische Abdichtung einer Zugangskavität erlangt aus diesem Grund besondere Wichtigkeit.

Einer der meist benutzten provisorischen Verschlüsse ist Cavit®. Cavit® dichtet im Vergleich zu anderen provisorischen Füllungsmaterialien gut ab [11,17,18,52,143,177,181,186,240,247]. Des weiteren eignet es sich vorzüglich als provisorisches Füllungsmaterial, obwohl eine geringe Penetration (Microleakage) von Farbstoff [8,18,46,47,66,85,130,146,170,173,177,199,245,257,269] bzw. radioaktiver Lösung [68,143,247] zwischen Kavitätenwand und Cavit® beobachtet wird. Dieses Resultat wurde durch diverse andere Methoden bestätigt: Filtrationstechniken [11,180], Bakteriensuspensionen [17,22,25,30,126,178] und elektrochemische Methoden [105,106,134]. Ein optimaler temporärer Verschluss wird nur dann gewährleistet, wenn die Füllungsschichtstärke mit Cavit® mindestens 3,5 mm beträgt [269] und die provisorische Verschlussmasse auf Grund des sukzessiven Verlustes der Dichtigkeit nicht länger als für ein bis zwei Wochen

1. Einleitung und Problemstellung

zum temporären Verschluss der Zugangskavität verwendet wird [30,112,129,134,281]. Während die Form der Zugangskavität keinerlei Einfluss auf das Abdichtungsverhalten von Cavit® aufweist [18], spielt die Größe der Kavität eine entscheidende Rolle. Da Cavit® über mittelmäßige mechanische Qualitäten verfügt, ist es für größere Kavitäten nicht geeignet [12]. Die guten Verschlussfähigkeiten von Cavit® sind auf dessen hygroskopische Eigenschaften zurückzuführen.

In der letzten Zeit wird die Applikation von Wattepellets wegen Reinfektionsgefahr durch Wattefäden nicht mehr als zeitgemäß angesehen. Wattefasern können nämlich, wenn sie über den Kavitätenrand reichen, als Docht wirken und den Erfolg in Frage stellen [169]. Auch die Art der Zwischeneinlage im Wurzelkanal kann das Dichtungsverhalten des Füllungsmaterials beeinflussen. Sowohl Cresatin (ein Phenolderivat), als auch 2% Jod Kaliumjodid bewirkten eine höhere Penetration durch die Füllung [20].

Die Zugangskavität soll ausreichend groß sein und einen direkten Zugang zu den Wurzelkanälen erlauben. Außerdem soll sie aber möglichst klein präpariert werden, um einen unnötigen Zahnhartsubstanzverlust zu vermeiden. Daher ist es möglich, dass bei unvorsichtigem Vorgehen die Kavitätenwände mit der medikamentösen Einlage verunreinigt werden. Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu untersuchen, ob durch Verunreinigungen der Kavitätenwände mit verschiedenen, häufig verwendeten medikamentösen Wurzelkanaleinlagen, die marginale Dichtigkeit der temporären Verschlussmasse Cavit® - W beeinflusst wird.

2. Literaturübersicht

Die Ätiologie der Pulpanekrose wird im Wesentlichen durch Mikroorganismen bestimmt [108]. *Sundqvist* [231] konnte 1976 demonstrieren, dass Zähne mit nekrotischer Pulpa nur dann radiologische Zeichen einer Knochendestruktion zeigten, wenn auch Mikroorganismen im Wurzelkanal nachweisbar waren. Demnach ist das Ziel bei der Behandlung avitaler Zähne mit einer apikalen Läsion nekrotisches Gewebe, sowie seine Zerfallprodukte zu entfernen und die Infektion des Wurzelkanals zu beseitigen [271]. Die Elimination der Mikroorganismen aus dem Wurzelkanalsystem gestaltet sich schwierig, da die Wurzelkanäle multiple Verzweigungen und oftmals laterale Kanäle aufweisen [65,92], die Mikroorganismen beherbergen können und durch rein mechanische Maßnahmen nicht erreichbar sind. So konnte *Hess* [93] in einer umfangreichen Arbeit an 2790 Zähnen zeigen, dass knapp 30% aller Front- und etwa 50% aller Seitenzähne Ramifikationen aufweisen. An diese bereits 1925 veröffentlichte Studie schlossen sich zahlreiche andere Studien an, die die Vielfalt und Variationen akzessorischer und lateraler Kanäle untersuchten [37,50,94,120,136,151,152,153,183,189,260,261]. *Barkhordar* [19] konnte sogar in 100% der untersuchten Zähnen laterale Kanäle entdecken. Angesichts der komplexen Anatomie des Wurzelkanals, sind der mechanischen Reinigung der zahlreich vorhandenen Seitenkanäle, Ramifikationen, Buchten und Nischen, Grenzen gesetzt. Daher ist es nicht verwunderlich, dass nach einer Wurzelkanalaufbereitung in der überwiegenden Zahl der Fälle im Wurzelkanal noch Mikroorganismen nachzuweisen sind [40]. Neben der unterstützenden Spülung des Wurzelkanals mit antibakteriell und gewebeauflösenden Lösungen während der Wurzelkanalbehandlung, der so genannten chemomechanischen Wurzelkanalaufbereitung, ziehen einige Autoren vor im Verlauf der endodontischen Behandlung, zwischen zwei Behandlungssitzungen, die so genannten medikamentösen Einlagen einzusetzen [42,215,220,234]. Damit diese ihre desinfizierende Wirkung adäquat entfalten können und es nicht zur

Reinfektion des bereits aufbereiteten Wurzelkanals kommt, muss einem dichten koronalen Verschluss der Zugangskavität, eine große Bedeutung zugesprochen werden [269]. In einem Übersichtsartikel betonten *Saunders* und *Saunders* [207] die Wichtigkeit eines dichten koronalen Verschlusses während und nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung. Tritt eine Undichtigkeit eines provisorischen Füllungsmaterials wie Cavit® auf, könnte das in einer Wiederbesiedlung des Wurzelkanals mit Keimen resultieren und damit die Prognose der endodontischen Therapie für den behandelten Zahn signifikant verschlechtern.

2.1 Provisorische Füllungsmaterialien

Ein temporärer Verschluss einer Kavität kann nach Applikation einer Wurzelkanaleinlage indiziert sein als Abdichtung einer Zugangskavität während eines mehrzeitigen Vorgehens bei einer Wurzelkanalbehandlung. Aber auch als Verschluss zwischen den Behandlungssitzungen, eventuell zur Wiederherstellung der Kaufunktion bis zur Fertigstellung von definitiven Einlagerrestorationen bzw. Kronen, zum Schutz von schmerzhaften Reizen (z.B. Wärme, Kälte). Durchweg gilt für die hierbei verwendeten Materialien die Forderung nach Gewebeverträglichkeit, nach hohe Dichtigkeit gegenüber Bakterien und Medikamenten und nach ausreichender Widerstandsfähigkeit im Mundhöhlenmilieu. Die Entfernung einer provisorischen Füllung sollte ohne Beschädigung einer Kavität möglich sein, weshalb sie aus Materialien hergestellt werden sollte, die sich einfach in den Zahn einbringen und wieder entfernen lassen, ebenso soll auf eine Kompatibilität mit dem benutzten Medikament geachtet werden. Außerdem soll es auch über akzeptable Ästhetik verfügen [52].

Forderungen, welche an provisorische Verschlussmaterialien speziell zur Abdichtung von Wurzelkanälen mit medikamentösen Einlagen gestellt werden, hat *Grossman* 1978 [78] zusammengestellt:

2. Literaturübersicht

Tabelle 2.1 Forderungen an provisorische Verschlussmaterialien [78]

- Gewebeverträglichkeit
 - Undurchlässigkeit für Mikroorganismen und Speichel
 - Widerstandsfähigkeit im Mundhöhlenmilieu
 - Hohe mechanische Festigkeit
 - Ästhetisch vor allem im Frontzahnbereich
 - Keine Druckausübung auf das Medikament während der Applikation
 - Erhärtung innerhalb weniger Minuten nach der Applikation
 - Leichte Verarbeitbarkeit
-

Ein provisorischer Verschluss in der Endodontie soll die koronale Trepanationsöffnung zwischen den Sitzungen dicht verschließen, um das Eindringen von Mikroorganismen und Speichel in das Wurzelkanalsystem zu verhindern. Dies könnte die Wirkung der Zwischeneinlage inaktivieren und eine Reinfektion des bereits aufbereiteten Wurzelkanals ermöglichen. Eine Wiederbesiedlung des Wurzelkanals würde die Behandlung einer endodontischen Therapie signifikant verschlechtern [25,103,140,248,252]. Daher gilt der dichte Verschluss als eine der Hauptforderungen an temporäre Füllungsmaterialien [269]. Im Laufe der zahnmedizinischen Forschung haben sich zahlreiche Varianten temporärer Verschlüsse entwickelt. Eine umfangreiche Literaturübersicht über provisorischen Verschlussmaterialien, auf welche im weiteren nicht im Einzelnen eingegangen wird, vermitteln *Naoum & Chandler* [164].

Als am häufigsten in der Praxis gebräuchliche temporäre Füllungsmaterialien zum Verschluss von desinfizierenden Zwischeneinlagen, haben sich Cavit® ein Präparat auf Kalziumsulfatbasis sowie Zinkoxid-Eugenol-Zement (ZOE) profiliert. ZOE-Zement bietet neben dem geforderten bakteriendichten Verschluss, den Vorteil einer antibakteriellen Wirkung. Sehr populär ist ein mit Polymethyl-Methylacrylat verstärkter ZOE-Zement, (IRM = Intermediate restorative material, Fa. Caulk), welcher über eine Zeitspanne von mehreren

2. Literaturübersicht

Wochen eingesetzt werden kann [140]. Bakteriologische Untersuchungen mit *Proteus vulgaris* [30,112] und solche mit *Streptococcus mutans* [22] haben ergeben, dass IRM etwas besser abdichtet als Cavit®. Diese Beobachtungen wurden mit Hilfe der elektrochemischen Technik bestätigt [105,106]. Über die bessere Randdichtigkeit von IRM® verglichen mit Cavit® berichten ebenfalls *Bramante et al.* [33], wobei die radioaktive Substanz ¹³¹I als Indikator verwendet wurde. Nach herrschender Ansicht in der Literatur weist dennoch Cavit® bezüglich marginaler Dichtigkeit qualitativ bessere Resultate auf. So fand sich bei Verwendung von IRM doppelt so häufig eine Verfärbung des Wattepellets, welches direkt unterhalb der 5 mm dicken Füllung am Kavitätenboden lag, wie bei Cavit® [111]. *Deveaux et al.* [52] führten 1992 Untersuchungen mit *Streptococcus sanguis* durch, welche ergaben, dass IRM im Vergleich zu Cavit® deutlich undichter sei. Ähnliche Ergebnisse erzielten 2005 *Balto et al.* [17] mit *S. faecalis*. Die Wandständigkeit von Cavit® und IRM ist unter anderem untersucht worden mit Hilfe von Radionukleiden [143], mit Farbstoffdiffusionsversuchen [18,85,111,130,146,170,240], und mit Hilfe der Filtrationstechnik [11,31,180]. In jeder dieser wissenschaftlichen Untersuchungen erzielte Cavit® verglichen mit IRM bessere Resultate. Des weiteren seien noch die Phosphatzemente und Carboxylatzemente erwähnt, welche hinsichtlich des Abdichtungsverhaltens im Vergleich zu Cavit® ebenfalls keine befriedigenden Ergebnisse erzielen [31,46,255]. Die große Zahl der heute im Handel befindlichen Materialien zeigt, dass es nicht gelungen ist, ein ideales provisorisches Verschlussmittel zu entwickeln.

Es sei angemerkt, dass die Art des provisorischen Verschlussmaterials die Dichtigkeit der definitiven Restauration negativ beeinflussen kann. IRM, Cavit® aber auch Dycal verringern die Haftfestigkeit eines Kompositmaterials am Dentin auf die Hälfte des Kontrollwertes [138].

2.2 Provisorischer Verschluss mit Cavit®

2.2.1 Produktbeschreibung

Cavit® ist ein pastenförmiges Fertigpräparat, das von der Firma 3M ESPE im Jahre 1947 auf dem Markt eingeführt worden ist. Es ist für seine leichte Handhabung bekannt. Es lässt sich in weicher Konsistenz in die Zugangskavität einbringen. Dieses Material besteht aus einer Mischung von Kalziumsulfat, Zinkoxid, Zinksulfat, Glykolacetat, Polyvenylacetat und Triäthanolamin. Es enthält hingegen kein Eugenol [18,273]. „Im Mundmilieu wird das Bindemittel Polyvinylacetat herausgelöst und durch Wasser ersetzt. Das Wasser reagiert mit den reaktionsfähigen Komponenten wie Kalziumsulfat. Dies führt zu einer rigiden Masse“ [119]. In einer Mindestschichtstärke von 3,5 mm liefert Cavit® den geforderten bakteriendichten Verschluss [269]. Der gute Randschluss ist auf seine physikalischen Eigenschaften zurückzuführen. Die Wasseraufnahme in den ersten drei Stunden beträgt 9,60 %, die gesamte Wasserabsorption liegt bei 17,99 %, woraufhin eine Expansion während des Abbindevorgangs in Höhe von 14,20 % erfolgt [273]. Allgemein lässt ein expandierendes Material kaum, einem kapillaren Spalt zwischen der Kavitätenwand und der provisorischen Verschlussmasse zu und kann damit der Forderung nach Wandständigkeit gerecht werden. Cavit® erfüllt, wie zahlreiche wissenschaftliche Studien qualitativer sowie quantitativer Art beweisen, die Forderungen nach gutem Verschluss [8,11,18,22,25,30,46,47,66,68,85,105,106,126,130,134,143,146,170,173,177,178,180,186,199,245,247,257,269].

Als Nachteile dieser gipsbasierenden Verschlussmasse sind die langsame Abbindezeit von einer Stunde, seine hohe Löslichkeit, welche 9,73 % beträgt, und die geringe Druckfestigkeit (1973 psi), zu sehen [247,273]. Das Sortiment des Herstellers reicht von konventionellem Cavit® über Cavit®-W zu Cavit®-G. Die Endhärte der drei Varianten ist in der Reihenfolge der Nennung abnehmend. Zwischen konventionellem Cavit® und Cavit®-W sind von *Teplitsky* und *Meimaris* [245] keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$) bezüglich der

2. Literaturübersicht

Abdichtungsfähigkeit beobachtet worden, während nach *Tamse et al.* [240] Cavit[®]-G über besseres marginales Abdichtungsvermögen als das konventionelle Cavit[®] verfügt. Beide Untersuchungen sind mittels der Färbetechnik durchgeführt worden. *Jacquot et al.* [105] führten 1996 Untersuchungen mit der elektrochemischen Methode durch, wobei alle drei Cavit[®] Sorten getestet wurden. Sie bestätigen die bessere Randdichtigkeit von Cavit[®]-G gegenüber dem konventionellen Cavit[®]. *Noguera und McDonald* [170] konnten dagegen keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den einzelnen Cavit[®] Sorten in Bezug auf die Randdichtigkeit feststellen. Mit Silbernitrat als Indikator, einer Dicke von 5 mm an Füllungsmaterial und einer Versuchsdauer von 7 Tagen wurden durchschnittliche Eindringtiefen, von 1,38-1,58 mm festgestellt.

2.2.2 Dichtigkeit von Cavit[®]

Die Wandständigkeit des temporären Verschlusses hängt von der Stärke und Dauerhaftigkeit des temporären Verschlussmaterials ab. Folglich wurde bisher in der Literatur, die für die hermetische Abdichtung notwendige Schichtstärke an Cavit[®] mehrfach diskutiert.

Um einen optimalen Verschluss mit der provisorischen Verschlussmasse Cavit[®] zu erzielen, wird bereits 1978 von *Webber et al.* [269] eine Mindestschichtstärke von 3,5 mm angegeben. Binnen 48 Stunden penetrierte der Farbstoff Methyleneblau in einer Variation zwischen 2,5 und 3,2 mm. In nachfolgenden Untersuchungen sowohl qualitativer als auch quantitativer Art, *in vitro* wie *in vivo*, in welchen eine Schichtstärke an Cavit[®], mindestens dieser Größenordnung als Norm verwendet wurde, berichtet man über angemessene, gute, bis exzellente, Verschlusseigenschaften dieser temporären Versorgung [25,52,130,134,170,240, 245]

Einige Autoren stellten eine sehr gute Randdichtigkeit von Cavit[®] fest, obwohl dieses zusätzlich, um eine „*in vivo*“ Situation nachzuahmen, thermischen

2. Literaturübersicht

Wechselbelastungen ausgesetzt worden war. 1952 ermittelten *Nelsen* und Mitarbeiter [166] durch eine Versuchsreihe die untere sowie die obere thermale Toleranzgrenze im Mundmilieu von 4 °C sowie 60 °C an Acrylrestaurationen. Durch Zufügung von gekühlten Erfrischungsgetränken von einer mittleren Temperatur von 4°C, wurde eine Temperatur von 9°C an den Acrylrestaurationen festgestellt. Die höchsten Temperaturwerte beliefen sich hierbei auf 52°C bei einer Zufuhr von heißem Kaffee von 60 °C. Das ermittelte mögliche Temperaturintervall beträgt somit 43°C [166]. Basierend auf diesem Ergebnis wurden nachfolgend Temperaturwechselbelastungsversuche mit Temperaturwerten von (4°C / 60°C bzw. 5°C / 55°C) gestartet. *Parris* und *Kapsimalis* [177] waren die Ersten, welche den Einfluss des Temperaturwechsels auf die Verschlussfähigkeit temporärer Füllungsmaterialien erforschten. Mittels des Färbemittels Anilin, in welchem 117 Proben über eine Zeitspanne von 24 Stunden, sowohl bei Zimmertemperatur als auch bei Temperaturmaxima von 4°C und 60°C insgesamt 10 Zyklen durchliefen, wurde mittels Mikroskop die Eindringtiefe des Färbemittels Anilin beurteilt. Alle Kavitäten, die mit Cavit® verschlossen wurden, zeigten unter allen Versuchsbedingungen eine ausreichende Randdichtigkeit. *Marosky* und Mitarbeiter [143] berichten 1977 von ähnlichen Ergebnissen. Mit Ca⁴⁵ als Marker wurden dabei unterschiedliche temporäre Füllungsmaterialien darunter auch Cavit® bei Zimmertemperatur und Temperaturbadbelastung von ebenfalls 4°C und 60°C nach 3 und 10 Tagen getestet. *Oppenheimer* und *Rosenberg* [173] erforschten an 60 extrahierten Zähnen den Einfluss der Temperaturwechselbelastung (4°C / 60°C/ je 60 Sekunden/ 10 Zyklen) von Cavit® und Cavit®-G. Sowohl mit Cavit®, als auch mit Cavit®-G gefüllte Kavitäten, konnten keinerlei signifikante Unterschiede bezüglich der Eindringtiefe des Farbstoffes Methylenblau aufzeigen. 1990 beschäftigten sich *Noguera* und *McDonald* [170] mit der Frage ob, die Temperaturschwankungen von 5 °C und 55 °C Einfluss auf die Randdichtigkeit der temporären Verschlussmasse Cavit® nehmen. Hierzu durchliefen die Proben insgesamt 6720 Zyklen. Auch sie zeigten, dass innerhalb des Temperaturintervalles keine signifikante Abnahme der Randdichtigkeit auftrat.

2. Literaturübersicht

Eine 1980 von *Lamers et al.* [129] in vivo durchgeführte Versuchsreihe an Affenzähnen, welche nur eine Schichtstärke an Cavit[®]-W von 2 mm zuließ, verdeutlichte nicht nur die Notwendigkeit einer Mindestschichtstärke an Füllungsmasse um ausreichende Ergebnisse bezüglich der Dichtigkeit von Cavit[®] zu erlangen, sondern die Abnahme dieser Eigenschaft mit der Zeit. Hierzu wurde das Abdichtungsverhalten dieser Masse über eine Zeitspanne von 2, 7 und 42 Tagen überprüft. Bereits nach zwei Tagen wurde eine Undichtigkeit an 23% der Cavit[®]-Füllungen festgestellt. Nach 42 Tagen waren 69% der getesteten Proben undicht. In einer weiteren Veröffentlichung 1981 erzielte *Blaney et al.* [30] ähnliche Ergebnisse. Bereits nach zwei Wochen waren 9 Proben, welche zuvor mit Cavit[®] versorgt worden sind, undicht. Auch *Keller* und Mitarbeiter [112] stellten fest, dass die Wanddichtigkeit von Cavit[®] mit der Zeit abnimmt und die Durchlässigkeit für Bakterien somit zunimmt. Nach 13 Tagen waren sämtliche mit Cavit[®] gefüllten Kavitäten undicht. In den Untersuchungen von *Lim et al.* [134] mit der elektrochemischen Technik, verfügt Cavit[®] mit einer Schichtstärke von 3,5 mm, innerhalb der ersten Woche über sehr gutes Abdichtungsvermögen. Mit der Zeit wird jedoch die Farbenpenetration erheblich erhöht. Am Versuchende (nach 30 Tagen) zeigte Cavit[®] die meisten Durchlässigkeiten. *Krakow et al.* [126] verglichen die Dichtigkeit von provisorischen Füllungsmaterialien innerhalb einer Woche in vivo und stellten in diesen Zeitraum für das Cavit[®] keine Durchlässigkeit für Keime fest. *Deveaux et al.* [52] fanden für das Cavit[®] über einen Zeitraum von vier, bzw. acht Tagen in vitro keine Undichtigkeit. Nur eine von dreizehn Proben wies Zeichen bakterieller Infiltration auf. In einer weiteren Untersuchung zeigten 90% der nicht mit Wärme behandelten und 80% der wärmebehandelten Cavit[®]-Proben innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 21 Tagen keine Anzeichen einer Bakteriendurchlässigkeit [53]. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen *Beach et al.* [25], die über einen Zeitraum von drei Wochen in vivo bei keiner der mit der Schichtstärke von 4 mm an Cavit[®]-Füllung eine bakterielle Durchlässigkeit feststellten. *Imura et al.* [103] untersuchten an wurzelgefüllten Zähnen die Bakteriendichtigkeit verschiedener provisorischer Füllungsmaterialien in vitro. Dabei stellten die Autoren im Durchschnitt nach 9.8 Tagen eine Penetration von

2. Literaturübersicht

Bakterien durch Cavit® und die Wurzelfüllung fest. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen *Barthel et al.* 1999 [22]. Auch in ihrer Studie wurde die Bakteriendichtigkeit von verschiedenen provisorischen Füllungsmaterialien an wurzelgefüllten Zähnen untersucht. In der Cavit®-Gruppe waren nach zwölf Tagen 13 von 20 Zähnen undicht. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen zeigten *Pisano et al.* [191] an wurzelgefüllten Zähnen mit Cavit® als Deckfüllung, dass innerhalb eines Zeitraumes von 90 Tagen nur 15% der Proben undicht wurden und bescheinigten dem Material gute Verschlusseigenschaften. Auf Grund des sukzessiven Verlustes der Dichtigkeit, wird empfohlen Cavit® zum temporären Verschluss, nicht länger als für ein bis zwei Woche einzusetzen [25,30,112,129,134].

Zaritzki [281] beschäftigte sich 2005 erstmalig mit der Frage, inwieweit unterschiedliche medikamentöse Wurzelkanaleinlagen und Cavit® in Kombination appliziert, eine Rekontamination des Wurzelkanals verhindern. Keine Kombination von eingebrachtem Medikament und Cavit® war in der Lage, eine Wiederbesiedelung der Wurzelkanäle langfristig zu verhindern. Allerdings ergaben sich Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen bezüglich der Reinfektionszeit, die statistisch signifikant waren. Die Cavit/Kalziumhydroxid-Gruppe erwies sich mit im Mittel 36 Tagen, als am längsten fähig, eine Passage von in die Wurzelkanäle zu verhindern. In der Cavit/Ledermix-Gruppe erfolgte eine Rekontamination median nach 27 Tagen und in der Cavit/ChKM-Gruppe median nach 19 Tagen. Für die Cavit-Gruppe wurde ein Medianwert von 17 Tagen ermittelt. Der Autor nimmt an, dass die vorübergehenden Verschlusseigenschaften von Cavit® kombiniert mit den antibakteriellen und physikalischen Eigenschaften der Medikamente (Kalziumhydroxid und Ledermix) verantwortlich für die verzögerte Wiederbesiedelung waren [281].

Nach einer Versuchsreihe von *Barkholder* und *Stark* [18] ist die Form der Zugangskavität nicht ausschlaggebend für das Abdichtungsverhalten von Cavit®. Er präparierte hierzu die Kavitätenwände in paralleler und divergenter Ausrichtung. Dagegen spielt die Größe der Kavität eine entscheidende Rolle.

2. Literaturübersicht

Da Cavit[®] über mittelmäßige mechanische Eigenschaften verfügt, ist es für größere Kavitäten nicht geeignet [12]. Vor allem bei teilweise zerstörten Zahnkronen mit wenig Retention besteht die Gefahr, dass es zwischen den Behandlungsterminen zum Verlust des provisorischen Verschlusses kommt und der bereits aufbereitete Wurzelkanal reinfiziert wird. Eine nochmalige Reinigung des Wurzelkanals erfordert, einen zusätzlichen Behandlungstermin. Dies kann von Patienten als lästig empfunden werden, unter anderem auch, weil die Nahrung den Geruch und den Geschmack des Medikamentes annimmt und kantige Kavitätenränder die Mundschleimhaut und die Zunge verletzen können. Bei einem Behandlungsintervall von mehr als zwei Wochen, sowie bei komplexeren Kavitäten empfiehlt sich daher ein so genannter „Doppelverschluss“. Ein Doppelverschluss aus Caviton[®] (ein Kalziumsulfatpräparat) und IRM, wobei Caviton[®] als innere und IRM als äußere Füllung gelegt worden ist, zeigte deutlich bessere Dentinadaptation als IRM alleine [176].

In einer Untersuchung von *Kazemi* et al. [111] zum Abdichtungsverhalten ließ Cavit[®], entgegen der Auffassung *Webber's* [269], eine Penetration durch das Füllmaterial bis zu einer Tiefe von 4,3 mm und eine marginale Penetration von 4,4 mm zu. Demzufolge wird seinerseits eine Schichtstärke von 3,5 mm als inakzeptabel angesehen. Vielmehr ist eine Dicke von über 4 mm anzustreben [26,84,111], was nur durch eine direkte Applikation der provisorischen Verschlussmasse Cavit[®] auf die Wurzelkanaleingänge zu erzielen ist. Deshalb sollte nach *Kazemi* et al. [111] auf die Applikation eines Wattepellets verzichtet werden.

Zur Zeit wird die Anwendung der Watteeinlage gegensätzlich diskutiert. Von Vorteil ist eine Watteeinlage - eventuell in Form eines Schaumstoffpellets –, da es nicht nur das erneute Auffinden der Wurzelkanäle erleichtert und damit das Risiko einer Perforation verringert, ein Wattepellet verhindert zudem auch den Kontakt zwischen Einlage und provisorischem Verschlussmaterial und während seines Entfernens das Eindringen von zerbröseltem Verschlussmaterial in die Wurzelkanäle. In einer Studie von *Newcomb* et al. [169] wurde der Effekt von

2. Literaturübersicht

Wattefasern, welche zwischen einer Glastube mit einem Innendurchmesser von 6,5 mm und der provisorischen Verschlussmaterial Cavit® eingeschlossen waren, auf deren Abdichtungsverhalten untersucht. Die hierbei verwendete Schichtstärke des Materials betrug 3,5 mm. Bei allen Proben, welche mit Watteeinlage versehen worden sind, wurde ein Durchsickern der Farbe innerhalb von 12 Minuten beobachtet, wogegen bei den negativen Proben (ohne Watteeinlage) kein Durchsickern bis zu 21 Tagen beobachtet worden ist. Demnach können Wattefasern, wenn sie über die Kavitätenwand reichen, als Docht wirken und den Erfolg einer endodontischen Behandlung dramatisch beeinträchtigen [169]. Werden auch die Kanäleingänge durch das temporäre Verschlussmittel abgedichtet, so wird in der Literatur argumentiert, ist eine Auflösung der medikamentösen Zwischeneinlage durch Speichel, der über undichte Kronen, - bzw. Füllungsänder in das Pulpakavum eindringen kann, eher unwahrscheinlich [26]. Andere Autoren hingegen empfehlen Kronen, welche undichte Kronenränder aufweisen sowie undichte Füllungen vor Beginn der endodontischen Behandlung zu entfernen, da sie in jedem Fall erneuerungsbedürftig sind und die Schaffung steriler Verhältnisse im Pulpenkavum nicht erlauben [119]. Trotz der Diskrepanzen bezüglich des praktischen Gebrauchs von Wattepellets in der Endodontie, zeigen die Statistiken aus den Jahre 2002, basierend auf einer Meinungsumfrage in Alabama, dass die Mehrzahl der praktizierenden Endodontologen diesen befürwortet. Hierzu wurden 46 Endodontologen sowie 46 Zahnärzte befragt. 32 von 44 (73%) der Endodontologen und 20 von 25 (80%) der praktizierenden Zahnärzte gaben an, Wattepellets zwischen den Behandlungssitzungen routinemäßig einzusetzen [55].

2.3 Untersuchungsmethoden der Dichte

In der aktuellen Dentalforschung besteht für die Messung der Mikroleakage* entlang der Kavitätenwand in die Tiefe eine Bandbreite von Testmöglichkeiten über bakterielle (z.B. Streptococcus sanguis) [53], chemische (z.B. Methylenblau, Silbernitrat, Fuchsin) [18,130,283] oder radioaktive Substanzen (z.B. S^{35} , $^{131}Ca^{45}$) [68,143,174,247], die man in die Spalten penetrieren lässt und anschließend durch Beurteilung der Eindringtiefe, oder Bestimmung der Farbstoffkonzentration auswertet [7,243,283]. Diese Methoden haben den Nachteil, dass sie nur qualitative Resultate bringen. Aber auch quantitative Ergebnisse mittels elektrochemischer Methoden liegen über Wandständigkeit von Füllungsmaterialien vor [105,106,134]. Quantitative Methoden wie die elektrochemische Technik zur Beurteilung der Dichtigkeit einer dentalen Restauration, fordern gegenüber der Farbstoffdiffusion nicht die Destruktion der Proben für die Analyse und ermöglichen somit Wiederholungsmessungen über eine längere Zeitperiode der gleichen Probe [51].

Die Methode der Farbpenetration ist die populärste um das Abdichtungsvermögen einer dentalen Restauration zu überprüfen [224], da sie mühelos in ihrer Anwendung ist und eine hervorragende fotografische Darstellung der Ergebnisse erlaubt. Zur Anfärbung werden fluoreszierende Stoffe wie Fluoreszin [11,107] und nicht fluoreszierende Farblösungen wie Anilin-Blau, Silbernitrate, Fuchsinlösung oder Methylenblau verwendet [59,146,169,178].

* Der Begriff der sogenannten „Mikroleakage“ wurde eingeführt, um Penetration von Flüssigkeiten, Molekülen, Ionen und Bakterien an der Dentin-Füllungsgrenze in die Tiefe zu beschreiben [243]

2. Literaturübersicht

Bei Radioisotopen erfolgt die Auswertung durch Auflegen der geschnittenen Proben auf Röntgenfilme und Beurteilung der belichteten Aufnahmen [143]. Bei Farbstofflösungen kann nach dem Färbevorgang die Farbstoffmenge über spektrometrische Messung der ausgewaschenen Farbstoffkonzentration in einer Lösung als Volumenkonzentration gemessen werden [141], oder die Eindringtiefe der Farbe an Schnitten der Zähne über Lichtmikroskop linear beurteilt werden [59,170]. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die Mineralien aus der Zahnschmelze zu lösen, um eine dreidimensionale Beurteilung der Farbstoffpenetration an der herausgelösten Füllung zu ermöglichen [95]. Die Einwirkzeiten für die Farbstofflösung variieren zwischen 60 Minuten und mehreren Tagen [146,283]. Auch hinsichtlich der Anwendung bestehen Unterschiede, z.B. kann die Farbeinwirkung durch Eintauchen der Proben in die Lösung [47,169] zentrifugieren in wässriger Silbernitratlösung [71] oder mittels Durchführung der Thermowechsellast in Farbbädern geschehen [257].

Einer der ersten Berichte über eine Studie zur Beurteilung der Randsichtigkeit temporärer Füllungsmaterialien mittels verschiedener Farbstoffe, inklusive Methylenblau, veröffentlichte 1939 *Grossman* [77]. Obwohl keine Technik universell akzeptiert ist, wird die Methode der Farbpenetration, wobei es sich um eine zwischen 0,24 [225] und 10 % [85] Methylenblaulösung handelt, als Indikator verwendet. *Spanberg* verfasste 1989 eine Übersicht der häufig zur Anwendung kommenden Farbstoffe, wobei Methylenblau sich hervorhebt [224]. Hintergrund für die Wahl von Farbstoffen war die geringe Molekulargröße. Sie entsprach oder unterschritt die Größe von Toxinen oder Mikroorganismen, deren Penetration klinisch verhindert werden sollte. *Oppenheimer* und *Rosenberg* [173] bemerkten, dass eine Methylenblaulösung durch ihre extrem kleinen Partikel gegenüber Bakteriensuspensionen, deren Molekulargröße in etwa das 250 - fache betragen, größere Genauigkeit in der Auswertung bietet. Nach Meinung einiger Autoren haben Farbstoffpenetrationstests auf Grund dessen, geringere klinische Relevanz als Füllungsichtigkeitsuntersuchungen mit Mikroorganismen [30,53,112,126]. *Barthel* et al. [22] verglichen bakterielle und Farbstoffpenetration und konnten keine Korrelation der Testergebnisse erkennen. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Molekulargröße nicht der

2. Literaturübersicht

relevante Parameter für die Dichtigkeit darstellte, da in dieser Studie Bakterien schneller und öfter den Wurzelkanal passieren konnten als Farbstoffe. In Bezug auf die Penetrationsfähigkeit bietet Methylenblau gegenüber dem Farbstoff Eosin bessere Resultate [240]. *Matloff* und Mitarbeiter [144] verglichen den Effekt des Farbstoffes Methylenblau mit unterschiedlichen radioaktiven Isotopen wie C^{14} , Ca^{45} und I^{125} . Der Farbstoff Methylenblau penetrierte tiefer als jegliche Isotopenart.

Um die Anforderungen, denen Restaurationen in der Mundhöhle standhalten müssen, zu simulieren, werden bei in-vitro-Studien Verfahren zur künstlichen Restaurationsalterung herangezogen. Hierbei wird die Randdichtigkeit nicht alleine nach Legen der Füllung untersucht, sondern die Probe wird thermischen oder mechanischen Belastungen ausgesetzt. Die Randqualität oder auch die Veränderung der Randqualität wird nach Durchlaufen dieser Tests erfasst. Zur künstlichen Restaurationsalterung stehen verschiedene Verfahren zu Verfügung. Alleine die Lagerung der Proben über einen bestimmten Zeitraum kann eine Belastung für eine Restauration darstellen [246].

Die Thermowechselast stellt eine Methode dar, die üblicherweise zur Restaurationsalterung verwendet wird [147,206,239]. Die Proben werden abwechselnd in zwei Bädern mit unterschiedlich temperierten Lösungen getaucht. Die Temperaturen der Tauchbäder liegen für diese Testmethode zwischen $0^{\circ}C$ und $60^{\circ}C$ (meist $5^{\circ}C$ und $55^{\circ}C$), da diese Werte als minimal und maximal tolerierbare Temperaturen in der Mundhöhle angenommen werden [47,130,170, 176,201,257,272,283]. Das Medium in den Tauchbädern kann aus normalem Leitungswasser, Ringerlösung oder aus Farblösungen (z.B. Anilin oder Methylenblau) bestehen [11,12,18,31,46,52,53,59,130,173,176,177,178, 257]. Die verwendete Zyklanzahl variiert zwischen 10 und 6720 [11,31,46,47, 52,53,59,130,143,146,170,173,176,198,199,245,257,283]. Die Eintauchzeiten liegen zwischen 30 und 120 Sekunden [11,12,18,31,46,47,52, 53,59,130,143, 146,170,173,176,177,178,199,257,283]. Die Thermowechselast soll die unterschiedlichen Temperaturen in der Mundhöhle simulieren, die durch das Einnehmen von heißen und kalten Speisen verursacht werden. Die Belastung

der Proben kommt durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Zahn und Restaurationsmaterial zustande.

Eine weitere Möglichkeit zur künstlichen Restorationsalterung besteht in der Anwendung von Kausimulatoren. Die Füllungen werden zusätzlich zur Thermowechselast oder ohne Thermowechselast in Kausimulatoren künstlichen Kaukräften ausgesetzt. Bei Studien zur Untersuchung von Randqualitäten an okklusionstragenden Kavitäten-Klassen werden Kausimulatoren standardmäßig zur Restorationsalterung herangezogen. Bei provisorischen Verschlussmaterialien wird dieses Verfahren nur selten verwendet und die Ergebnisse, in wie weit die Kaubelastung auf die Randqualität einwirkt sind widersprüchlich [47,133,146].

2.4 Methylenblau

Die überaus vielfältigen organischen Farbstoffe werden in zwei Hauptgruppen unterteilt. Man unterscheidet zunächst die künstlichen organischen Farbstoffe, d.h. solche, die nicht in der Natur vorkommen und natürliche Farbstoffe, die in der Natur verbreitet sind.

Das von *Caro* 1876¹ erstmals hergestellte Methylenblau mit der Summenformel ($C_{16}H_{18}ClN_3S \times aq$), ist der wichtigste Vertreter der kationischen Phenothiazin - Farbstoffe (Thiazinfarbstoffe), der den künstlichen organischen Farbstoffen zugeordnet wird [168]

¹*Caro, Heinrich* 1834 – 1910 Chemiker, Direktor, Vorstands- und Aufsichtsratsmitglied der BASF [168]

2.4.1 Beschreibung und Eigenschaften

Reines Methyleneblau bildet dunkelgrüne, glänzende Kristalle oder ein dunkelgrünes Pulver. Es kommt in verschiedenen Hydratformen vor und kann bis zu 22% Wasser enthalten. Die meist gehandelte Form ist das Trihydrat. Methyleneblau ist in Wasser, Alkohol und Chloroform löslich, wobei 1 Teil Methyleneblau sich in ca. 25-40 Teilchen Wasser lösen. In Ether ist die Substanz nicht löslich. Eine 1% - Lösung in Wasser reagiert sauer (pH = 3 – 4,5). Das Schmelzintervall liegt bei 100 – 110°C, wobei es zur Zersetzung der Kristalle kommt. Methyleneblau ist ein Redoxindikator, der sich leicht als Wasserstoff-Akzeptor betätigt, dabei wird der Farbstoff in einer reversiblen Reaktion in die farblose Leukoform umgewandelt [26,168].

2.4.2 Anwendungsbereich

Die Anwendung von Methyleneblau ist vielseitig. Sie erstreckt sich von der Chemie, über die industrielle Färbetechnik, bis zur Medizin inklusive der Zahnmedizin. *Ehrlich*² führte Methyleneblau in die Histologie ein, als sogenannten Vitalfarbstoff. Es färbt bestimmte Teile des lebenden Organismus sehr stark (besonders periphere Nerven), während andere Strukturen ungefärbt bleiben [168].

² *Ehrlich, Paul* 14.3.1854–20.8.1915, Serologe und Mediziner. Er besuchte Universitäten in Breslau, Straßburg, Freiburg und Leipzig. Später war er zunächst Assistenz- dann Oberarzt an der Berliner Charité. 1904 erhielt er eine ordentliche Honorarprofessur in Göttingen. 1908 bekam er für seine Arbeiten zur Immunität den Nobelpreis. Nur ein Jahr später gelang ihm der entscheidende Durchbruch im Kampf gegen die Syphilis, die Entdeckung des Salvarsans. Diese Substanz bewahrte viele Menschen vor einem qualvollen Tod [56].

Gemische von Methylenblau mit seinen Oxiden (*Giemsa-*, *Pappenheim-* oder *May Grünwald Leishann- Färbung*) finden in der Mikroskopie Verwendung. Eine alkalisierte Methylenblaulösung nach *Löffler* findet Anwendung zum Anfärben von Blutparasiten im Blutaussstrich. In Form speziell gefertigter Pillen wird Methylenblau zur Funktionsprobe des Magens verwendet. Es wirkt als Antidot bei Kohlendioxid-, Nitrit-, und Vergiftungen mit Cyanverbindungen. Methylenblau ist außerdem ein Antiseptikum und Antirheumatikum. In der Veterinärmedizin ist es ein Bestandteil einiger Präparate, die zur Therapie von Furunkeln, Ekzemen und Magen- Darmkatarrhen ihren Einsatz finden [168].

In der Zahnmedizin eignet sich Methylenblau (Canal Blue / VDW, München) zur Kariesdiagnostik und zur Darstellung von Wurzelkanaleingängen. Dabei wird Restpulpagewebe angefärbt. Weiterhin wird es zur Diagnostik von Frakturlinien, sowie in der retrograden Chirurgie zum Anfärben der Resektionsfläche angewendet. Hier werden neben den Kanälen auch Gewebsspalten sichtbar gemacht, die sich dann erst vollständig entfernen lassen, wodurch ein Misserfolg der endodontischen Therapie vermieden wird [26].

2.5 Desinfektion des Wurzelkanals

Desinfektion ist definiert als gezielte (selektive) Keimabtötung mit dem Ziel, eine Übertragung von Infektionen durch unerwünschte Mikroorganismen zu verhindern [160], bzw. die Abtötung, Hemmung oder Entfernung aller pathogenen Mikroben, die eine Infektion bewirken können [194]. Eine Desinfektion kann (a) mechanisch, z.B. durch Scheuern oder Reiben, (b) physikalisch durch Strahlen(UV-Licht) oder Hitze sowie (c) chemisch durch Desinfektionsmittel durchgeführt werden. Die Wirkung der Desinfektionsmittel wird durch Proteinschädigung, Permeabilitätsschädigung der Zellmembran oder die Blockade von Enzymsystemen erzielt [160]

2. Literaturübersicht

Die Applikation einer medikamentösen Einlage in den Wurzelkanal kann aus mehreren Gründen erforderlich sein (Tabelle 2.2), wird aber vorwiegend zur Desinfektion des Wurzelkanals zwischen den Behandlungssitzungen verwendet.

Tabelle 2.2 Gründe für den Einsatz medikamentöser Einlagen [213]

- Eliminierung von Mikroorganismen
 - Vermeidung oder Behandlung von Schmerzen
 - Behandlung von Exsudat aus dem Periapex
 - Induzierung von Heilung und Hartgewebsbildung im Periapex
 - Beherrschung von entzündlichen Resorptionen
-

Eine einmal mit Bakterien kontaminierte Pulpa reagiert in der Regel mit einer irreversiblen Entzündung, die in eine infizierte Pulpennekrose übergehen kann [278]. Um einen langfristigen Erfolg einer nachfolgend notwendigen Wurzelkanalbehandlung zu sichern, müssen vor dem definitiven Verschluss möglichst keimarme Verhältnisse im Kanalsystem hergestellt werden. Besondere Aufmerksamkeit erfordert dabei eine adäquate Vorbehandlung des Wurzelkanals, wobei sowohl noch vorhandenes Pulpengewebe als auch die bakterielle Infektion zu beseitigen sind [190]. Es liegen Studien vor, aus denen hervorgeht, dass die Erfolgsquote endodontischer Behandlungen ansteigt, wenn die intrakanaläre Infektion vor der definitiven Wurzelkanalfüllung effektiv beseitigt wird [43,222]. Auf rein mechanischem Wege ist es jedoch praktisch unmöglich alle Keime und allen Debris zu beseitigen, da die infizierten Hohlräume eines Zahnes nicht nur aus Hauptkanälen bestehen. Die Dentintubuli bilden volumenmäßig ein zumindest gleichgroßes Hohlraumsystem, welches der mechanischen Reinigung unzugänglich ist. Dies gilt auch für die von *Meyer* [151-153] beschriebenen zahllosen Verzweigungen eines Wurzelkanals, den Nebenkanälchen und die Ramifikation des apikalen Deltas. Für Problemkeime besteht also trotz aller Bemühungen und Perfektion

2. Literaturübersicht

in der mechanischen Aufbereitung reichlich Gelegenheit, sich dort einzunisten und zu vermehren. Da Mikroorganismen nicht nur im Hauptkanal und den Ramifikationen, sondern auch im pulpenahen Anteil der Dentintubuli vorkommen [79,192,214], sollte die Aufbereitung und die Desinfektion auch in dieser Dentinschicht erfolgen. Mit der sogenannten chemomechanischen Aufbereitung, also der unterstützten Spülung des Wurzelkanals mit antibakteriell und gewebeauflösender Lösungen während der Wurzelkanalaufbereitung, gelingt zwar eine deutliche Reduktion der Bakterien, doch ist es unmöglich sämtliche auch in den Seitenkanälchen und Dentintubuli befindlichen Mikroorganismen zu erreichen [38,39,42,184,195,215]. *Byström* und *Sundqvist* [39] untersuchten, inwieweit mechanische Aufbereitung mit physiologischer Kochsalzlösung in der Lage ist, die Anzahl der Mikroorganismen zu reduzieren. Sie fanden nach Bearbeitung bis zu einer Instrumentengröße ISO 40 zwar eine Reduktion von 10^2 - 10^3 Mikroorganismen, in keinem der Fälle gelang jedoch durch Instrumentierung eine vollständige Keimelimination. In einer ähnlichen Studie wurde die Effektivität der mechanischen Aufbereitung mit physiologischer Kochsalzlösung oder in Kombination mit 0,5% Natriumhypochlorit untersucht [40]. Auch hier waren nach Instrumentierung mit Kochsalzlösung noch alle Kanäle infiziert. Die Instrumentierung wurde in weiteren Sitzungen wiederholt, eine desinfizierende Zwischeneinlage wurde nicht appliziert. Zu Beginn der fünften Sitzung fanden sich noch in sieben von 15 Kanälen Mikroorganismen, in der Gruppe mit Natriumhypochlorit-Applikation waren dagegen nur noch 3 von 15 Kanälen infiziert [40]. Dentintubuli, in denen sich Mikroorganismen aufhalten, stellen also ein bedeutendes Reservoir dar, von dem eine Infektion oder Reinfektion während und nach der endodontischen Behandlung ausgehen kann [172]. Um die Zahl der im Wurzelkanal verbliebenen Mikroorganismen auf ein Minimum zu reduzieren, beziehungsweise diese und ihre Toxine zu zerstören, sowie organisches Gewebe zu entfernen, ist nach *Sundqvist* [234] mindestens eine medikamentöse, (antibakterielle) Einlage zwischen den Sitzungen während der Behandlung infizierter Wurzelkanäle unentbehrlich. Bewährt hat sich bei einer Wurzelkanalbehandlung einer nekrotisch-infizierten Pulpa und/oder periapikalen

Läsion als Standardmethode die so genannte chemomechanische Aufbereitung kombiniert mit medikamentösen Einlagen [220]

2.5.1 Mikrobiologie des infizierten Wurzelkanals

Erkrankungen der Pulpa und des Periapex sind in der Regel entzündlicher Natur und können durch eine Vielzahl unterschiedlicher Noxen ausgelöst werden. Neben thermischen, chemischen und mechanischen Irritationen kommen insbesondere bakterielle Reize in Betracht. Die Schlüsselstellung der bakteriellen Infektion wurde durch zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten belegt [124,157,158,231,233,235]. Die mikrobiologische Analyse von Wurzelkanälen mit infizierter beziehungsweise nekrotischer Pulpa belegt deutlich, dass es sich in der Regel um bakterielle Infektionen handelt, für deren Pathologie sowohl anaerobe Bakterien als auch Pilze verantwortlich sind. Die Anzahl an Mikroorganismen im Wurzelkanal beträgt in der Regel zwischen 10^3 und 10^8 kolonienbildenden Einheiten (CFU) [40,62,109,236]. Die Größe der apikalen Knochendestruktion korreliert signifikant mit der Anzahl von Mikroorganismen im Wurzelkanal [43,231]. Interessanterweise finden sich meistens in jeweils einem Wurzelkanal Mischinfektionen. *Wittgow* und *Sabiston* [274] fanden nur in 22% der Fälle eine, sonst bis zu 6 Spezies; *Sundqvist* [231] isolierte in 19% der Fälle nur eine Spezies sonst bis zu 12 pro Kanal. *Byström* und *Sundqvist* [39] konnten 1-10 Spezies pro Kanal identifizieren, *Ando* und *Hoshino* [13] 2-13 Spezies, *Le Goff* et al. [131] 2-8 Spezies und *Sjögren* et al. [222] 1-6 Spezies. Nach *Haapasalo* und *Orstavik* [80] sind Wurzelkanalinfektionen zu 99 % Mischinfektionen. Die Anzahl und Zusammensetzung der Mikroorganismen kann hierbei erheblichen Schwankungen unterliegen. Eine typische Keimflora in einem infizierten, nekrotischen Wurzelkanal oder bei einer apikalen Läsion beinhaltet gram-negative Streptokokken, Peptostreptokokken, Porphyromonas und Prevotellaarten, Lactobazillen, Actinomycesarten, Stämme der Fusobacterium und Clostriden, Candidastämme und Enterokokken [73,74,114,132,185,232,235], wobei die obligaten Anaerobier mit bis zu 90%

den größten Anteil ausmachen [13,24,131,233,256,274]. Es wurden aber durchaus auch Wurzelkanäle mit 100% obligaten Anaerobiern identifiziert [13]. Da die Mikroorganismen bei der Ätiologie der Pulpitis und bei apikalen Läsionen eine fundamentale Rolle spielen [233] und für die meisten Misserfolge einer Wurzelkanalbehandlung verantwortlich gemacht werden [155,237], steht es außer Frage, dass den Maßnahmen zu deren Eliminierung eine enorme Wichtigkeit zugeschrieben wird [73,258].

2.5.2 Medikamentöse Zwischeneinlagen

Da in vielen Fällen bei mechanischer Aufbereitung selbst mit unterstützenden desinfizierenden Spüllösungen keine absolute Keimfreiheit erreicht werden konnte, ist es nahe liegend, dies durch eine intermediäre desinfizierende Einlage mit längerer Expositionszeit zu versuchen [39,40,42,184,195,215,220,222,253]. *Shuping* et al. [215] untersuchen die Keimreduktion einer Natriumhypochlorid-Spüllösung kombiniert mit einer mindestens einwöchig verweilten medikamentösen Einlage aus Kalziumhydroxid in vivo. Dabei stieg der Anteil der keimfreien Kanäle von 92,5% nach erfolgter Medikation. In einer weiteren Studie wurden nach chemomechanischer Reinigung und einwöchiger Einlage mit Kalziumhydroxid in vivo in keinem Wurzelkanal mehr Keime nachgewiesen [221]. Darüber hinaus dient eine medikamentöse Einlage im Wurzelkanal als Raumfüller, um Keime an der Möglichkeit der Vermehrung zu hindern [184]. Als zusätzliche Barriere im Wurzelkanal platziert, soll ein Medikament bei Insuffizienz des provisorischen Verschlusses eine Reinfektion des Wurzelkanals durch Keime aus der Mundhöhle zumindest verzögern [1,216].

2. Literaturübersicht

Die Behandlung der Pulpaerkrankungen und ihrer Folgeerscheinungen hat eine lange Geschichte. *Pierre Fauchard*³ schrieb 1728 das erste zahnärztliche Lehrbuch, worin er die Verwendung von Nelkenöl, Ingwer, Opium und eine Mixtur von Urin und Branntwein zur Desinfektion vorgeschlagen hat. Anfang des vergangenen Jahrhunderts wurde ein großes Spektrum unterschiedlich wirkender Medikamente eingeführt, wie Arsen, Paramonochlorphenol, Paramonochlor -phenolkampfer, Kampferphenol, schwefelhaltige Lösungen, Formaldehyde, Tricresolformalin, und unzählige andere Mittel [154].

Heute stehen als Medikamente zur desinfizierenden Begleitbehandlung eines Wurzelkanals mehrere Wirkstoffe, beziehungsweise Wirkstoffkombinationen, zur Verfügung. Die meisten im Handel erhältlichen Präparate lassen sich untergliedern in phenolhaltige Präparate, formaldehydhaltige Präparate, Kalziumhydroxid sowie antibiotika - und kortikosteroidhaltige Präparate [90]. Obwohl das Medikamentenarsenal für die Desinfektion des Wurzelkanals sehr groß ist, (Tabelle 2.3) steht uns dennoch kein ideales Medikament zur Verfügung, dass allen Anforderungen [1] gerecht werden würde.

³ *Pierre Fauchard* 1678 bis 1761 gilt als Vater der wissenschaftlichen Zahnheilkunde. 1728 erschien sein zweibändiges Werk »Le Chirurgien dentiste ou traité des dens« 1746 folgte eine zweite erweiterte Auflage. Der Nachhall dieser war so groß, dass man ihr 1786, 25 Jahre nach dem Tode des Autors, eine dritte folgen ließ. Mit diesen Büchern war das erste, die gesamte Zahnheilkunde, ja darüber hinaus (»aux autres parties voisines des dents«) auch unser heutiges Gebiet der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde umfassende Werk geschrieben [56]

2. Literaturübersicht

Tabelle 2.3 Einteilung der häufig benutzten Medikamente [266]

-	Alkohole
	Äthylalkohol
	Isopropylalkohol
-	Phenole
	ChKM
	Thymol
	Metacresylacetat
-	Aldehyde
	Formaldehyd
	Trikresol-Formalin
	Glutaraldehyd
-	Halogenverbindungen
	Natriumhypochlorid
	Jod-Kaliumjodid
	Chloramine- T
-	Calciumhydroxid
-	Kortikoid-Antibiotika-Präparate

In der Vorliegenden Studie fanden Calxyl®, Ledermix® sowie ChKM ihre Anwendung als medikamentöse Zwischeneinlage, die im Einzelnen nachfolgend beschrieben sind.

2.6. Calxyl® - als medikamentöse Zwischeneinlage

Kalziumhydroxid wurde 1920 von Bernhard W. Hermann als „biologisches“ Wurzelfüllungsmaterial in die Zahnheilkunde eingeführt [91]. Nach den Behandlungserfolgen von Frank im Jahre 1966, der bei pulpentoten Zähnen mit unvollständigem Wurzelwachstum mit Kalziumhydroxid eine weitere Wurzelbildung oder apikale Hartschichtbarriere induzieren konnte [67], wurde Kalziumhydroxid in immer stärkerem Maße in diesen Fällen als temporäres Wurzelkanalfüllmaterial angewendet. Aufgrund der ihm zugesprochenen biologischen Eigenschaften, darunter antimikrobielle Aktivität [42], gewebeauflösende Wirkung [10,254], Hemmung der Wurzelresorption [250], und Induktion reparatorischer Leistungen durch Hartgewebsneubildung [212], wurde seine Anwendung bei einer Vielzahl verschiedener klinischer Behandlungsmaßnahmen empfohlen [88].

2.6.1 Präparatbeschreibung

Calxyl®-Paste ist allgemein als intrakanaläre Einlage bekannt. Neben Kalziumhydroxid und Wasser enthält sie zur besseren Gewebeerträglichkeit geringe Mengen an folgenden Salzen: Kalziumchlorid, Kaliumchlorid, Natriumchlorid und Natriumcarbonat. Dieses wohl älteste Kalziumhydroxid - Fertigpräparat ist im Handel als Calxyl® (rot) und Calxyl® (blau) erhältlich. Dem zuletzt genannten Präparat ist zusätzlich zu dem oben aufgeführten Inhaltstoffe Bariumsulfat als Röntgenkontrastgeber beigemischt. Aufgrund seines hohen pH-Wertes von 12,5 [9,227] wirkt es zuverlässig bakteriozid, so dass eine zufriedenstellende Desinfektion des Wurzelkanals resultiert. Allgemein beruht die antimikrobielle Aktivität von Kalziumhydroxid auf einem pH-abhängigen Mechanismus ($\text{pH} > 12$). Dieser führt zur Zerstörung der bakteriellen Zellmembran, zur Denaturierung struktureller Proteine und Enzyme und / oder zur Zerstörung der bakteriellen DNA [10,42,60,86]. Ferner ist Kalziumhydroxid in der Lage, die biologischen Eigenschaften von Lipopolysacchariden (LPS), zu

2. Literaturübersicht

verändern und somit zu inaktivieren [36,204,205]. LPS werden bei der Vermehrung oder beim Absterben von gramnegativen Mikroorganismen freigesetzt [145]. Es ist bekannt, dass LPS entzündliche Reaktionen hervorrufen [28] und tierexperimentell sogar zur Lyse periapikalen Knochens führen können, wenn sie in den Wurzelkanal eingebracht werden [48]. In Anlehnung an die Beschaffenheit eines infizierten Wurzelkanals in Bezug auf die mikrobielle Besiedlung und der Erkenntnis, dass es sich dabei um bis zu 90% um anaerobe Keime handelt [13,24,131,233,256] und diese Kohlendioxid zum Überleben brauchen, ist es denkbar, dass Kalziumhydroxid mit diesem im Wurzelkanal befindlichen Kohlendioxid reagiert und somit eine indirekte antibakterielle Wirkung entfaltet [121]. In Analogie zu den Vorgängen im Pulpengewebe nach einer Pulpotomie, bewirkt der stark basische pH-Wert des Kalziumhydroxids eine oberflächige Ätznekrose im Kontakt mit den apikalen Granulationsgewebe und eine Alkalisierung der angrenzenden Zonen, was eine Hartschubstanzbildung begünstigt. Damit wird die Ausbildung einer apikalen Hartschubstanzbarriere durch das periapikale Gefäß- Bindegewebe im Sinne einer Apexifikation möglich, die dann eine definitive, konservative Wurzelkanalfüllung ermöglicht. Der Kontakt von Kalziumhydroxid mit periapikalen Gewebe kann von erheblichen 12 bis 24 Stunden anhaltenden Schmerzen begleitet sein [81]. Über die Schmerzen nach der Behandlung mit Calxyl® berichtet *Lörinczy-Landgraf* [137]. Aus diesem Grund bevorzugen einige Autoren die Mischung von Kalziumhydroxid – Pulver mit einem Antibiotika – Kortikosteroid – Kombinationspräparat (z.B: Ledermix® - Paste) im Verhältnis 1:1 vermischt anzuwenden [1,2,5,89,242].

Wie effektiv Ca(OH)_2 im Rahmen der Wurzelkanalbehandlung ist, konnte in einigen In-vivo-Studien gezeigt werden. *Ørstavik et al.* [195] untersuchten den Effekt von Aufbereitung und Ca(OH)_2 -Einlage in Zähnen mit infiziertem Endodont. Während nach dem Instrumentieren in 61% der Zähne noch Mikroorganismen nachgewiesen werden konnten, fanden sich nach Ca(OH)_2 -Einlage nur noch in 35% der Fälle Mikroorganismen. *Yared et al.* [279] beobachteten in vivo nach Ca(OH)_2 -Einlage in keinem von 60 infizierten Wurzelkanälen quantifizierbare Mengen von Mikroorganismen, während sie

2. Literaturübersicht

diese nach der Aufbereitung - also vor $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage - noch in 48% der Fälle nachweisen konnten. *Shuping et al.* [215] erhielten nach Aufbereitung und Spülung mit NaOCl in 62% der Fälle keimfreie Kanäle. Nach $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage war die Zahl der keimfreien Kanäle, wiederum signifikant, auf 92,5% gestiegen. Wie zahlreiche Untersuchungen zeigen, wirkt Kalziumhydroxid gegen die am häufigsten im infizierten Wurzelkanal befindlichen Keime [41,217,221,229,258]. Eine frische Calxyl®-Paste hemmt das Wachstum von *Staphylococcus aureus* und *Escherichia coli* [32]. Bestimmte Bakterien, wie zum Beispiel Enterokokken tolerieren extrem hohe pH-Werte aber auch Pilze zeigen einen weiten Toleranzbereich auf [14]. In letzter Zeit gewinnen Hefepilze insofern stärker an Bedeutung, als sie oft in therapieresistenten Läsionen gefunden werden [162,214,265]. *Watts et al.* [268]. konnten jedoch auch in infizierten, nicht behandelten Wurzelkanälen mittels DNA-Sonden in 25% der Fälle *Candida albicans* isolieren. Der desinfizierenden Wirkung von Kalziumhydroxid, besonders gegenüber den in Dentintubuli persistierenden Mikroorganismen sind, wie zahlreiche Studien beweisen Grenzen gesetzt. Die Resistenz gegenüber dem Wirkungsmechanismus vom Kalziumhydroxid wird, besonders bei den fakultativ anaeroben, grampositiven Bakterien der Spezies *Enterokokkus faecalis* und Pilzinfektionen mit der Spezies *Candida albicans* beobachtet [21,41,61,82,230, 270]. *Enterokokkus faecalis* wurde des öfteren in Wurzelkanälen mit persistierenden apikalen Parodontitiden nach erfolgter Wurzelkanalbehandlung gefunden [83,155,237]. *Waltimo et al.* [264] untersuchten 26 *Candida* Subspezies und *Enterokokkus faecalis*, auf ihre Resistenz gegen $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Verglichen mit *Enterokokkus faecalis* zeigten die *Candida* Subspezies eine gleiche oder höhere Resistenz gegen $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Es wurden 16 h Expositionszeit benötigt, um 99,9% aller Keime zu eliminieren. *Safavi et al.* [203] wiesen nach, dass *Enterokokkus faecium* auch nach relativ langen Perioden einer Behandlung mit Kalziumhydroxid in den Dentintubuli überleben. Die Kombination von Kalziumhydroxid mit anderen antimikrobiellen Substanzen, soll die Möglichkeit schaffen, die Grenzen der Wirksamkeit von Kalziumhydroxid als intrakanaläre Medikament zu überwinden [219]. *Siquera und Uzeda* [216] beschreiben, dass Kalziumhydroxid, gelöst in steriler

Kochsalzlösung, auch nach einwöchiger Anwendung wirkungslos gegen *Enterokokkus faecalis* und *Fusobacterium nucleatum* war. Eine mit CPMC (camphored parachlorphenol = Paramonochlorphenol-Kampfer) und Glycerin (Verhältnis 1:1) angereicherte Kalziumhydroxidpaste hingegen eliminierte bereits nach 24 Stunden alle Bakterien. Auf Grund dessen kommen sie zu dem Ergebnis dass ChKM (Chlorphenol-Kampfer-Menthol) offenbar die bakteriozide Wirkung von Kalziumhydroxid ergänzt bzw. erhöht [216]. In einer weiteren Studie überprüfen *Siquera et al.* [218] die Fähigkeit einiger medikamentöser Einlagen, eine Rekontamination des Wurzelkanals zu verhindern. Auch hier erwies sich die Ca(OH)_2 -ChKM-Kombination sowohl reinem Ca(OH)_2 als auch reinem ChKM überlegen. *Sukawat* und *Srisuwan* [230] untersuchten unterschiedliche Kombinationspräparate darunter Ca(OH)_2 + ChKM bezüglich ihrer Wirkung auf *Enterokokkus faecalis*. Die Kombination aus Kalziumhydroxid und ChKM war in der Lage sämtliche vorhandenen Mikroorganismen zu eliminieren. Von einer fungiziden Wirkung gegen *Candida albicans* der Ca(OH)_2 -ChKM-Paste berichten *Ferguson et al.* [64] und *Menezes et al.* [148]. Als Desinfiziens und „ Bindemittel“ wird daher von amerikanischen Autoren dem Kalziumhydroxid, Chlorphenol-Kampfer-Menthol zugesetzt.

2.7 Ledermix® als medikamentöse Zwischeneinlage

Seit 1958 wurden Berichte über die Behandlung der Pulpitis mittels Kortikosteroide publiziert, doch die Anzahl der Probanden war bis dahin zu klein und die Nachuntersuchungen auf zu kurze Zeitspannen beschränkt [118,196]. Es war *Schroeder* und seinem Mitarbeiter *Triadan* vorbehalten ein spezifisch für diesen Zweck kombiniertes Präparat anzugeben. Nach einigen Änderungen in der Zusammensetzung wurde das Präparat Ledermix® vorgestellt [208], und an über 500 Patienten getestet, bevor es 1962 auf dem europäischen Markt erschien. Das ursprüngliche Einsatzgebiet der Ledermixrezeptur war zunächst die Therapie der entzündlich veränderten Pulpa in Form einer indirekten Überkappung. Aber auch die Behandlung zur Vitalerhaltung einer artifiziell

eröffneten Pulpa mit Ledermix® im Sinne einer direkten Überkappung wurde beschrieben [211]. Doch die anfangs hochgespannten Erwartungen hinsichtlich der Ausheilung auf Grund der frappierenden Schmerzerleichterung, haben sich nicht erfüllt. Das Präparat findet heute aufgrund seiner Zusammensetzung insbesondere im Rahmen der Schmerztherapie bei der akuten Pulpitis oder akuten apikalen Parodontitis als sogenanntes Notfallmedikament seinen routinemäßigen Einsatz [209,210]

2.7.1 Präparatbeschreibung

Bei der Ledermixrezeptur (Lederle, Wolfshausen) handelt es sich um ein Kombinationspräparat der beiden Wirkstoffe: Triamcinolon 1% und Dimethylchlortetracyclin 3,021%. Die entzündliche Reaktion am Apex, welche durch bakterielle Infektion hervorgerufen wird, wird durch das Kortikoid Triamcinolon kontrolliert. Da die inflammatorische Reaktion durch Kortikosteroide lediglich unterdrückt und nicht beseitigt wird [49], beinhaltet das Präparat Ledermix® eine zweite Komponente, ein Antibiotikum das Dimethylchlortetracyclin. Dieses kann die körpereigene lokale Immunreaktion im periapikalen Bereich durch gezielte Keimreduktion unterstützen und folglich die Desinfektionsmaßnahmen im Wurzelkanal begünstigen. Weitere Bestandteile der Ledermixpaste sind: Triethanolamin, Calciumchlorid, Natriumsulfid, Macrogol, Zinkoxid, Natriumcalciumedetat, hochdisperses Siliciumoxid und gereinigtes Wasser. Die Inhaltsstoffe von Ledermix® werden sowohl als Pastenform als auch Zement, jedoch in unterschiedlichen Konzentrationen angeboten. In einer in-vivo Versuchsreihe zur antibakteriellen Wirksamkeit von Ledermix® als medikamentöse Wurzelkanaleinlage konnten *Briseño et al.* [35] für alle untersuchten Keime (*Streptococcus oralis*, *Actinomyces naeslundii*, *Micromonas micros* und *Prevotella denticola*) entsprechende antibakterielle Wirksamkeit feststellen. *Abbott et al.* untersuchten in drei Studien [1,4,6] die Diffusion der Ledermix-Komponenten, in denen sie die Effektivität von Demeklacyclin bei der Eliminierung typischer

2. Literaturübersicht

endodontischer Keime beschreiben. Die Autoren führten die gute Wirksamkeit des Medikaments auf seine günstigen Diffusionseigenschaften zurück. *Heling* und *Pecht* [90] wiesen *in vitro* eine gute antibakterielle Wirkung von Ledermix® gegen *Staphylococcus aureus* nach, die jedoch nicht nach 48 Stunden sondern erst nach 7 Tagen als optimal betrachtet werden konnte. *Motsch* et al. [156] beobachteten dagegen für Ledermix® *in vitro* eine geringe antimikrobielle Wirkung. *Taylor* et al. [242] mischten Ledermixpaste mit einem Ca(OH)_2 -Präparat und verglichen die antibakterielle und toxische Wirkung mit derjenigen von Ledermixpaste allein. Die Autoren stellten fest, dass die antimikrobielle Eigenschaft durch Zugabe von Ca(OH)_2 leicht verstärkt wird, ohne den toxischen Effekt auf die Wirtszellen zu erhöhen. Andererseits stehen Beweismaterialien zur Verfügung, dass wenigstens 25% der in infizierten Wurzelkanälen gefundenen Mikroorganismen sich gegen Tetracyclin als resistent erwiesen [75,282]. Überdies sind alle Hefearten gegen das Medikament resistent, welche in 7 bis 20% aller Kanäle auftreten [162,263]. Eine Ledermixapplikation ersetzt somit nicht eine herkömmliche Wurzelkanalsterilisation, weshalb das Präparat nicht ausschließlich allein anstelle der herkömmlichen endodontischen Verfahren anzuwenden ist, da es diese nur ergänzt [57]. Weiterhin entfaltet Ledermix® eine Schutzwirkung gegen entzündliche Wurzelresorptionen [187,188].

Trotz zahlreichen positiven Veröffentlichungen, besteht dennoch bereits seit der Einführung des Medikamentes eine kontroverse Diskussion. Während die Befürworter einen sicheren Erfolg bei der Schmerzbehandlung im Rahmen der endodontischen Notfalltherapie erhoffen [27,58,165], befürchten die Kritiker insbesondere Nebeneffekte durch das der Ledermixrezeptur beigefügte Kortikoid. Dieses führe zu einer Verminderung der Immunabwehr, zu Sensibilisierung und Überempfindlichkeitsreaktionen und erhöhe dementsprechend das Risiko der Reinfektion [21], da die Schmerzursache nicht beseitigt, sondern nur verschleiert werden würde [49]. Die Befürchtung das Präparat könnte aufgrund seiner Zusammensetzung systemische Nebeneffekte haben, konnte von *Abbott* 1992 [3] widerlegt werden. Ungeachtet dieser, wissenschaftlichen Diskrepanzen findet das Präparat Ledermix® bis heute eine

weite Verbreitung in zahnärztlichen Praxen wie eine Fragebogenuntersuchung in deutschen Zahnarztpraxen ergab. 68% von 712 der Befragten gaben an, Ledermix® routinemäßig bei der Pulpitistherapie einzusetzen [81].

2.8 ChKM als medikamentöse Zwischeneinlage

In der Medizin wurden Phenol-Kampfer-Mischungen schon 1880 als sogenannte „Bakterienschädigende Mittel“ eingesetzt. 1905 führte Otto Walkhoff, nach dem er sie bereits um 1882 zur Pulpitistherapie vorschlug [262] in die Zahnheilkunde ein. Als Desinfektionsmittel infizierter Wurzelkanäle, sowie als lokal anästhesierendes Mittel wurde in ausgedehntem Maße besonders das Chlorphenol-Parachlorphenol eingesetzt [159]. *Immig* [102] propagierte die Phenolanwendung „ zur Behandlung der Gangrän“ und der „Periodontitis“ sowie in Form von Kohlewatte mit Chlorphenol und Thymol als „Wurzelfüllmaterial“. Darüber hinaus fanden Chlorphenol-Kampfer ihren Einsatz bei der so genannten „Durchspültherapie“ der Fistelgänge [161,200]. Neben der Anwendung im Rahmen der Endodontie fanden Chlorphenol-Kampfer-Lösungen auch Anwendung als Desinfizientien in der zahnärztlichen Chirurgie. Nach parodontalchirurgischen Eingriffen wurde Chlorphenol – Kampfer – Menthol zur Anmischung von Zahnfleischverbänden empfohlen [29]. Heute beschränkt sich ihr Einsatzgebiet auf die infizierten Wurzelkanäle als desinfizierende Einlage, wobei die Wirkstoffkombination Chlorphenol-Kampfer-Menthol (ChKM) zur Verfügung steht.

2.8.1 Präparatbeschreibung

ChKM-Lösung (Fa. Adolf Haupt & Co GmbH, Würzburg) zusammengesetzt aus Chlorphenol, Kampher und Menthol ist nach Angaben des Hersteller eine speziell zubereitete Lösung, zur Desinfektion und Behandlung infizierter Pulpen und Wurzelkanälen und von Granulomen.

2. Literaturübersicht

Handelsübliche Rezeptur des ChKMs (bezogen auf 1000 mg)	
4- Chlorphenol	271 mg/g
Kampfer	712 mg/g
Menthol	17 mg/g

Chlorphenol-Kampfer-Menthol weist einen pH-Wert von 5,8, in wässriger Lösung von 5,5 auf, wirkt eiweißfällend [87,175] und ist schlecht wasserlöslich. Durch den der ChKM-Lösung zugefügten Mentholanteil, wirkt es bei Kontakt mit dem vitalen Gewebe lokal anästhesierend und über Gefäßkontraktion entzündungshemmend. Chlorphenollösungen gelten als relativ starke Desinfektionsmittel. Die antibakterielle Eigenschaft des Phenols basiert vermutlich auf der Fähigkeit lipidhaltige Bakterienmembranen zu zerstören. Während bei niedrigen Konzentrationen essentielle Enzymsysteme der bakteriellen Zellmembran inaktiviert werden und es hierdurch zur Auflösung der Zellmembran kommt, erfolgt bei höheren Konzentrationen eine Denaturierung der Zellproteine [100]. Es wird angenommen, dass durch Zusatz von Kampfer bis zur Sättigung eine in sich stabile Lösung entsteht, in der die Ätzwirkung des Parachlorphenols bis zur Gewebeverträglichkeit aufgehoben ist [125], weshalb das Präparat für die Mundschleimhaut vollkommen ungefährlich sei [161]. Für die vollständige Pufferung ist das Verhältnis mit 27 % Chlorphenol zu 71 % Kampfer anzusetzen (siehe Rezeptur). Neueren Erkenntnissen zufolge, wirkt jedoch der zugesetzte Kampfer selbst auch zytotoxisch und erhöht die ohnehin vorhandene Zytotoxizität des Chlorphenols [223]. Die Eigenschaften phenolhaltiger Substanzen, wie die niedrigere Oberflächenspannung und Fettlöslichkeit [163,171], sichern eine gute Penetrationsfähigkeit des Medikamentes. Durch die Diffusionstendenz des Chlorphenols erreicht ChKM Bereiche des Wurzelkanals die für die mechanische Aufbereitung unzugänglich sind. Dabei sorgt Kampfer für eine langsame Chlorphenolfreisetzung [15]. *Haapasalo* und *Orstavik* [80] beschreiben, dass flüssiges CPMC in ihrer Versuchsreihe, die mit Bakterien infizierten Dentinblöcke, schnell und

2. Literaturübersicht

vollständig desinfizierte. *Tanriverdi* et al. [241] untersuchte an humanen Dentinzyklindern die desinfizierende Wirkung von ChKM und Kalziumhydroxid, auf den häufig in Dentintubuli persistierenden Keim *Enterokokkus faecalis*. ChKM erwies sich in seiner desinfizierenden Wirkung Kalziumhydroxid überlegen. Über eine fungizide Wirkung gegen *Candida albicans* von ChKM berichten *Valera* et al. [258]. *Heling und Pecht* [90] berichten dass Chlorphenol-Kampfer innerhalb von 24 Stunden sehr effektiv antibakteriell wirkt, nach 24 Stunden war immer noch genug Substanz in dem auf Dentin platzierten Wattepellet vorhanden, um eine Reinfektion zu verhindern. Der antiseptische Effekt dieser Substanzen ist allerdings von relativ kurzer Dauer [149,151], wodurch die Anzahl im Wurzelkanalverbliebenen Mikroorganismen rasch wieder ansteigen kann. Neben unzureichender antibakterieller Wirkung können Phenolderivate außerdem auch das lebende Gewebe schädigen. Ferner besteht bei Verwendung solcher Substanzen die Gefahr der Überdosierung, wobei die gewebsschädigende Wirkung in den Vordergrund tritt [45,123]. Dem kurzfristigen keimreduzierenden Effekt, stehen also toxische Eigenschaften gegenüber [226]. *Messer und Feigal* [150] untersuchten den zytotoxischen Effekt im Vergleich zu den *die* antibakteriellen Eigenschaften von CMCP. Die Autoren schätzen die Toxizität zu hoch und die antibakteriellen Eigenschaften zu niedrig ein, als dass das Medikament als Einlage empfohlen werden könne [150]. *Versümer und Hülsmann* [259] kommen nach ihrer sehr umfangreichen Betrachtung zu Chlorphenolpräparaten zu der Schlussfolgerung, dass die Anwendung von ChKM als Desinfektionsmittel in der Endodontie nicht indiziert ist. Trotzdem wird dieses Präparat vor allem von älteren Zahnärzten als medikamentöse Einlage immer noch verwendet.

3. Material und Methode

3.1. Herstellung der Proben

Für die Studie wurden 80 frisch extrahierte, karies- als auch füllungsfreie humane Molaren verwendet. Alle Zähne wurden nach ihrer chirurgischen Entfernung, bis zur Probenherstellung maximal über eine Zeitspanne von 6 Wochen, in einer 4%-igen Formalinlösung (Mat.1) gelagert. In diesem Zusammenhang war es wichtig darauf zu achten, dass die Zähne absolut defektlos waren, um die Resultate nicht unkontrolliert zu beeinflussen. Bei den Zähnen handelte es sich um die Multicuspidaten, die durch Operationen (bei den dritten Molaren) oder durch geschädigte Parodontien (erste und zweite Molaren) entfernt wurden.

Nachdem die Zähne von den Resten des bindegewebigen Faserapparates, Konkrementen und Zahnstein mit einem Scaler (Mat.2) befreit worden waren, wurden diese im Auflichtmikroskop (Mat.3) auf Beschädigungen und Sprünge untersucht. Molaren, die stärkere Defekte wie z.B. Schmelzaussprengungen zeigten, wurden verworfen. Anschließend erfolgte an jedem Zahn eine Präparation der Zugangskavität von standardisierter Größe (3,5 x 4 mm).

3.1.1 Trepanation der Zähne

Um standardisierte Zugangskavitäten zu erhalten wurden zuerst die zu präparierenden Stellen mit einem wasserfestem Stift (Mat.13) gekennzeichnet. Mit einem Kugeldiamanten (Mat.4), eingespannt in ein Winkelstück (Mat.5) im hohen Geschwindigkeitsbereich ($200\ 000\ \text{min}^{-1}$) und ausreichender Wasserkühlung, wurde die Umrissform der Trepanationsöffnung dargestellt, dabei wurde durch den Schmelz bis tief in das Dentin hinein präpariert.

3. Material und Methode

Mit einem Rosenbohrer (Mat.6), ebenfalls eingespannt in ein Winkelstück (Mat.7), wurde niedertourig (20 000 U/min) die Pulpakammer eröffnet und das gesamte Pulpakammerdach entfernt. Anschließend wurde die Trepanationsöffnung mittels eines konischen Diamantschleifkörpers mit glatter, nicht arbeitender, selbstzentrierter Spitze (Mat.8), der wiederum in ein Winkelstück (Mat.5) eingespannt war, hohtourig finiert. Der Umriss der Trepanationsöffnung entsprach in allen Fällen einem abgerundeten Dreieck. Dabei war zu beachten, dass der Abstand zwischen der Basis und der Spitze des Dreiecks 4 mm, sowie die mesio-distale Breite der Umrissform des Oberkiefermolaren und die bucco-linguale Breite der Umrissform des Unterkiefermolaren 3,5 mm betrug (Abbildung 3.1 - 3.2). Um genau definierte Breiten zu erhalten, wurde nochmals mit einem Tasterzirkel (Mat.9) nachgemessen und die Kavitäten visuell auf Fehlerhaftigkeiten überprüft. Wurden beim Präparieren die festgelegten Masse nicht eingehalten, so war die Probe zu verwerfen.

3. Material und Methode

Abbildung 3.1: Umrissform der Trepanationsöffnung eines Oberkiefermolaren.

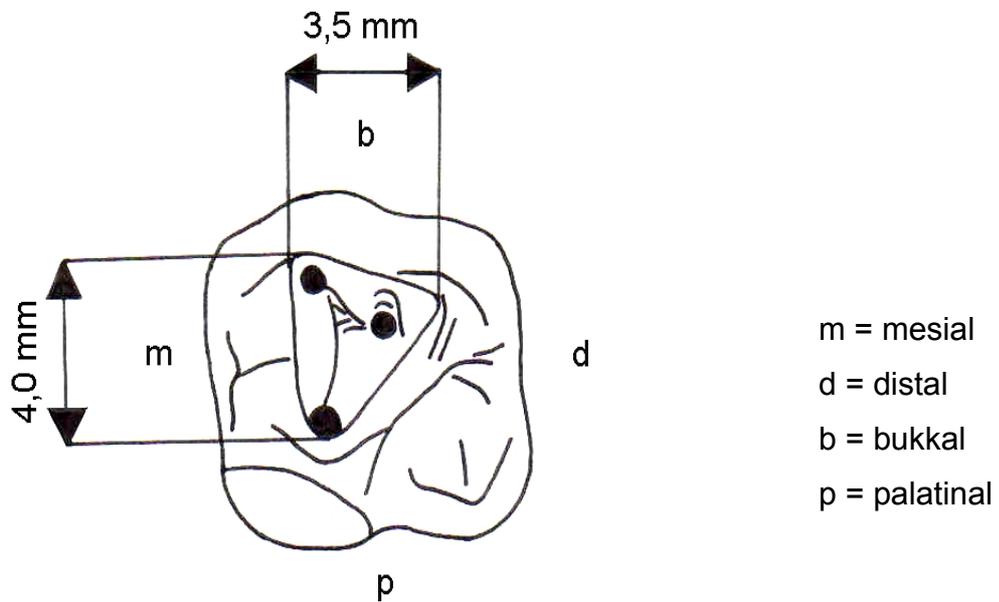
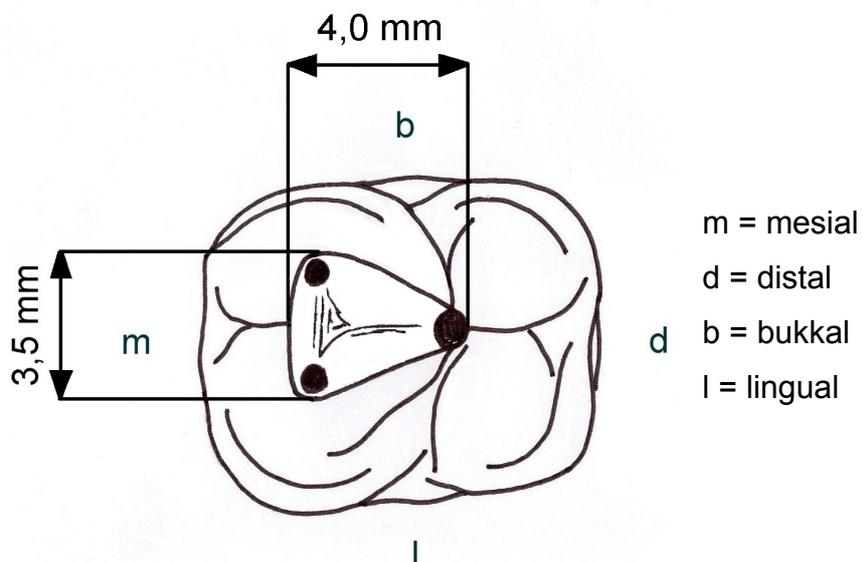


Abbildung 3.2: Umrissform der Trepanationsöffnung eines Unterkiefermolaren.



3.1.2 Apikaler Verschluss

Um den apikalen Verschluss zu sichern, wurden die zuvor mit destilliertem Wasser ausgewaschenen Proben (30 sec) unter Aussparung der Trepanationsöffnung mit einer Distanz von 1 mm zur Kavität mit visiblen Nagelack (Mat.10) progressiv ummantelt. Nach einer Trockenphase von 12 Stunden, die auf einen sicheren Trockenprozess schließen lässt, wurde erneut zu den gleichen adäquaten Konditionen mit wiederum derselben Austrocknungsdauer von 12 Stunden der Prozess wiederholt. Um die Haftung des Lackes an dem Zahn zu verbessern, wurde die Zahnoberfläche durch einmaliges Abwischen mit einem Wattestäbchen (Mat.11) und 96% Alkohol (Mat.12) gereinigt. Insgesamt wurden in dieser Verfahrensweise 80 Proben hergestellt, die nach Zufallprinzip mit den Ziffern 1 bis 80 mittels wasserfestem Stift (Mat.13) gekennzeichnet worden sind. Bis zum Versuchsbeginn wurden die Proben in einem Plexiglasbehälter (Mat.14) mit einer mit destilliertem Wasser befeuchteten Watterolle (Mat.15) bei 100% Luftfeuchtigkeit aufbewahrt.

3.1.3 Versorgung der Zugangskavität

Aus der Anzahl der Proben ergab sich, dass jeweils 20 Proben der Behandlung mit Ledermix® (Mat.16) Gruppe I, mit ChKM (Mat.17) Gruppe II beziehungsweise mit Calxyl® (Mat.18) Gruppe III behandelt worden sind, entsprechend wurden 20 Exemplare keinerlei der endodontischen Medikamente ausgesetzt Gruppe IV (Kontrollgruppe). Hierzu erfolgte eine randomisierte Zuteilung der Molaren zu den Gruppen. Die Zuordnung der Probe zu der entsprechenden Behandlung wurde schriftlich festgehalten. Die Reihenfolge der Behandlung wurde zuvor festgelegt, in dem aus der Gesamtheit eine zufällige Auswahl vorgenommen worden ist. Die Randomisierungsliste der Behandlung wurde durch zufällige Auswahl der zu behandelnden Kavitätenwand ergänzt. Im Falle eines Oberkiefermolaren bestand die Wahl zwischen der mesialen bzw. der distalen, im Falle eines

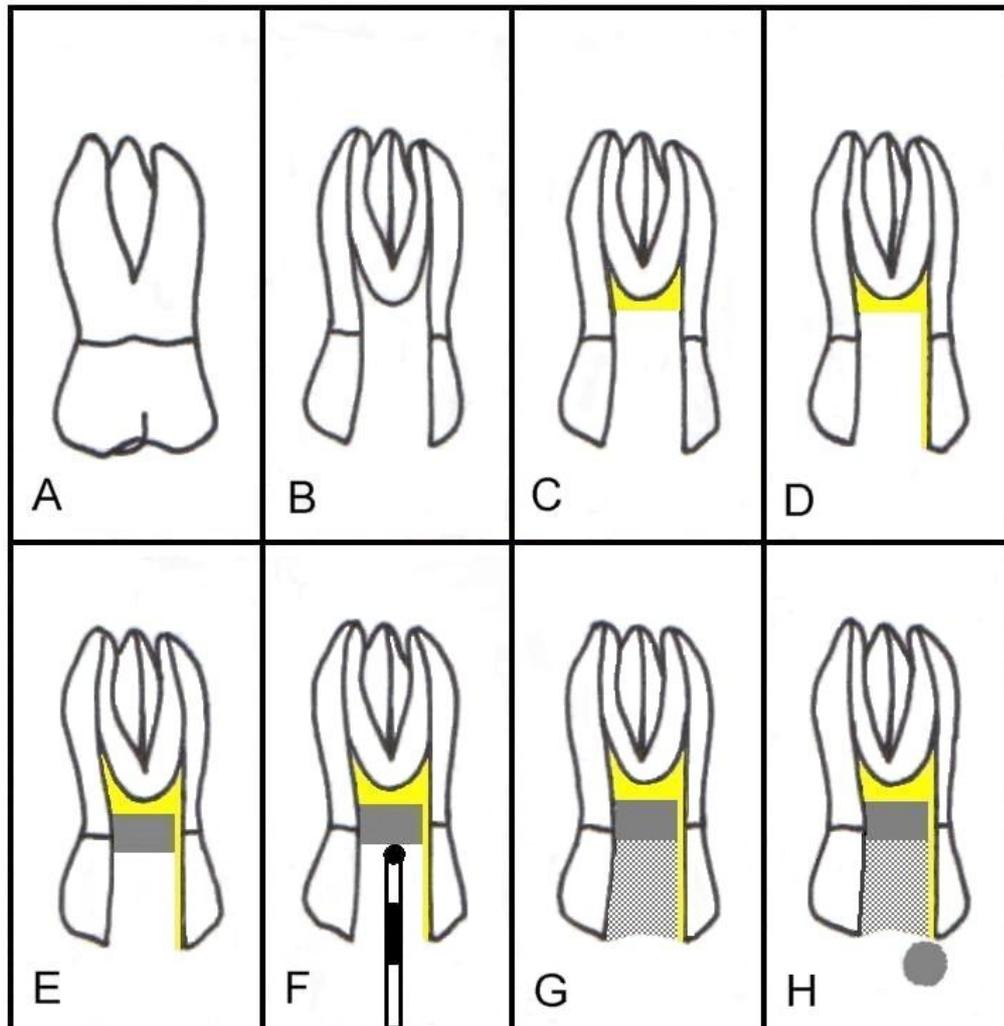
3. Material und Methode

Unterkiefermolaren die Wahl der bukkalen bzw. der lingualen Kavitätenwand mit entsprechendem Medikament zu behandeln. In beiden Fällen ist jeweils eine der Tangenten des trepanierten Dreiecks behandelt worden.

Der Kavitätenboden der Kontrollgruppe (Gruppe IV) wurde mittels einer Kugelsonde (Mat.19) mit Calxyl® abgedeckt, anschließend wurde die Kavität, wobei die Kavitätenwände frei von Medikament blieben, soweit mit einem Calxyl® getränktem Wattepellet (Mat.20) aufgefüllt, bis die Kavitätenresttiefe 4 bis 4,5 mm betrug. Die Kavitätenresttiefe wurde mit einer Parodontalsonde (Mat.21) 4 bis 4,5 mm bestimmt. Der Kavitätenboden der Gruppen I bis III wurde mit jeweils dem der Gruppe zugeordneten Medikament bedeckt. Für die Applikation von Calxyl® und Ledermix® bediente man sich einer Kugelsonde. Beim Applizieren von ChKM war es notwendig eine Einmalpipette (Mat.22) zu gebrauchen. Nachfolgend erfolgte mittels einer Sonde (Mat.23) bzw. Einmalpipette die Bedeckung einer, der aus der Randomisierungsliste vorgegebenen Kavitätenwand. Die gegenüberliegende Kavitätenwand sowie die Hypotenuse des präparierten Dreiecks waren nicht medikamentös bedeckt. Dieses wurde mit Hilfe eines Stereomikroskops (Mat.3) kontrolliert. Analog der Kontrollgruppe wurde bei allen Proben bis zu einer Kavitätenresttiefe von 4 bis 4,5 mm die Zugangskavität mit dem entsprechenden medikamenten getränkten Wattepellets aufgefüllt. Wie in der Kontrollgruppe erfolgte die Messung der Kavitätenresttiefe mittels einer Parodontalsonde. Wiederholt erfolgte eine Kontrolle der Proben unter dem Stereomikroskop, auch bezüglich eventueller Wattlefasernverunreinigungen, da Wattlefasern, wenn sie über den Kavitätenrand reichen, nach *Newcomb* et al. [169] als Docht wirken und somit den Erfolg beeinträchtigen können. Nach der Überprüfung erfolgte der Verschluss der Kavität mit der provisorischen Verschlussmasse Cavit®-W (Mat.24) welches mit einer Kugelsonde drucklos nach Herstellerempfehlung appliziert wurde (Abbildung 3.3).

3. Material und Methode

Abbildung 3.3: Das Vorgehen bei Füllen der Zugangskavität.
Schematische Darstellung anhand eines Oberkiefermolaren
in der mesio-distalen Ebene.



A: Intakter Oberkiefermolar, **B:** Fertige Zugangskavität, **C:** Medikamentöse Zwischeneinlage am Pulpakammerboden appliziert, **D:** Distale Kavitätenwand bedeckt mit medikamentöser Einlage, **E:** Applikation eines Wattepellets, **F:** Kavitätenresttiefe von 4-4,5 mm, gemessen mit Parodontalsonde, **G:** Verschluss der Zugangskavität mit Cavit®-W, **H:** Befeuchten der Füllungsoberfläche

3.2. Chronologischer Ablauf des Versuches

In einer Quantität von 5 Proben wurden folgende Prozeduren verrichtet:

Nach einer Lagerung der Proben in einem Trockenschrank (Mat.25), bei 37°C für 72 Stunden in einem Plexiglasbehältnis, gefüllt mit physiologischer Kochsalzlösung (Mat.26) und einer Reinigungsperiode von 30 sec je Probe in destilliertem Wasser, wurden die Proben Temperaturlandschwankungen unterzogen. Zwei Bäder mit unterschiedlichen Temperaturen standen zur Verfügung.

Um realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen, wurden die Temperaturen in den Becken annähernd der im Mundmilieu existierenden Minima und Maxima ausgerichtet, d.h. das Kaltbad hatte eine Wassertemperatur von 5°C, das Warmbad eine Temperatur von 55°C [166]. Das verwendete Gerät (*Willytec, Karlsruhe*) bestand aus zwei Wannen mit Heizspiralen, um die gewünschte Temperatur zu halten. Die Kaltwanne war zusätzlich mit einem Klimagerät ausgestattet, dass die Temperatur stets um den Gefrierpunkt hielt. Die Heizspiralen wurden dann auf die entsprechende Temperatur eingestellt. Zweierlei Thermostaten bestehend aus jeweils einen Temperiergerät DC1 und einem Badgefäß „V“- Kaltbad bzw. „W15“-Warmbad, dienen der Regulation und der Kontrolle der konstanten Temperatur. Während das Temperiergerät das Wasser aufwärmt, kühlt das dazugehörige Badgefäß dem Temperiergerät entgegen. Die Genauigkeit der Temperiereinrichtung bewegt sich in einem Bereich von $\pm 1^\circ\text{C}$. Um den Wasserstand in den Becken auf einem Niveau von 25 Liter zu halten, befand sich im Inneren des Beckens ein Schwimmer, der bei sinkendem Wasserniveau dafür sorgte, dass über eine Pumpe aus einem Vorratsbehälter (Volumen: 20 L) das Wasserniveau im Gleichgewicht blieb. Ein Thermowechsler in Form einer Brücke transportierte die Proben von einem zu anderen Badgefäß.

3. Material und Methode

Abbildung 3.4: Thermocycler der Firma Willytec, Karlsruhe)



Die Proben durchliefen insgesamt 150 Zyklen. Ein Zyklus betrug 124 Sekunden, 60 Sekunden für das Kaltbad bei 5°C und auch für das Warmbad bei 55°C. Die Zeit während des Transportes der Zähne von der einen zur anderen Seite, die sogenannte Abtropfzeit, betrug 4sec. Somit ergibt sich eine Gesamtzeitperiode von 320 Minuten. Im Einzelnen wurden die Proben 150 Minuten der Temperatur von 5°C sowie 150 Minuten der Temperatur von 55 °C ausgesetzt. Die Gesamtabtropfzeit betrug 20 Minuten. Nach 320 Minuten war der Versuchsteil ohne Zwischenfälle abgelaufen.

Der letzte Schritt des Versuches bestand darin, die Proben in einem Glasgefäß (Mat.28; 100 ml), gefüllt mit 1% Methylenblau (Mat.29), bei Zimmertemperatur einzulegen. Nach 72 Stunden wurden sie einzeln aus dem Glasgefäß mit einer zahnärztlichen Pinzette (Mat.30) entnommen, 60 Sekunden mit destilliertem Wasser ausgewaschen und 30 Minuten lang auf einer Papierserviette (Mat.31) getrocknet, bevor die Trennung der Proben in zweier Hälften erfolgte.

3.3 Bestimmung der Penetrationstiefe

3.3.1 Vorbereitung der Proben für die mikroskopische Auswertung

Hierfür wurden die Oberkiefermolaren mit ihren Bukkal- bzw. Palatinalflächen und die Unterkiefermolaren mit ihren Distal - bzw. Mesialflächen mit lichthärtendem Kunststoff (Mat.32) und einer Polymerisationslampe (Mat.33) auf einen Plexiglasobjektträger (Mat.34) geklebt. Der Plexiglasobjektträger, mit einem aufgeklebten Zahn, wurde mittels einer Vakuumpumpe (Mat.36; 700 mbar) an der Schneidemaschine angebracht. Das Schneiden der Oberkiefermolaren, longitudinal ihrer Achse, erfolgte von mesial nach distal bzw. umgekehrt (Abbildung 3.5). Die Trennungen der Unterkiefermolaren in zwei Hälften von bukkal nach lingual bzw. von lingual nach bukkal (Abbildung 3.6) mit einem Exakt-Trennschleifgerät (Mat.35).

Bei ausreichender Wasserkühlung, einer mittleren Geschwindigkeit der Bandsäge (ca. 20 m/min) und einer Belastung des Schlittens von 50g wurde der Zahn anschließend longitudinal seiner Achse halbiert. Hierbei betrug die Dicke des Sägeblattes 0,33 mm.

3. Material und Methode

Abbildung 3.5: Schnittrichtung bei einem Oberkiefermolaren

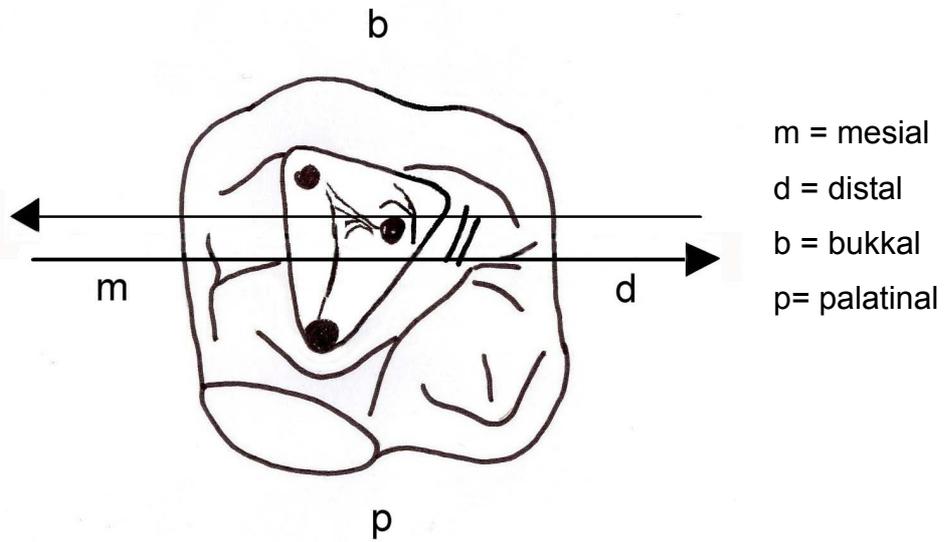
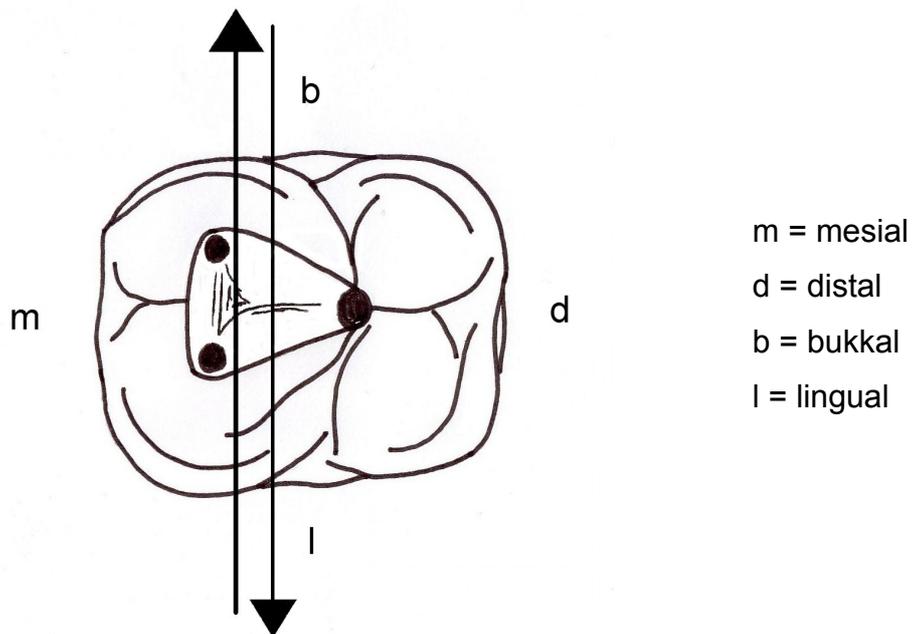


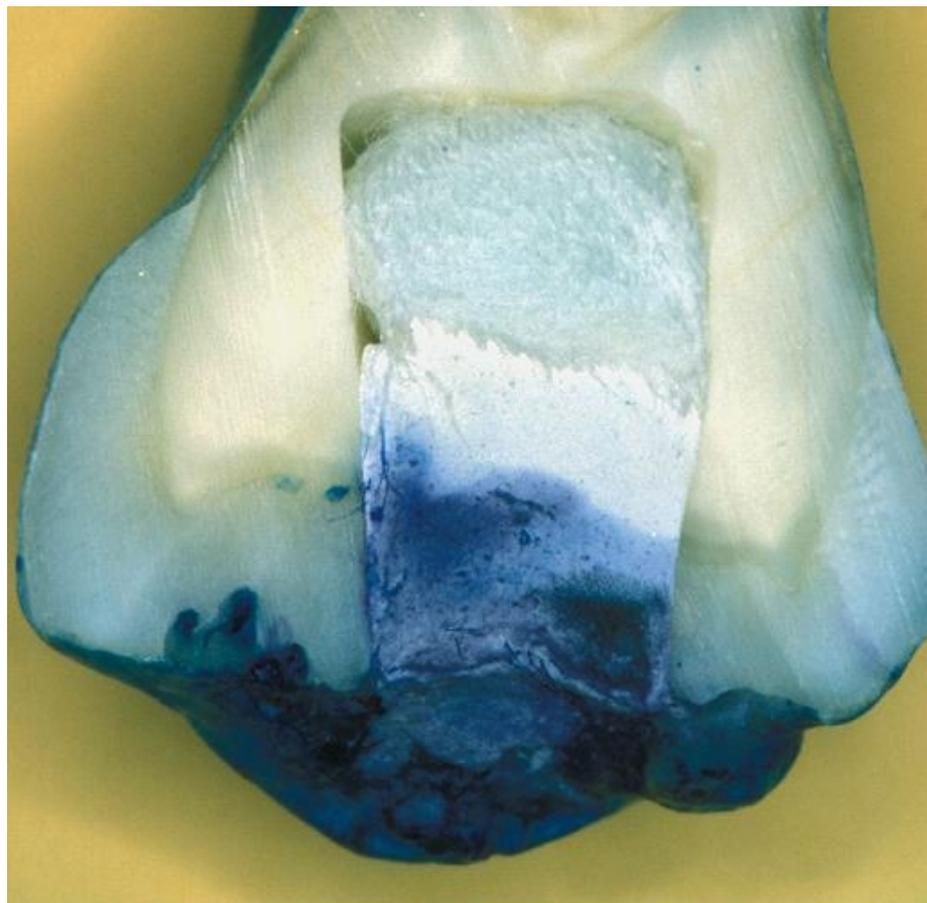
Abbildung 3.6: Schnittrichtung bei einem Unterkiefermolaren



3. Material und Methode

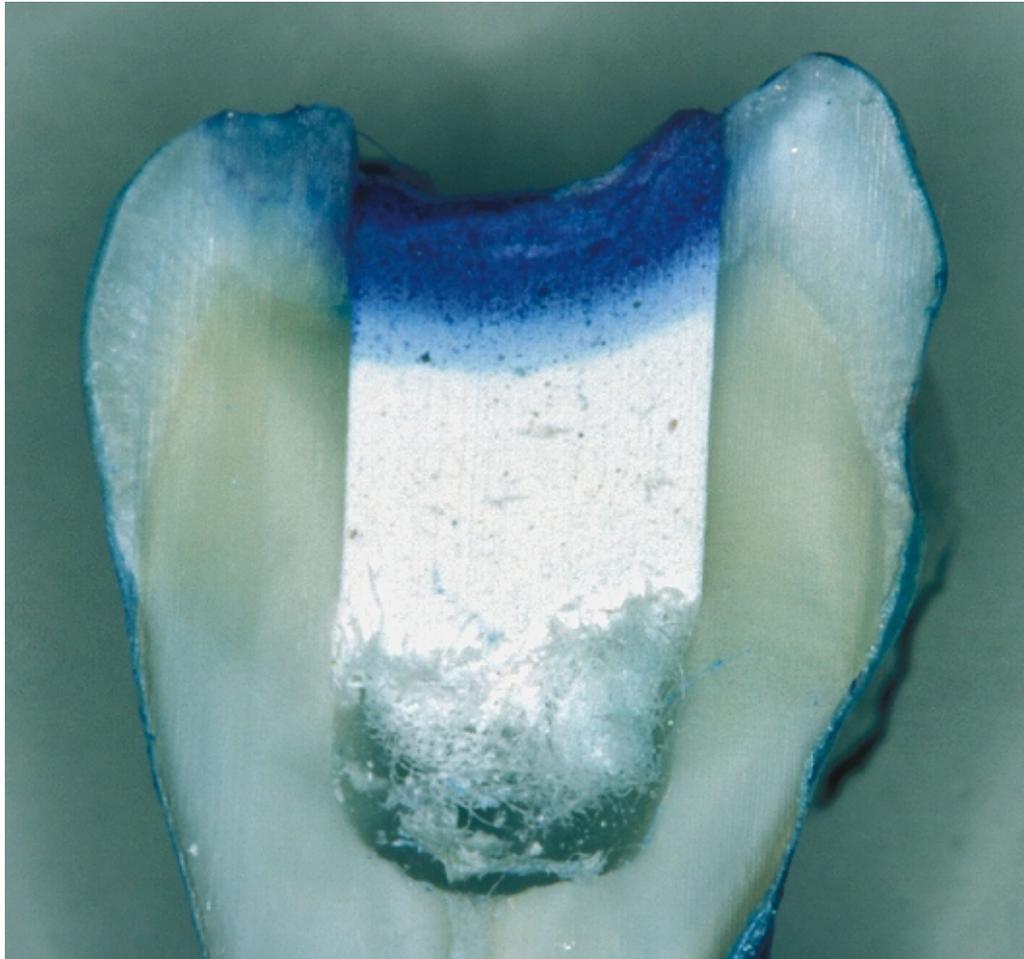
Anschließend wurden die unbeschliﬀenen Flächen der zwei Hälften einer Probe (Oberkiefer: Bukkal- sowie Palatinalfläche; Unterkiefer: Distal- sowie Mesialfläche) mit lichthärtendem Kunststoff und einer Polymerisationslampe auf ein Plexiglasobjektträger geklebt. Anzumerken ist hierbei, dass die Plexiglasobjektträger (Mat.34) manuell auf die Maße 5 x 2 cm zur Aufnahme jeweils einer Probe vorgefertigt worden sind. Die Proben wurden so positioniert, dass die zur Auswertung benötigte Fläche parallel zur Waagerechten verlief (Abbildung 3.7 und 3.8).

Abbildung 3.7: Sagittaler Schnitt eines der Gruppe III (Calxyl®) zugehörigen Oberkiefermolaren.



3. Material und Methode

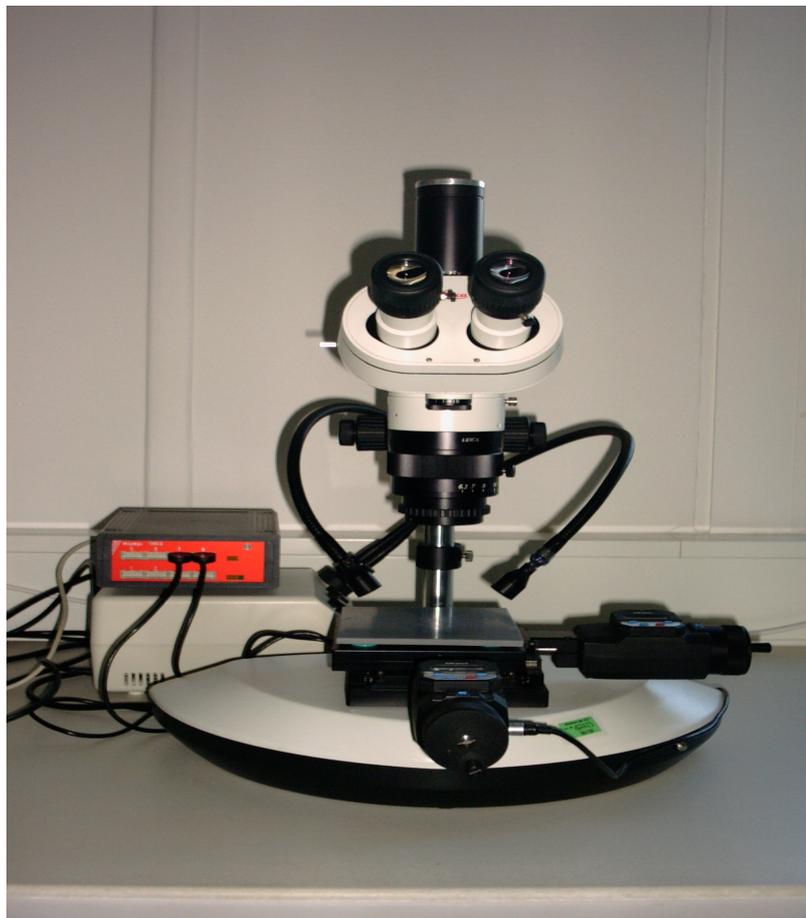
Abbildung 3.8: Sagittaler Schnitt eines der Gruppe II (ChKM) zugehörigen Unterkiefermolaren.



3.3.2 Messvorgang

Mit einem Makroskop der Firma *Leica*, Typ M 420 (Mat.37), bestückt mit Digimatic Messuhren (Mat.38) an der x- und y-Achse unter Beleuchtung (Mat.39), wurden die Proben ausgewertet (Abbildung 3.9).

Abbildung 3.9: Makroskop von *Leica* Typ M 420



3. Material und Methode

Das optische Messgerät verfügt über ein Makrozoom (5,8 – 32) sowie ein Binokular 21B und ermöglicht somit eine 40 fache Vergrößerung. Zur Aufnahme und Speicherung der gemessenen Streckenabschnitte in x und y-Richtung sind dem Mikroskop zwei Mitutoyo-Messuhren als Wegaufnehmer angeschlossen.

Hierbei wurde zunächst Punkt 1 der Messstrecke an den zuvor festgelegten Messpunkten durch positionieren des Koordinatenkreuzes des Mikroskopes auf die Kavitätenwandkante der Probe geschoben. Die errechneten X und Y- Werte des Punkt 1 eines jeden Messwertes definierten den Referenzpunkt für die jeweils zu ermittelnde Strecke zu Punkt 2 (Penetrationstiefe). Durch Drehen an den Messuhren und Verschieben des Koordinatensystems auf den Kavitätenrand erfolgt die Bestimmung des Punktes 2.

Hierbei wurde um den Faktor 10 vergrößert. Die Wahl der zehnfachen Schärfe beruhte auf der besterkennenden visuellen Wiedergabe. Die an den x- und y-Achsen positionierten Messuhren mit einem Messbereich von 0 – 50 mm, ermöglichten eine präzise Auswertung mit einer Genauigkeit von 0,001 mm. Um unbeeinflusst vorzugehen war lediglich bekannt, um welche Probennummer es sich handelte. Die Zugehörigkeit der Probe zur Behandlungsart und die gegebenenfalls behandelte Kavitätenwand, war zum Zeitpunkt der Auswertung unbekannt.

3.3.3 Messstellenerläuterung:

Zur Versuchsauswertung wurden die Zähne an zwei Stellen untersucht. Bei der Längsmessung wurde stets der Kavitätenrand als Messfixpunkt gewählt. Im Folgenden werden diese Bewertungsstellen einzeln beschrieben, sowie graphisch in Abbildungen 3.10 und 3.11 verdeutlicht.

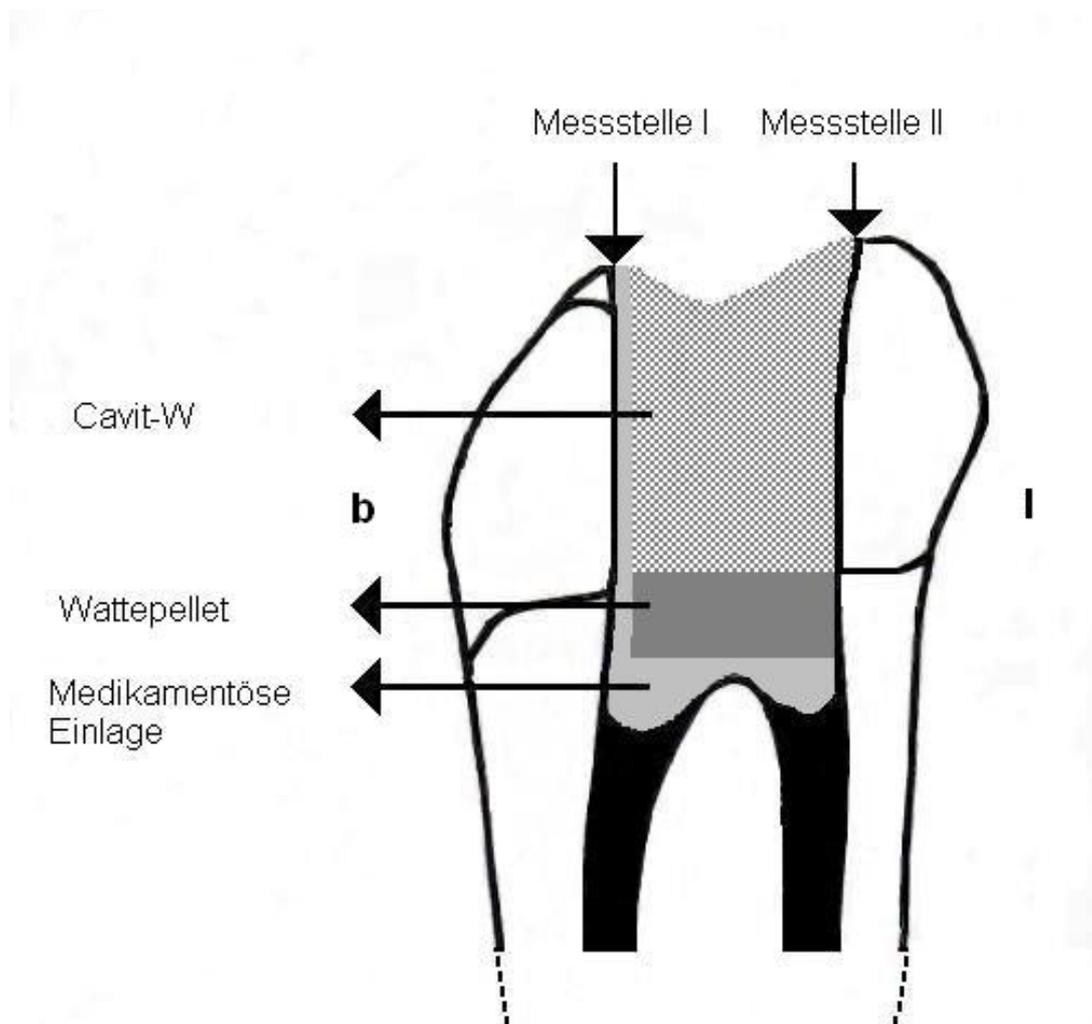
Die Eindringtiefe des Farbstoffes wurde entsprechend der zuvor vorgenommenen Schnittführung bestimmt. Dies waren im Falle eines Oberkiefermolaren: mesial und distal, im Falle eines Unterkiefermolaren: bukkal und lingual.

Insgesamt konnten durch diese Methode 160 Messwerte erfasst werden.

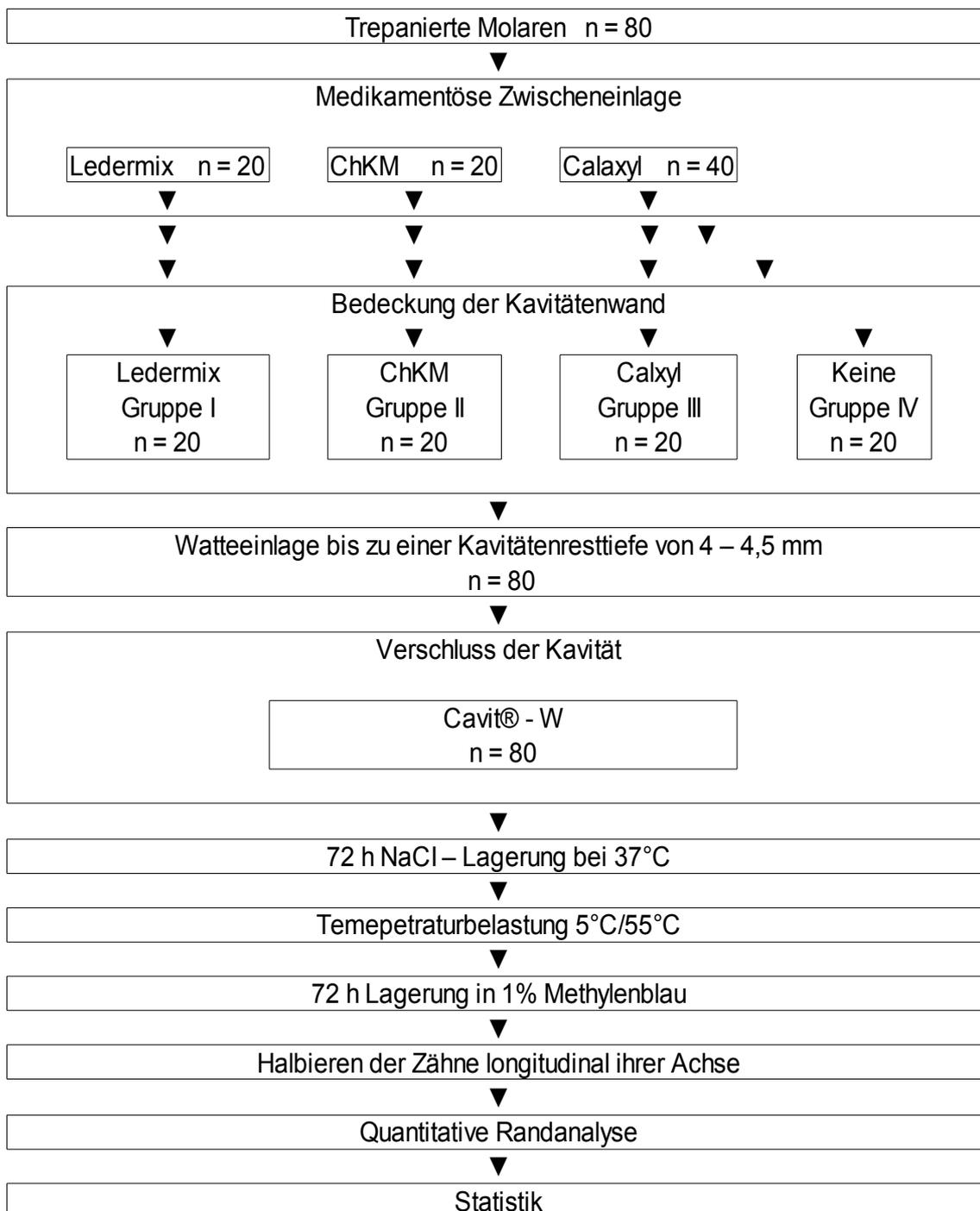
3. Material und Methode

Abbildung 3.11: Approximal - Ansicht eines Unterkiefermolaren:

Abbildung 3.9 zeigt einen sagittalen Schnitt durch die Zahnlängsachse eines Unterkiefermolaren. Hier ist die approximale Ansicht (mesial bzw. distal) des Zahnes schematisch dargestellt. (b=bukkal; l=lingual)



3. Aufbaudiagramm der Methodik



3.5 Die statistische Auswertung

Die Daten wurden mit EXCEL, Version 5.0 erfasst und statistisch mit Hilfe von SPSS für WINDOWS, Version 6.1.3 ausgewertet.

Die Auswertung erfolgte des weiterem mit deskriptiven und klassisch induktiven Verfahren zur Analyse von Mittelwerten.

Deskriptive Statistik: Die Ergebnisse dieser Studie wurden tabellarisch mit Hilfe von Mittelwert-, Median-, Minimum- und Maximumberechnungen dargestellt, sowie graphisch mit Hilfe von Mittelwert und 95% - Konfidenzintervallen in Diagrammen dargestellt.

Vergleichende Testverfahren: Der Medikamenteneffekt innerhalb der jeweiligen Behandlungsgruppe bzw. der Seiteneffekt innerhalb der Kontrollgruppe, wird mit Hilfe des t- Tests für abhängige Stichproben beurteilt. Die Prozedur testet durch die Berechnung Student's t- Werten, ob zwei Stichprobenwerte signifikant verschieden sind.

Unterschied zwischen den drei Medikamenten bezüglich der Eindringtiefe (Differenz der behandelten und unbehandelten Seite) werden mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse für unabhängige einfache Stichproben und paarweisen Kontrasten nach *Scheffé* ermittelt.

Kriterium für die Ablehnung beziehungsweise Beibehaltung der einzelnen getesteten Hypothesen ist die berechnete Wahrscheinlichkeit für den Fall, 1. Art „p“, die im Ergebnisteil jeweils angegeben wird.

4. Ergebnisse

Zu den in diesem Kapitel aufgeführten Diagrammen sei angemerkt, dass die horizontalen Balken unterhalb der x-Achse signifikante Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Parametern hervorheben. Alle Details der statistischen Auswertung sowie alle Einzelmessergebnisse und Mittelwerte sind in Anhang vermerkt. In die Bewertung wurden insgesamt 160 Seiteneffekte einbezogen.

4.1 Gesamtauswertung

4.1.1 Vergleich der Penetrationstiefe zwischen den vier Gruppen bezüglich der unbehandelten Kavitätenwand

Der Vergleich der Penetrationstiefe zwischen den vier Gruppen bezüglich der unbehandelten Kavitätenwand wurde mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse für unabhängige Stichproben beurteilt.

Die Beurteilung der Penetrationstiefe entlang der jeweils nicht medikamentös behandelten Kavitätenwand, ergab Mittelwerte zwischen 1,79 mm für Kontrollgruppe und 2,07 mm für die Gruppe I (Ledermix®). Mit 1,97 mm lag der Wert für Gruppe II (ChKM), sowie der Wert 2,02 mm die für Gruppe III (Calxyl®) nur minimal unterhalb dem maximalen Wert. Statistische Signifikanzen waren hier nicht zu verzeichnen (Abbildung 4.1; Tabelle 4.1).

4. Ergebnisse

Abbildung 4.1: Vergleich der Eindringtiefen bezüglich der unbehandelten Kavitätenwänden innerhalb der Gruppen

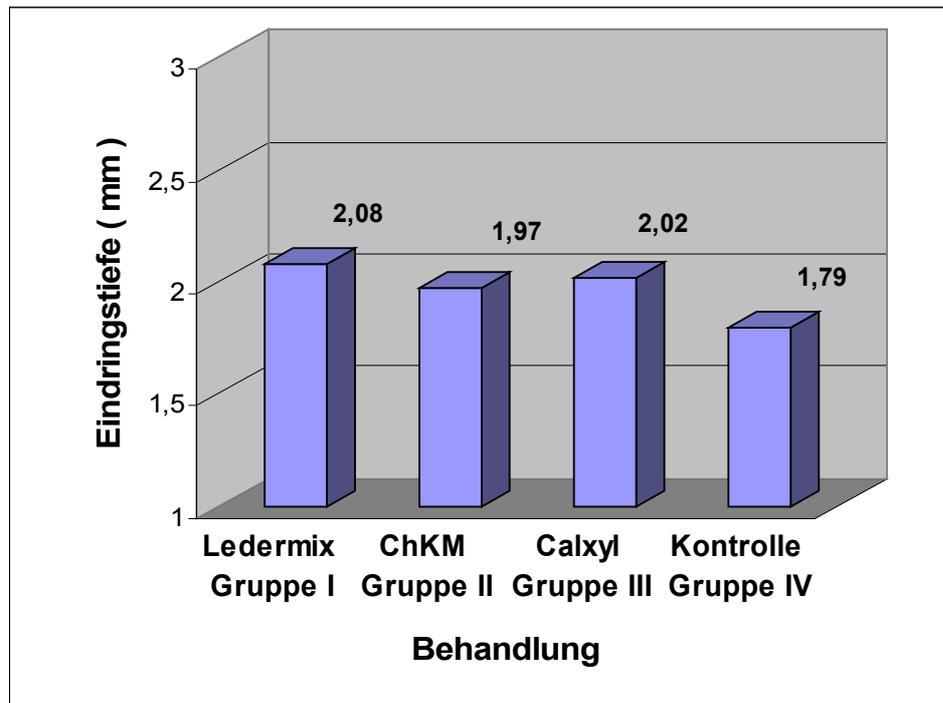


Tabelle 4.1: Statistisch ermittelte Werte der unbehandelten Kavitätenwände

Gruppe	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	95% Konfidenz	Fallzahl
Gruppe I	1,98	2,08	0,68	1,17	3,60	1,7595 - 2,3960	n = 20
Gruppe II	1,91	1,97	0,23	1,60	2,46	1,8626 - 2,0752	n = 20
Gruppe III	2,02	2,02	0,45	1,23	2,84	1,8099 - 2,2288	n = 20
Gruppe IV	1,84	1,79	0,33	1,23	2,53	1,6376 - 1,9466	n = 20

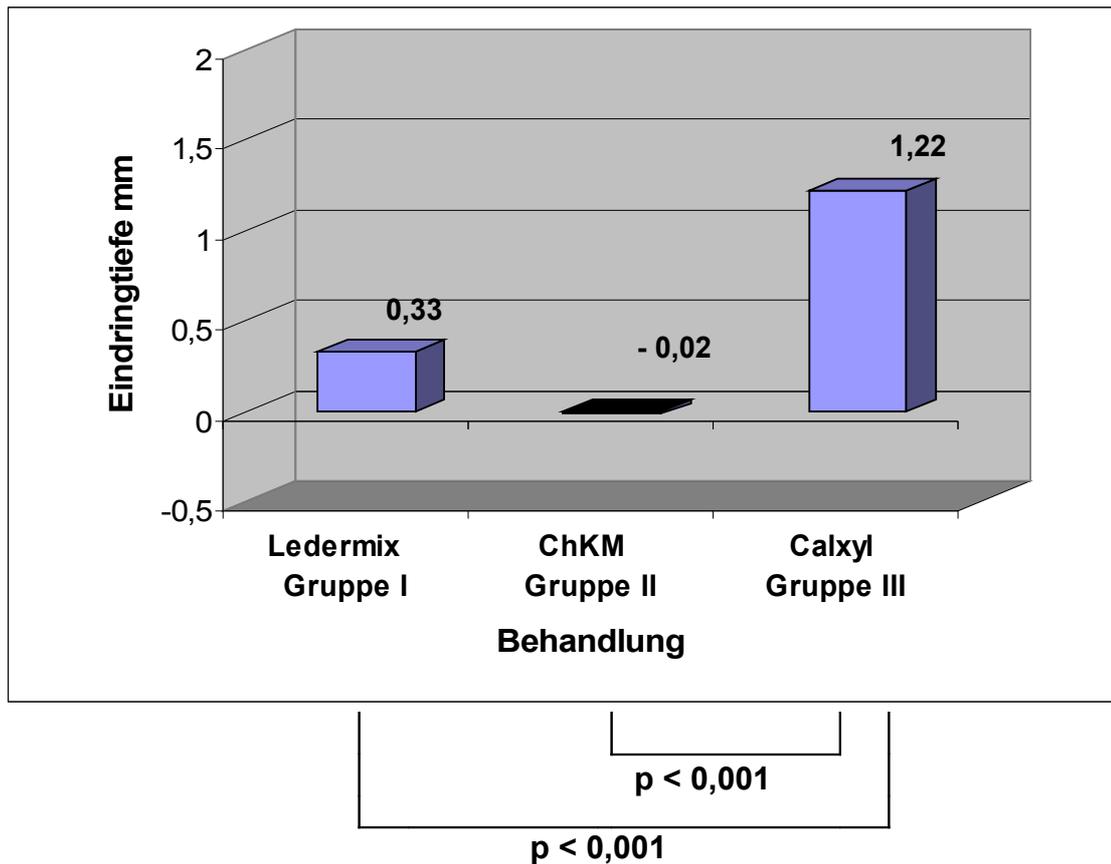
4.1.2 Vergleich der Behandlungsgruppen I - III bezüglich Differenzen in der Eindringtiefe, an der jeweils medikamentös behandelten Kavitätenwand

Der Vergleich der drei Behandlungsgruppen bezüglich der Differenzen in der Eindringtiefe, an der jeweils medikamentös behandelten Kavitätenwand wurde mit Hilfe einer einfachen Varianzanalyse mit Paarvergleich nach *Scheffè* beurteilt. Kontrollgruppe wurde in diesem Falle nicht in der Statistik mit einbezogen da keinerlei der Kavitätenwände medikamentös bedeckt worden ist.

Penetrationsstrecke ermittelt an den Kavitätenwänden welche mit Ledermix® behandelt worden sind, im Vergleich zu unbehandelten Kavitätenwand innerhalb der Gruppe, liegt im Mittel 0,33 mm höher. Es lässt sich erkennen, dass die medikamentöse Zwischeneinlage ChKM keine höhere Eindringtiefe des Farbstoffes bewirkte. Mit einer durchschnittlichen Differenz der Eindringtiefe von 0,02 mm bezüglich behandelten gegen unbehandelten Kavitätenwand, liefert ChKM ein gutes Ergebnis. Der größte Penetrationsstreckenunterschied zwischen behandelten und unbehandelten Kavitätenwand innerhalb der Gruppe, lässt sich bei der medikamentösen Einlage Calxyl® feststellen, das in dieser Versuchsreihe äußerst unzufriedenstellende Ergebnisse hervorbringt. Hier liegt ein Wert von 1,22 mm Differenz vor (Abbildung 4.2).

4. Ergebnisse

Abbildung 4.2: Unterschiede der drei Medikamente bezüglich der Eindringtiefe zwischen behandelten und unbehandelten Kavitätenwände



Es ist ein allgemein signifikanter Medikamenteneffekt ($p < 0,001$) zu sehen, speziell zwischen mit Calxyl® und Ledermix® behandelten Kavitätenwand, sowie zwischen mit Calxyl® und mit ChKM behandelten Kavitätenwand. Bei Vergleich der medikamentösen Seiteneffekte zwischen Ledermix® und ChKM war allerdings keine statistische Signifikanz ($p = 0,09$) zu verzeichnen

4. Ergebnisse

Tabelle 4.2: Statistisch ermittelte Werte der behandelten Kavitätenwände

Gruppe	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	95% Konfidenz	Fallzahl
Gruppe I	2,17	2,41	0,78	1,51	4,17	-0,6204 - -0,0470	N = 20
Gruppe II	1,98	1,95	0,28	1,49	2,67	-0,1139 - 0,1441	N = 20
Gruppe III	3,29	3,24	0,52	2,32	3,96	-1,4645 - -0,9818	N = 20

4.2 Einzelauswertung

4.2.1 Medikamenteneffekt innerhalb der jeweiligen Behandlungsgruppe

Mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben wurde der Medikamenteneffekt innerhalb der jeweiligen Behandlungsgruppe beurteilt.

Die Eindringtiefe des Farbstoffes an den Kavitätenwänden, welche mit Ledermix® behandelt worden sind, lag im Mittel bei 2,41 mm, wogegen an den medikamentenfreien Wänden eine mittlere Penetrationstiefe von 2,08 mm beurteilt worden ist. Dieser Penetrationsstreckenunterschied von 0,33 mm ist auf den 5 % Niveau statistisch Signifikant ($p < 0,05$). (Abbildung 4.3; Tabelle 4.3).

4. Ergebnisse

Abbildung 4.3: Differenz der Eindringtiefen bezüglich der unbehandelten - , gegen der behandelten - Kavitätenwand mit Ledermix®

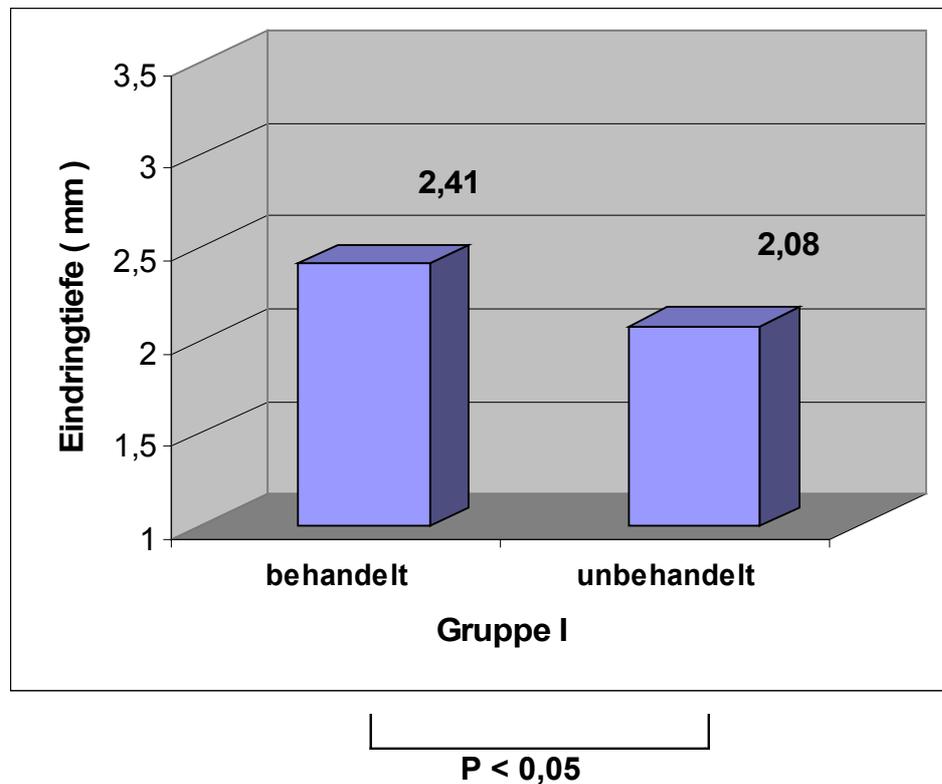


Tabelle 4.3 Vergleich der ermittelten Werte zwischen der unbehandelten und behandelten Kavitätenwand mit Ledermix®

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	Min.	max.	Fallzahl
behandelt	2,17	2,41	0,78	1,51	4,17	n = 20
unbehandelt	1,98	2,08	0,68	1,17	3,6	n = 20

4. Ergebnisse

Differenzen in der Eindringtiefe der Farbe bezüglich der unbehandelten - gegen behandelten - Kavitätenwand mit ChKM waren nicht zu verzeichnen ($p = 0,8$). Die Wandständigkeit von Cavit[®] wird durch die medikamentöse Einlage, in dieser Versuchsreihe nicht beeinflusst (Abbildung 4.4; Tabelle 4.4).

Abbildung 4.4: Differenz der Eindringtiefe bezüglich der unbehandelten -, gegen der behandelten - Kavitätenwand mit ChKM

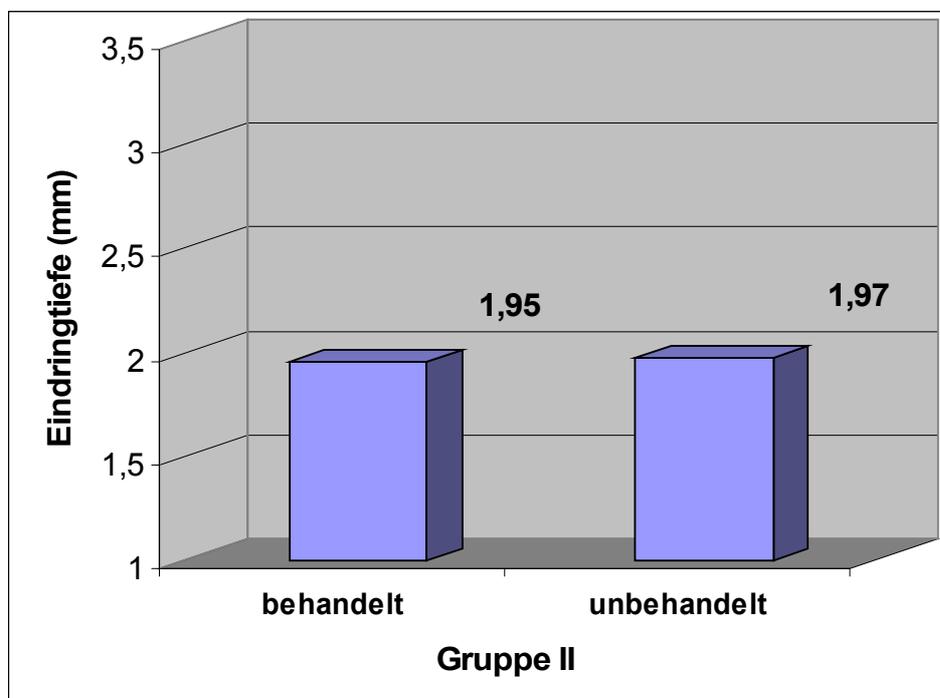


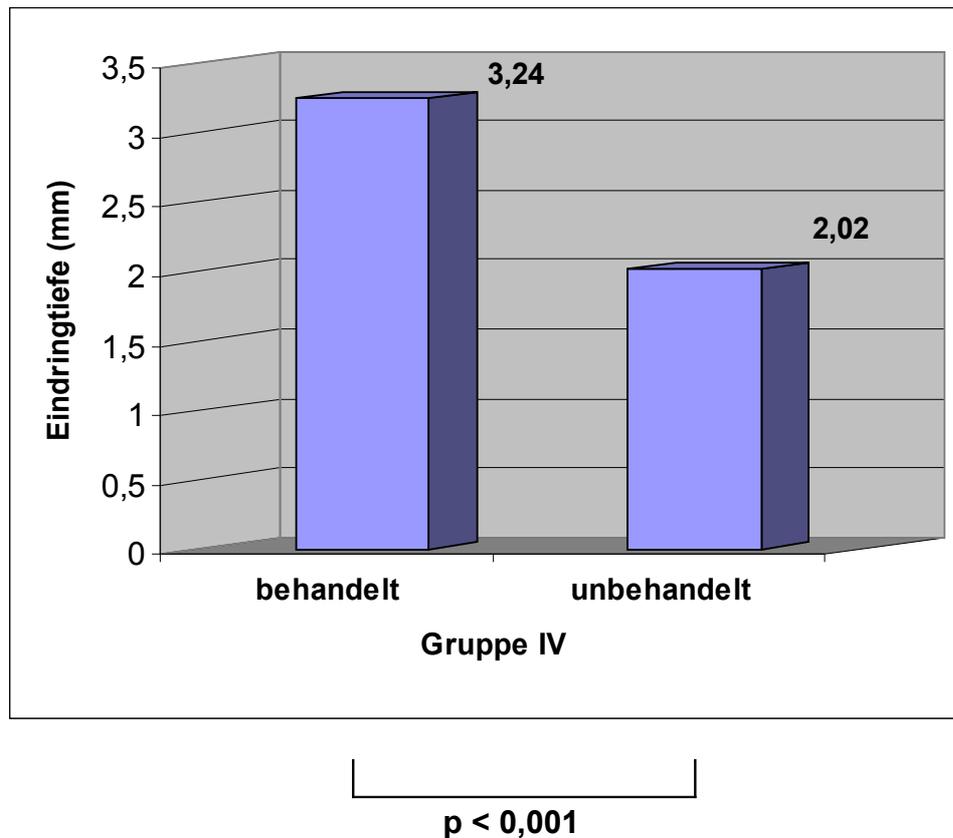
Tabelle 4.4: Vergleich der ermittelten Werte zwischen der unbehandelten und behandelten Kavitätenwand mit ChKM

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
behandelt	1,98	1,95	0,28	1,49	2,67	n = 20
unbehandelt	1,91	1,97	0,23	1,6	2,46	n = 20

4. Ergebnisse

Penetrationsstrecke ermittelt an den Kavitätenwänden welche mit Calxyl® behandelt worden sind, im Vergleich zu unbehandelten Kavitätenwand innerhalb der Gruppe, liegt im Mittel 1,22 mm höher. Die Wandständigkeit von Cavit® wird von der medikamentösen Zwischeneinlage Calxyl® stark beeinträchtigt ($p < 0,001$)(Abbildung 4.5; Tabelle 4.5).

Abbildung 4.5: Differenz der Eindringtiefen bezüglich der unbehandelten – gegen der behandelten – Kavitätenwand mit Calxyl®



4. Ergebnisse

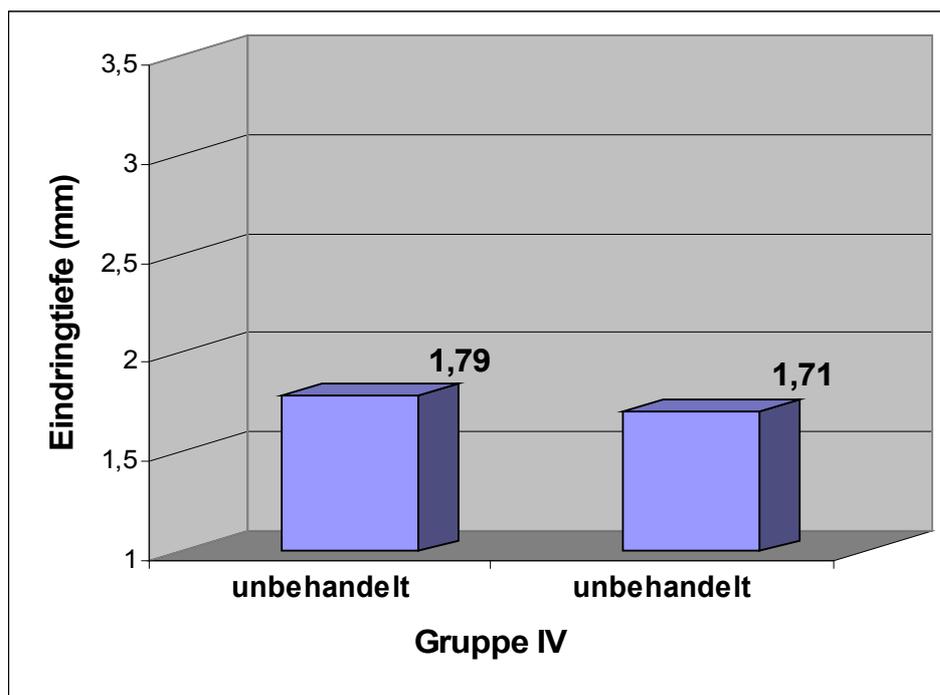
Tabelle 4.5: Vergleich der ermittelten Werte zwischen der unbehandelten und behandelten Kavitätenwand mit Calxyl®

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	Min.	max.	Fallzahl
behandelt	3,29	3,24	0,52	2,32	3,96	n = 20
unbehandelt	2,02	2,02	0,45	1,23	2,84	n = 20

4.2.2 Seiteneffekt innerhalb der Kontrollgruppe

Der Seiteneffekt innerhalb der Kontrollgruppe wurde mit t-Test für abhängige Stichproben beurteilt. Dieser liegt im Zufallbereich ($p = 0,22$) (Abbildung 4.6; Tabelle 4.6)

Abbildung 4.6: Differenz der Seiteneffekte innerhalb der Kontrollgruppe



4. Ergebnisse

Tab. 4.6: Innerhalb der Kontrollgruppe ermittelte Mittelwerte

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
unbehandelt	1,82	1,79	0,33	1,23	2,53	n =20
unbehandelt	1,66	1,71	0,35	1,25	2,48	n =20

5. Diskussion

Als eine der Hauptforderungen an provisorische Verschlussmaterialien gilt deren Wandständigkeit [269], da eine undichte temporäre Füllung Mikroleakages bildet durch die zwischen den Behandlungsterminen Speichel, Mikroorganismen und ihre Toxine sowie Abbauprodukte in den bereits aufbereiteten Wurzelkanal gelangen und die Wirkung der medikamentösen Wurzelkanaleinlage inaktivieren können. Eine Wiederbesiedlung des Wurzelkanals würde den Behandlungserfolg einer endodontischen Therapie signifikant verschlechtern [25,103,140,248,252]. Auch nach Abschluss der endodontischen Behandlung kann ein Verlust oder Defekt der koronalen Restauration in einer Rekontamination des Wurzelkanals und damit in einem Misserfolg der Wurzelkanalbehandlung resultieren [139,280]. In dieser in-vitro-Studie werden mit Hilfe der Farbstoffpenetration erstmals Medikamenteneffekte auf die marginale Dichtigkeit der temporären Verschlussmasse Cavit®-W in Abhängigkeit von verschiedenen medikamentösen Kanaleinlagen untersucht. Um eine gute Übertragbarkeit der in vitro erlangten Ergebnisse auf in-vivo -Verhältnisse zu erreichen, wurde bei dem Versuch eine möglichst realistische Nachahmung der klinischen Verhältnisse angestrebt.

5.1 Diskussion der Methode

In-vitro-Studien können die komplexen Belastungen der klinischen Situation nicht vollständig widerspiegeln [182]. Durch die gleichen Voraussetzungen für alle zu untersuchenden Gruppen erlauben sie aber einen besseren Vergleich der Materialien ohne Einfluss von patientenabhängigen Unterschieden wie z.B.: Mundhygiene, anatomische Besonderheiten, Speichelflussrate oder Speichelzusammensetzung. Ein weiterer Vorteil liegt in der einfacheren und weniger zeitintensiven Durchführbarkeit der Studie [202]. Durch die

Unabhängigkeit von der Mitarbeit des Patienten und die im Labor mögliche Raffung von Belastungszyklen können wesentlich schneller aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. Zusätzlich ist es leichter, entsprechend große Gruppen für aussagekräftige Studien zu erlangen, besonders wenn Testverfahren angewandt werden sollen, bei denen sonst die Extraktion der behandelten Zähne nötig wäre (Farbstoffpenetrationstest). In-vivo-Studien ermöglichen, wenn die Zähne erhalten werden, nur eine oberflächliche Beurteilung der Restauration, die Farbstoffpenetration in die Tiefe, kann normalerweise nicht untersucht werden [70,182]. Aus diesem Grund sind In-vitro-Studien zur Beurteilung von Füllungsmaterialien weit verbreitet, nur um einige zu nennen [11,12,16,18,22,31,46,47,52,53,66,69,85,103,105,106,107,133,134,143,146,162,169,170,173,176,199,240,245,247,257,281,283]. Zur endgültigen Beurteilung sollten aber zusätzlich klinische Studien nachgeschaltet werden, um eine höchstmögliche Sicherheit über das tatsächliche Verhalten der Materialien in der Mundhöhle zu erlangen.

Für die Lagerung der extrahierten Zähne bis zum Versuchsbeginn werden unterschiedliche Lösungen verwendet: Thymollösung [66,238] (0,1% [198], 1% [146]), 0,9% Natriumchlorid [16,170,247], 10% Natriumhypochlorid (1% [17]; 10% [199]), 20% Ethanol [22,281], aber auch Wasser [143,245,269], die Lagerung in 5-10%iger Formalinlösung ist hier weit verbreitet [47,133,137,225,240,224,257,283].

Im Allgemeinen, werden die mit Füllungen versorgten extrahierten Zähne in eine Farbstofflösung eingelegt, um ein Diffundieren in die potentiellen Spalten zu ermöglichen. Um zu verhindern, dass die Farbstofflösung nicht an anderen als den geplanten Stellen penetriert, insbesondere über eröffnete Dentintubulli an der Wurzeloberfläche, über Schmelzspünge oder das Foramen apikale, werden als Verschlussmaterialien Nagelack und/oder Klebewachs verwendet [16,18,22,46,130,134,170,240,245,257,269,283].

Jacobsen et al. [104] untersuchten und verglichen die Effektivität verschiedener, speziell zu diesem Zwecke verwendeter Materialien. Sie sehen für kurzzeitige

Studien Nagelack als besser geeignet an. Dabei wird, wie auch in der vorliegenden Studie, die gesamte Zahnoberfläche bis auf einen Bereich von ca. einem Millimeter um die zu untersuchenden Füllungsanteile häufig mit zwei bis drei Schichten Nagelack abgedeckt [16,18,130,257,283].

Die Beschaffenheit der Zugangskavität soll die Gegebenheit in vivo möglichst gut widerspiegeln, standardisiert sein und gleichzeitig die Belastbarkeit der Materialien prüfen. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine gut standardisierbare Kavitätenpräparation gewählt. Die Ausdehnung der Kavität liegt mit einem Durchmesser von 3,5mm x 4mm in vergleichbarem Bereich zu anderen Studien. Die verwendeten Kavitätengrößen liegen zwischen 2,5mm x 4mm und 6,0mm x 3,0mm (2,5mm x 4mm [22]; 3,5 mm [134,146]; 4mm x 4mm [47,170,176,283]; 6,0mm x 3mm [133]).

Um möglichst wandständige Füllungen zu erzielen, werden in vorhergegangenen Studien die Zugangskavitäten mit Ultraschall in Kombination mit 1% NaOCl [134], mit 2,5% NaOCl [22] bzw. in Kombination mit 5% NaOCl [47] gesäubert, bevor diese mit unterschiedlichen provisorischen Füllungsmaterialien verschlossen worden sind, mit dem Ziel die Schmierschicht (Smearlayer) zu entfernen. Weil die Entfernung der Schmierschicht keine alltägliche klinische Prozedur darstellt, wurde in der vorliegenden Studie, wie in den meisten uns vorliegenden Untersuchungen [16,18,47,52,53,105,106,130,133,146,170,176,198,199,257,283] die Schmierschicht belassen.

Webber et al. [269] stellten in ihrer Untersuchung mit Farbstoffen fest, dass *Cavit*[®] bei einer Mindestfüllungsstärke von 3,5 mm die Trepanationsöffnung zwischen den Behandlungsterminen gut abdichtet. *Noguera* et al. [170] sahen 3mm Füllungstiefe bei *Cavit*[®] als ausreichend an. Entgegen der Auffassung *Webber's* [269] kommen *Kazemi* et al. [111] auf Grund ihrer Forschungsergebnisse zur der Schlussfolgerung, dass eine Dicke von über 4 mm an *Cavit*[®] anzustreben ist. Der Farbstoff penetrierte durch das Füllmaterial *Cavit*[®] bis zu einer Tiefe von 4,3 mm und marginal bis zu einer Tiefe von 4,4 mm. Nach Ihnen ist die Schichtstärke von über 4 mm, nur durch direkte

Applikation der provisorischen Verschlussmasse auf die Wurzelkanaleingänge zu erzielen, weshalb sie die Applikation eines Wattepellets auf die medikamentös versorgten Kanäle unter der provisorischen Füllung ablehnen. Wattefasern, welche über die Kavitätenwand reichen, können als Docht wirken und den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung negativ beeinträchtigen [169]. Trotz negativer Ergebnisse bezüglich des praktischen Gebrauchs von Wattepellets, zeigen die Statistiken aus den Jahre 2002, basierend auf einer Meinungsumfrage in Alabama, dass die Mehrzahl der praktizierenden Endodontologen diesen befürwortet. 73% der Endodontologen und 80% der praktizierenden Zahnärzte gaben an, Wattepellets zwischen den Behandlungssitzungen routinemäßig einzusetzen [55]. Ein Bedecken der Kanäleingänge mit einem Wattepellet vor Applikation der provisorischen Füllung entspricht der klinischen Situation und ist, wie zahlreiche Studien belegen auch ein übliches *procedere* in der Forschung [17,18,47,69,85,111,146,170,257,281,283], weshalb in der von uns durchgeführten Studie auf dessen Gebrauch nicht verzichtet worden ist. Um ein eventuelles Durchsickern des Farbstoffes in die Tiefe durch über die Kavitätenwand reichende Wattefasern ausschließen zu können, wurden in der vorliegenden Studie, alle Zähne vor dem Verschluss der Zugangskavität mit Cavit®-W in einer Schichtstärke von 4 – 4,5 mm unter dem Stereomikroskop auf eventuell über die Kavitätenwände reichende Wattefasern überprüft. Hierbei bleibt zu bedenken, dass die beschriebene *in vitro* Situation nicht deckungsgleich auf eine *in vivo* Situation übertragbar ist.

Entsprechend der uns vorliegenden Forschungsergebnisse [111,269], bezüglich der notwendigen Schichtstärke an Cavit® um ausreichende Wandständigkeit mit dieser temporären Verschlussmasse zu erzielen, wurde Cavit® in der vorliegenden Untersuchung in einer Schichtstärke von 4 - 4,5 mm in die Zugangskavität eingebracht. Klinisch kann diese Schichtstärke von 4 - 4,5 mm nicht immer erreicht werden, insbesondere bei umfangreichen Hartsubstanzverlusten, was z.B. bei abgebrochenen Zähnen der Fall ist. Hier können für die provisorische Versorgung nicht genügend Retentionsmöglichkeiten geschaffen werden. Zähne die endodontische

Therapie benötigen, sind in den allermeisten Fällen, bereits mit ein bis mehrflächigen Restaurationen versehen. Um eine zusätzliche Schwächung des Zahnes zu vermeiden, sollte - wann immer möglich - die koronale Struktur belassen werden. Während eine Präparation der Zugangskavität den Zahn um 4 – 6% schwächt, bewirkt die Präparation einer MOD-Kavität eine weitere Schwächung des Zahnes um 65 % [197]. Stark zerstörte Zähne und fehlende proximale Wände sollten daher bereits vor der Trepanation aufgebaut werden [119]. Bleibt die koronale Struktur des Zahnes erhalten, so ist es durchaus möglich Cavit® in der von *Kazemi et al.* [111] geforderten Schichtstärke von über 4 mm zu applizieren. Hierzu ermittelten *Zmener* und Mitarbeiter [283] im Jahre 2004 in einer Vorversuchsreihe an 350 extrahierten kariesfreien menschlichen Molaren die Distanz zwischen dem Beginn der Zugangskavität bis zum Pulpenboden. Im Mittel betrug diese Distanz 6,5 mm (In einer Varietät von 5,5 – 7,5 mm).

Während verschiedene Autoren anhand ihrer In-vitro- und In-vivo-Experimente für Cavit® gute Verschlusseigenschaften über Zeiträume von bis zu drei Wochen feststellten [25,52,53,126], zeigte Cavit® in anderen In-vivo-Studien schon nach relativ kurzer Zeit eine Durchlässigkeit der Keime [22,30,103]. Eine 1980 von *Lamers et al* [129] in vivo durchgeführte Versuchsreihe an Affenzähnen welche nur eine Schichtstärke an Cavit®-W von 2 mm zuließen, verdeutlicht nicht nur die Notwendigkeit einer Mindestschichtstärke an Füllungsmasse um ausreichende Ergebnisse bezüglich der Dichtigkeit zu erlangen, sondern die Abnahme dieser Eigenschaft mit der Zeit. Hierzu wurde das Abdichtungsverhalten dieser Masse über eine Zeitspanne von 2, 7 und 42 Tagen überprüft. Nach 42 Tagen waren 69 % der getesteten Proben undicht. Wobei die geringe Schichtstärke (2 mm) sowie die Verwendung von Cavit® - W (mit geringeren Endhärte als Cavit®) sicherlich zu den ungünstigen Resultaten beigetragen haben. Da die Wanddichtigkeit von Cavit® mit der Zeit abnimmt und die Durchlässigkeit für Bakterien somit zunimmt, Cavit® jedoch mit einer Mindestschichtstärke von 3,5 mm innerhalb der ersten sieben Tagen einen guten provisorischen Verschluss darstellt [30,112,134,281], wurde von uns eine Versuch Zeitspanne von 7 Tagen gewählt. Innerhalb dieses Zeitraumes liegt,

ebenfalls die Empfehlungen der Hersteller bezüglich der Liegedauer der in dieser Studie verwendeten Medikamente im Wurzelkanal. Der Hersteller der Ledermix-Paste empfiehlt eine Applikationsdauer von sieben Tagen, für die ChKM-Lösung wird eine Liegedauer von zwei bis sechs Tagen im Wurzelkanal von Hersteller empfohlen. Außerdem kann gesagt werden, dass eine mindestens einwöchige $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage ausreichend zu sein scheint, um eine ausreichende antimikrobielle Wirkung zu erzielen. *Sjögren et al.* [221] verglichen die antibakteriellen Eigenschaften einer zehn-minütigen mit denen einer siebentägigen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage in vivo. Die zehnminütige Einlage brachte keine Verbesserung im Vergleich zur Aufbereitung mit 0,5%igem NaOCl, während die Applikation von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ für eine Woche zu einer Keimfreiheit in allen Fällen führte. In den für eine Woche mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vorbehandelten Zähnen konnten selbst 1-5 Wochen nach Entnahme des $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und bei ungefülltem Wurzelkanal keine Bakterien mehr isoliert werden [221].

Ein Nachteil der temporären Verschlussmasse Cavit® ist seine langsame Abbindzeit von drei Stunden [18]. Um seine Abbindreaktion zu sichern, erfolgt die Lagerung der Zähne, nach Verschluss der Zugangskavität mit der provisorischen Verschlussmaterialien, in vorhergegangenen Studien für 1 bis 72 Stunden in absoluter Feuchtigkeit [18,47,69,130,133,134,146,169,170,173,176,199,240,257,283], dabei wird häufig physiologische Kochsalzlösung verwendet [47,176,199,240,257]. In dieser Studie wurde, wie auch in vorhergegangenen wissenschaftlichen Untersuchungen [47,59,130,176,199], die Lagerung bei 37 °C gewählt, um den Verhältnissen in der Mundhöhle möglichst nahe zu kommen.

Füllungsmaterialien werden in der Mundhöhle nicht allein durch die Kaukräfte beansprucht. Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, von Säuren und Basen bei mitunter erheblichen Temperaturschwankungen während der Nahrungsaufnahme kann ihr Formverhalten erheblich beeinflusst werden. Vergleichende Untersuchungen von Proben, die konstanter Temperatur und Proben, die Temperaturlastwechselbelastungen ausgesetzt waren, zeigen keine Unterschiede im Randverhalten. Es konnte also keine Verschlechterung

der Randqualität von Cavit® durch Thermowechselbelastung nachgewiesen werden [143,170,173,177,178]. Da nur das Abschneiden der medikamentösen Einlagen auf die Randqualität von Cavit® und der Materialien in Vergleich zueinander untersucht werden sollte und sich durch vorherige Messungen keine signifikanten Informationen ergeben hätten, konnte in dieser Studie auf die Randanalyse vor künstlicher Restaurationsbelastung verzichtet werden. In ähnlichen Studien durchliefen die Proben zusätzlich Zyklen im Kausimulator. Unter zusätzlicher Belastung in einem Kausimulator (200 x 40 N) zeigt Cavit® eine Verschlechterung der Randqualität [146]. Die meisten Untersuchungen an provisorischen Verschlussmaterialien, wie auch in dieser Studie, sehen keine zusätzliche Belastung zur Restaurationsalterung ein [16,18,22,52,53,59,85,105,106,130,134,169,170,176,198,199,257,283].

Untersuchungen über die Wandständigkeit provisorischer Verschlussmaterialien wurde auf vielfältiger Weise zumeist an extrahierten Zähnen untersucht. Der Farbstoffpenetrationstest ist die am häufigsten angewandte funktionelle Untersuchungsmethode. Er stellt eine strenge Untersuchungsmethode dar, mit der selbst kleinste Spalten nachgewiesen werden können [72]. Zum Einsatz kamen u.a. Methylblau, Eosin, Anilinblau, Fuchsin, fluoreszierender Farbstoff oder Silbernitrat [8,18,46,47,66,107,111,130,146,170,173,177,199,228,240,245,257,269]. Andere Verfahren beruhen auf radiologischer Auswertung, dem Einsatz radioaktiver Isotope [68,143,174,247], elektrochemischer Verfahren [18,106,134], einem Flüssigkeits-Transport-Modell [11,31,180] oder der Verwendung von Bakteriensuspensionen [22,25,30,103,112,126,129,178] als Indikator für die Undichtigkeit einer Füllung.

Klinisch ist das Eindringen von Bakterien in Randspalten relevant [28,34,113]. Bakterien und bakterielle Toxine stellen in vivo für den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung ein Gefahrenpotenzial dar. Diese sollten also zwischen den Behandlungsterminen möglichst durch den provisorischen Verschluss an der Passage von koronal durch den Wurzelkanal gehindert werden. Ebenso sollen Flüssigkeiten, die Substrat für die Bakterien transportieren können, an

einer Penetration gehindert werden. Als Testindikatoren sollten also Substanzen zum Einsatz kommen, die in ihrer Molekülgröße den oben genannten Entzündungsauslösern entsprechen oder sie unterschreiten. Hier bieten sich theoretisch Farbstoffmoleküle an. Die Philosophie der Farbstoffpenetrations-versuche beruht auf der Annahme, dass Farbstoffe ein kritischer Indikator sind, da sie wesentlich kleiner als Mikroorganismen sind und daher ein „Worst-Case-Scenario“ darstellen. Vergleicht man die Größe der organischen Farbstoffmoleküle mit der Größe der Bakterien so sind diese mit 10^{-9} mm um drei Zehnerpotenzen kleiner als Bakterien [179]. Somit können die Farbstoffmoleküle weiter als Bakterien eindringen, wobei jedoch nicht bekannt ist, wie viele Farbmoleküle vorhanden sein müssen, um sie erkennen zu können. *Parris und Kapsimalis* [177] verwendeten in dem ersten Teil ihrer Studie das Färbemittel Anilinblau, um zu untersuchen, ob die von Ihnen getesteten provisorischen Verschlussmaterialien eine ausreichende Barriere darstellen. Alle Kavitäten, die mit Cavit[®] verschlossen wurden, zeigten unter allen Versuchsbedingungen eine ausreichende Randdichtigkeit. Die Größe der Farbstoffmoleküle welche die Autoren einsetzten, beträgt durchschnittlich 2 μ m. Die im zweiten Teil ihrer Studie [178] verwendeten Bakterien (*Sarcina lutea* und *Serratina marcescens*), sind mit einem Durchmesser von 500 μ m, um das 250 Fache größer als die Moleküle des Farbstoffes Anilin. Wie in der Farbstoffpenetrationsstudie waren sämtliche zuvor mit Cavit[®] verschlossenen Proben bakteriendicht. *Barthel et al.* [22] verglichen bakterielle und Farbstoffpenetration und konnten keine Korrelation der Testergebnisse erkennen. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Molekulargröße nicht der relevante Parameter für die Dichtigkeit darstellte, da in dieser Studie Bakterien schneller und öfter den Wurzelkanal passieren konnten als Farbstoffe. Diese Beobachtung widerspricht der Vermutung, dass ein Agens von geringer molekularer Größe ein kritischer Indikator für die Penetrationsfähigkeit von provisorischen Verschlussmaterialien sei. Auch gegenüber unterschiedlicher radioaktiver Isotope (C^{14} , Ca^{45} , I^{125}), bietet der Farbstoff Methylenblau, größere Genauigkeit in der Auswertung [144]. Als Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch anzusehen, dass die Entwicklung der Randmorphologie nicht möglich ist, da die

Probe in der Regel zerstört werden muss. Im Gegensatz zum konventionellen Farbstoffpenetrationstest, der ein Zersägen und damit die Zerstörung der Probe erfordert, können mit Hilfe der elektrochemischen Methode, welche die Zerstörung der Probe zur Auswertung nicht benötigt, vor und nach unterschiedlichen Belastungstests oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten Messungen durchgeführt werden [51].

Bereits 1989 stellten *Goldman* und *Rush* [76] den Sinn der Farbstoffpenetrationstests in Frage, gefolgt von *Wu* und *Wesselink* im Jahre 1993 [275]. *Spångberg* et al. [224] und *Goldman* et al. [76] zeigten, dass eingeschlossene Luftblasen im Wurzelkanal die Eindringtiefe von Farbstoff verfälschen können. Es wurde vorgeschlagen, das Problem durch Farbstoffexposition unter Vakuumapplikation oder Zentrifugation zu überwinden. *Dickson* und *Peters* [54] und *Karagöz-Küçükay* et al. [110] konnten jedoch zeigen, dass sich die Penetrationstiefe des Farbstoffes mit oder ohne Vakuumapplikation oder Zentrifugation nicht unterschied. *Starkey* et al. [228] demonstrierten, dass die Penetrationstiefe des Farbstoffes signifikant mit dem pH-Wert der verwendeten Methylenblau Lösung anstieg. Diese methodischen Ungereimtheiten veranlassten einige Autoren dazu, zu untersuchen, ob Korrelationen zwischen Farbstoffpenetrationstests und anderen Methodiken bestünden. *Kontakiotis* et al. [122] untersuchten die Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen nach 15-tägiger $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage mit einem Fluid-Transport-Modell und mit Methylenblau. Mit dem Fluid-Transportmodell fanden die Autoren keinen Unterschied bezüglich der Dichtigkeit zwischen mit und ohne $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -vorbehandelten Zähnen, während mit der anderen Methodik die Gruppe der Zähne ohne $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Behandlung signifikant mehr Farbstoffpenetration zeigte. Die Autoren führen diese Diskrepanz auf die unterschiedliche Validität der Methodiken zurück. In einer früheren Studie hatte die selbe Forschungsgruppe festgestellt, dass sich Methylenblau in Kontakt mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ entfärbt [276], wodurch sich erklären ließe, dass sich in den $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -freien Proben deutlich mehr Farbstoff zeige. In einer Vielzahl von Penetrationsstudien in welchen Methylenblau zu Anwendung kam, wurden geringe Farbstoffpenetrationen an $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -haltigen Materialien beobachtet,

was zu der Erkenntnis führte, dass sie dichte Festigkeit bieten [97,98,135,193,249]. In Anbetracht der Ergebnisse Wu's [276] würden die Daten der oben erwähnten Autoren durchaus korrekt sein, ihre Schlussfolgerung jedoch in Frage stellen. Für Methylenblau konnte von der die Methode kritisierenden Forschergruppe festgestellt werden, dass es sich bei 24-stündigem Kontakt mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ entfärbt [276]. Dies würde die Applikation von Methylenblau als Penetrationsindikator in der Tat fraglich machen. Erstaunlicherweise benutzten *Lage-Marques et al.* [127] eine Mischung aus $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und Methylenblau für ein anderes Experiment. Die Autoren konnten hierbei den Farbstoff noch nach 14 Tagen differenziert erkennen.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Heutzutage stehen dem Behandler verschiedene provisorische Verschlussmaterialien zur Verfügung [164], wobei Cavit® besonders weit verbreitet ist. Zahlreiche Studien geben Auskunft über die Dichtigkeit von Cavit®. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Ergebnisse der in vitro und in vivo Untersuchungen darauf hinweisen, dass Cavit® in der von *Webber et al.* [269] vorgeschlagenen Mindestschichtstärke von 3,5 mm über einen begrenzten Zeitraum von bis zu zwei Wochen [30,112,129,134] einen bakteriendichten Verschluss darstellt. Durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie konnten die Schlussfolgerungen der Arbeitsgruppe von *Webber* [269] untermauert werden. Binnen sieben Tagen wurden an Zähnen, welche mit Cavit® als Deckfüllung und mit Calxyl® als medikamentöse Zwischeneinlage - ohne Verunreinigung der Kavitätenwände - Penetrationsstrecken zwischen 1,3 mm und 2,5 mm beobachtet werden.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass in einer kürzlich erschienenen Studie die Kombination aus Kalziumhydroxid als Wurzelkanaleinlage und Cavit®, im Vergleich zu Cavit® ohne medikamentöse Wurzelkanaleinlage, zu signifikant verzögerten Wiederbesiedelung des Wurzelkanals geführt hat. In der

Cavit®/Kalziumhydroxid-Gruppe erfolgte eine Rekontamination der Wurzelkanäle im median nach 36 Tagen, bei der Cavit®-Gruppe hingegen bereits nach 17 Tagen. Die Kombination aus Cavit/Ledermix® war mit im Durchschnitt 27 Tagen ebenfalls in der Lage die Wiederbesiedlung von Keimen zu verzögern. Während bei der Kombination Cavit®/ChKM im median nach 19 Tagen eine vollständige Passage von Keimen durch die Wurzelkanäle erfolgte [281].

Bislang existieren keine Hinweise in der Literatur darüber, inwieweit Verunreinigungen, der Wände einer Trepanationsöffnung mit medikamentöser Wurzelkanaleinlage, das Abdichtungsverhalten der provisorischen Deckfüllung beeinflusst. Die vorliegende Studie widmete sich erstmalig dieser Fragestellung und kommt zu dem Ergebnis, dass durch mit Calxyl® und Ledermix® verunreinigte Kavitätenwände das Abdichtungsverhalten der provisorischen Verschlussmasse Cavit® deutlich herabgesetzt wird. Während ChKM keine Verschlechterung der Wandständigkeit von Cavit® bewirkte.

In diesem Zusammenhang ist es interessant zu erwähnen, dass der Einfluss medikamentöser Wurzelkanaleinlagen, speziell von Kalziumhydroxid, dessen vollständige Entfernung vor der definitiven Wurzelkanalfüllung problematisch erscheint [128,142], auf die Randedichtigkeit verschiedener definitiver Wurzelkanalfüllmaterialien bereits in vielen Studien diskutiert wird. *Margelos et al.* [142] weisen darauf hin, dass Kalziumhydroxid als medikamentöse Wurzelkanaleinlage, die Dichtigkeit der Wurzelkanalfüllung negativ beeinflusst. Die Autoren nehmen an, dass minimale Reste dieses $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Präparates auf der Kanalwandoberfläche bzw. in den Dentintubuli verbleiben und die Dichtigkeit der Wurzelkanalfüllung herabsetzen. Die Verschlechterung der Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllmaterialien durch zuvor applizierte interkanälere Einlage in Form von Kalziumhydroxid wird in einer weiteren Studie dokumentiert [117]. *Wuerch et al.* [277] untersuchten die Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen nach 14-tägiger $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Einlage. Die Autoren fanden keinen Unterschied bezüglich der Dichtigkeit zwischen mit und ohne $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -vorbehandelte Zähnen. Andere Studien hingegen gehen von einer

Verbesserung der Randqualität aus [97,99,122,193]. *Porkaew* et al. [193] und *Holland* et al. [97] untersuchten die Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen in vitro mit und ohne vorherige Ca(OH)_2 -Einlage und fanden, dass die Dichtigkeit signifikant verbessert wurde, wenn eine vorherige Ca(OH)_2 -Einlage erfolgt war. *Kontakiotis* et al. [122] zeigen, dass es sich hierbei möglicherweise um einen methodischen Fehler handelte. Sie verglichen wurzelkanalgefüllte Zähne mit und ohne vorherige Ca(OH)_2 -Einlage. Mit Methylenblau als Indikator fanden sie einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, während mit dem Fluid-Transport-Modell kein signifikanter Unterschied erkennbar wurde. Inwieweit eine Ca(OH)_2 -Einlage einen Einfluss auf die Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen hat, ist also weitgehend ungeklärt. Auch wenn die zitierten Studien keinen direkten Vergleich zur der vorliegenden Studie erlauben, geben sie doch einen Hinweis auf mögliche Interaktionen der medikamentösen Einlagen mit in Kombination angewendeten Füllungsmaterialien.

Kalziumhydroxid kann heute als die am weitest verbreitete intrakanaläre Wurzelkanaleinlage beschrieben werden [23]. *Tepel* et al. [244] konnten in einem Tierexperiment zeigen, dass periapikale Gewebe nach Ledermix-Einlage eine verzögerte Wundheilung aufweisen. Trotzdem wurde Ledermix® für diese Studie verwendet, da es des öfteren im Rahmen der Notfalltherapie zum Desinfizieren des Wurzelkanalsystems eingesetzt wird [81]. *Versümer* und *Hülsmann* [259] kommen nach ihrer sehr umfangreichen Betrachtung zu Chlorphenolpräparaten zu der Schlussfolgerung, dass die Anwendung von ChKM als Desinfektionsmittel in der Endodontie nicht indiziert ist. Trotzdem wird dieses Präparat vor allem von älteren Zahnärzten als medikamentöse Einlage immer noch verwendet.

In der vorliegenden Untersuchung zeigte Calxyl® - ein Kalziumhydroxid-Präparat - im Vergleich zu anderen Medikamenten den größten Einfluss auf die Wandständigkeit der Deckfüllung mit Cavit®. Im Durchschnitt wurden Eindringtiefen von 3,24 mm an mit Calxyl® behandelten Wänden festgestellt. Im Vergleich der Eindringtiefen an Ledermix-Wänden waren die Eindringtiefen an mit Calxyl® verschmutzten Wände signifikant höher. Auch im Vergleich zu der

5. Diskussion

an ChKM-Wänden ermittelten Eindringtiefen zeigte Calxyl® deutlich höhere Penetrationsstrecken. Zwischen mit Ledermix®- und ChKM-Wänden konnte hingegen kein signifikanter Unterschied bezüglich der Eindringtiefen verzeichnet werden.

Obwohl in einer früheren Studie die Arbeitsgruppe von Wu et al. [276] feststellen konnten, dass Methylenblau sich bei 24-stündigem Kontakt mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ entfärbt, wurden in der vorliegenden Studie nach 72-stündigem Kontakt des Methylenblaus mit Kalziumhydroxid, Eindringtiefen von im Mittel 3,24 mm, an mit der medikamentösen Zwischeneinlage Calxyl® verschmutzten Kavitätenwand ermittelt. An den kalziumhydroxidfreien Kavitätenwänden innerhalb der Gruppe hingegen, betrug die durchschnittliche Eindringtiefe 2,02mm.

Ob mit anderen Testindikatoren oder einer anderen Konzentration des Methylenblaus ein abweichendes Ergebnis erreicht würde, wäre in weiteren Untersuchungen zu klären. Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist bei der Verwendbarkeit eines Kalziumhydroxid-Präparates als Wurzelkanaleinlage, darauf zu achten, dass die Zugangskavitätswände frei von Calxyl® bleiben, bevor die Trepanationsöffnung mit der provisorischen Verschluss Cavit® verschlossen wird.

Eine mögliche Erklärung für die Erhöhung der Penetrationsstrecke an der mit Kalziumhydroxid verschmutzten Kavitätenwand könnte sein, dass Cavit® der medikamentösen Zwischeneinlage Calxyl® Wasser entzieht, wodurch Kalziumhydroxid als Kalziumcarbonat ausfällt. Dessen poröse Struktur könnte die Penetration des Farbstoffes und damit vermutlich in der Mundhöhle die bakterielle Reinfektion begünstigen.

Ein ähnlicher Mechanismus wäre für Ledermix® vorstellbar. Es handelt sich um eine wasserlösliche Substanz, die an der Reaktionszone zum Cavit® interagieren könnte, und eine Reduktion der Abdichtung herbeiführen könnte. Vergleicht man die Eindringtiefen des Farbstoffes an Ledermix® und ledermixfreien Kavitätenwänden innerhalb der Gruppe miteinander, so konnte

ein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden. Im Durchschnitt wurden an ledermixbehandelten Wänden um 0,33 mm höhere Eindringtiefen als an ledermixfreien Wänden festgestellt. Es ist unbekannt, welchen Einfluss die Salbengrundlage der Ledermixpaste auf die Qualität der provisorischen Füllung hat. Da in der Reaktionszone zwischen Cavit® und Ledermix® mehr oder weniger ausgeprägte Verfärbungen von Cavit® in dieser Studie beobachtet worden sind, ist es wahrscheinlich, dass Ledermix® in die Deckfüllung diffundierte und so zu der Abbindereaktion beigetragen hat. Die Diffusionsfähigkeit der Ledermixpaste wird von *Abbott et al.* [4,6] in zwei Studien beschrieben. Erhärter wurde diese Feststellung durch Experimente, in denen Farbveränderungen des Dentins nach Applikation von Ledermix® in den Wurzelkanal untersucht wurden [101,115,116]. Die Autoren zeigen, dass ein Grossteil der wirksamen Bestandteile der Ledermix-Paste durch die angrenzenden Dentintubuli diffundierte, wobei nach 14 Wochen 98% des Triamcinolons und 66% des Demeclocyclins aus dem Wurzelkanal abgegeben waren.

Lediglich ChKM als hydrophobes Agens geht vermutlich aufgrund seiner lipophilen Eigenschaft keine Wechselwirkung mit Cavit® ein, wodurch in der vorliegenden Untersuchung keine signifikanten Unterschiede in der Penetrationstiefe zwischen behandelter und nicht behandelter Kavitätenwand vorliegen.

Messer und *Chen* [149] markierten CMCP mit ¹⁴C-Atomen und beobachteten, dass innerhalb von 24 Stunden nach Einlage in die Pulpakammer nur noch 10% der ursprünglichen Menge CMCP vorhanden war. *Fager* und *Messer* [63] untersuchten ebenfalls die Diffusion von CMCP aus der Pulpakammer. Bereits nach 30 Minuten konnten radioaktive Partikel im Blut, nach 2 Stunden im Urin nachgewiesen werden. Etwa 50% der Gesamtmenge waren nach 24 Stunden aus den Zähnen diffundiert und bis zu 20% bereits über den Urin ausgeschieden. Kalziumhydroxid hingegen hat auf Grund der starken Pufferkapazität des Dentins [167] eine langsame Diffusionsgeschwindigkeit im Dentin [267] Dieser Umstand bietet auch eine mögliche Erklärung für das gute

5. Diskussion

Abschneiden des ChKM's im Vergleich zu anderen Medikamenten. Möglicherweise diffundierte ChKM in die umgebenen Dentintubuli und verhinderte somit nicht die Adaption des Cavit's an der Kavitätenwand. Darüber hinaus bestand durch den flüssigen Aggregatzustand des ChKM's die Möglichkeit, dass deren Bestandteile sich schnell verflüchtigen.

Aufgrund der in dieser Studie festgestellten Beeinträchtigung der Dichtigkeit von Cavit® durch medikamentöse Wurzelkanaleinlagen, darf für den klinisch notwendigen Fall einer Applikation eines Medikamentes im Wurzelkanal die Empfehlung ausgesprochen werden, vor dem Verschluss der Trepanationsöffnung mit Cavit®, streng auf die Sauberkeit der Zugangskavitätswände zu achten. Eine Undichtigkeit von Cavit® könnte die Prognose der endodontischen Therapie negativ beeinflussen.

Zur endgültigen Beurteilung sollten aber zusätzlich klinische Studien nachgeschaltet werden, um das tatsächliche Verhalten der Materialien in der Mundhöhle zu erforschen.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Effekt häufig in der Endodontie verwendeter medikamentöser Zwischeneinlagen auf die Wandständigkeit der temporären Verschlussmasse Cavit[®]-W untersucht.

Hierzu wurden 80 extrahierte, karies- und füllungsfreie Molaren verwendet, bei denen eine Präparation einer standardisierten Zugangskavität der Größe 3,5mm x 4mm erfolgte. Danach erfolgte eine zufällige Zuteilung von jeweils 20 Zähnen in vier Versuchsgruppen, einschließlich der Kontrollgruppe. Der Kavitätenboden der Kontrollgruppe (Gruppe IV) wurde mit Calxyl[®] abgedeckt, anschließend wurde die Kavität, soweit mit einem Calxyl[®] getränktem Wattepellet aufgefüllt, bis die Kavitätenresttiefe 4 bis 4,5 mm betrug, bevor der Verschluss der Trepanationsöffnung mit Cavit[®]-W erfolgte. Der Kavitätenboden der Gruppen I (Ledermix[®]), Gruppe II (ChKM) und der Gruppe III (Calxyl[®]) wurde mit jeweils dem der Gruppe zugeordneten Medikament bedeckt. Nachfolgend erfolgte zusätzlich die Bedeckung einer, der aus der Randomisierungsliste vorgegebenen Kavitätenwand mit entsprechenden Medikament. Analog der Kontrollgruppe wurde bei allen Proben bis zu einer Kavitätenresttiefe von 4 bis 4,5 mm die Zugangskavität mit den entsprechenden medikamentengetränkten Wattepellets aufgefüllt bevor der Verschluss der Kavität mit der provisorischen Verschlussmasse Cavit[®] erfolgte. Die Proben wurden durch 150 Zyklen in Thermowechselgerät zwischen 5°C und 55°C gealtert. Die Zähne wurden einem Farbstoffpenetrationstest unterzogen. Für den Farbstoffpenetrationstest wurde der Farbstoff Methylblau verwendet, dessen Penetration als ein Indiz für die Undichtigkeit der provisorischen Füllungsmaterialien gilt. Um das Eindringen des Farbstoffes an der Grenzfläche mit Lichtmakroskop zu erfassen, wurden von den Proben Längsschnitte angefertigt.

6. Zusammenfassung

Bei den Vergleich der Eindringtiefe zwischen mit medikamentöser Wurzelkanaleinlage verschmutzten Kavitätenwand und medikamentenfreien Kavitätenwand innerhalb der einzelnen Gruppen fiel auf, dass an medikamentös verschmutzten Wänden mit Calxyl® tendenziell höhere Penetrationsstrecken ermittelt worden sind. Diese Auffälligkeit wurde ebenfalls bei der medikamentösen Zwischeneinlage Ledermix® beobachtet. Hier wurden signifikant höhere Eindringtiefen des Farbstoffes an medikamentenbehandelten Wänden festgestellt. ChKM hingegen bewirkte keine Verschlechterung der Randqualität. Die vorliegenden Ergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass Verunreinigungen der Kavitätenwände durch medikamentöse Einlagen insbesondere durch Calxyl® aber auch durch Ledermix® das Abdichtungsverhalten von Cavit® beeinträchtigen. Folglich ist anzuraten, die Wände der Zugangskavität sorgfältig vor dem provisorischen Verschluss mit Cavit® zu versäubern um die gute Verschlusseigenschaft dieser temporären Masse zu bewahren.

7. Summary

In the present study the influence of often used endodontic medicaments like Calxyl[®], Ledermix[®] and ChKM on the sealing ability of Cavit[®]-W was examined.

Standardized endodontic access cavities of 3,5mm x 4mm were prepared in 80 noncarious, nonrestored crowns of extracted human molars. The teeth were air dried and the surface including the apical foramen was covered by two layers of nail polish, up to 1mm from the margins of the cavity preparation. The teeth were randomly divided into four groups, three experimental and one control. Each of the group consisted of 20 molar teeth.

All access cavities were filled as follow: at the bottom of the pulp chamber: group I with Ledermix[®]; group II with ChKM; group III and IV with Calxyl[®]. Given from a random list cavity walls from group I-III were covered with a medicament corresponding to each group. A cotton pellets were placed in the pulp chambers so that at least 4 to 4,5mm were left to fill with Cavit[®]-W. The depth of the cavity was measured with a periodontal probe.

After the access cavities were filled, the specimens were immediately placed in NaCl for 72 h at 37°C ensure setting of the material. All of the teeth were than subjected to thermal stress by placing them in water baths at 5°C and 55°C for 60 s each for 150 cycles. After thermal cycling, the teeth were then immersed in 1% methylene blue dye at room temperature for 72 h. Afterward they were washed under tap water and air dried. All teeth were than cut through their longitudinal axis, and the coronal linear depth of dye penetration was measured in millimeters using a macroscope with a X 10 magnification.

The results indicated that cavity walls covered with Calxyl[®] and Ledermix[®] showed a larger depth of penetration than cavity walls covered with ChKM or uncovered cavity walls. This leads to the conclusion that pollution with Calxyl[®]

7. Summary

and Ledermix® could impair the sealing ability of a temporary filling with Cavit®. Therefore the cavity should be cleaned very carefully before using a temporary filling with Cavit® to preserve its good sealing properties.

8. Literaturverzeichnis

- 1 ABBOTT, P. V.:
Medicaments: Aids to success in endodontic. Part I. A review of the literature:
Aus Dent J 35: 438-448 (1990)
- 2 ABBOTT, P. V.:
Medicaments: Aids to success in endodontic. Part II. A review of the literature:
Aus Dent J 35: 491-496 (1990)
- 3 ABBOTT, P. V.:
Systematic release of corticosteroids following intra-dental use.
Int Endodont J 25: 189-191 (1992)
- 4 ABBOTT, P. V., HEITHERSAY, G. S., HUME, W. R.:
Release and diffusion through human tooth roots in vitro of corticosteroid and tetracycline trace molecules from Ledermix paste.
Endod Dent Traumatol 4: 55-62 (1988)
- 5 ABBOTT, P. V., HUME, W. R., HEITHERSAY, G. S.:
Effects of combining Ledermix® and calcium hydroxide pastes on the diffusion of corticosteroid and tetracycline through human tooth root in vitro.
Endod Dent Traumatol 5: 188-192 (1989)
- 6 ABBOTT, P. V., HUME, W. R., HEITHERSAY, G. S.:
The release and diffusion through human coronal dentine in vitro of triamcinolone and demeclocycline from Ledermix paste.
Endod Dent Traumatol 5: 92-97 (1989)

8. Literaturverzeichnis

- 7 ALANI, A. H., TOH, C. G.:
Detection of microleakage around dental restorations: a review.
Oper Dent 22: 173-185 (1997)
- 8 AL-NAZHAN, S., SAPOUNAS, G., SPÅNGBERG, L.:
In vitro study of the toxicity of composite resin, silver amalgam, and Cavit.
J Endod 14: 236-238 (1988)
- 9 ANDERSON, M., SEOW, W. K.:
pH of endodontic medicaments used in pediatric dentistry: Effects of
dyadic combinations.
J Clin Pediatr Dent 15: 42-45 (1990)
- 10 ANDERSON, M., LUND, A., ANDREASEN, F. M.:
In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium
hypochlorite.
Endod Dent Traumatol 8: 104-108 (1992)
- 11 ANDERSON, R. W., POWELL, B. J., PASHLEY, D. H.:
Microleakage of three temporary endodontic restorations.
J Endod 14: 497-501 (1988)
- 12 ANDERSON, R. W., POWELL, B. J., PASHLEY, D. H.:
Microleakage of temporary restoration in complex endodontic access
preparation.
J Endod 15: 526-529 (1989)
- 13 ANDO, N., HOSHINO, F.:
Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal
dentin.
Int Endod J 23: 20-27 (1990)
- 14 ATLAS, R.M.:
Principles of Microbiology. 2 Auflage.,
WCB Publ., Dubuque / USA (1997)

8. Literaturverzeichnis

- 15 AVNY, W. Y., HEIMANN, G. R., MADONIA, J. V., WOOD, N. K., SMULSON, M. H:
Autoradiographic studies of the intracanal diffusion of aqueous and camphorated parachlorophenol in endodontics.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 36:80-89 (1973)
- 16 BALTO, H.:
An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth:
J Endod 28: 762-764 (2002)
- 17 BALTO, H., AL-NAZHAN, S., AL-MANSOUR, K., AL-OTAIBI.,SIDDIQU, Y.:
Microbial Leakage of Cavit, IRM, and Temp Bond in post-prepared root canals using two methods of Gutta-percha removal. An in vitro study.
J Contemp Dent Pract 6:1-8 (2005)
- 18 BARKHORDAR, R. A., STARK, M. M.:
Sealing ability of intermediate restorations and cavity design used in endodontics.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69: 99-101 (1990)
- 19 BARKHORDAR, R. A., STEWART, G. G.:
The potential of periodontal pocket formalin associated with untreated accessory root canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 70:769-772 (1990)
- 20 BARKHORDAR, R. A., KEMPLER, D., WATANABE, L. G.:
The effect of endodontic medicaments on the sealing ability o provisional restorative materials.
Quintessence 28: 393-396 (1997)
- 21 BARNES, G. W., LANGELAND, K.:
Antibody formation in primates following introduction of antigens into root canal.
J Dent Res 45: 1111-1114 (1966)

8. Literaturverzeichnis

- 22 BARTHEL, C. R., STORBACH, A., BRIEDIGKEIT, H., GÖBEL, B., ROULET, J.-F.:
Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings:
J Endod 25: 731-734 (1999)
- 23 BARTHEL, C. R., ZIMMER, S., WEST, G., ROULET, J. F.:
Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments.
Endod Dent Traumatol 16: 282-286 (2000)
- 24 BAUMGARTNER, J. C., FALKLER, W. A.:
Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals.
J Endod 17: 380-383 (1991)
- 25 BEACH, C. W., CALHOUN, J. C., BRAMWELL, J. D., HUTTER, J., MILLER, G. A.:
Clinical evaluation of bacterial leakage of endodontic temporary filling materials.
J Endod 22: 459-462 (1996)
- 26 BEER, R., BAUMANN, M. A., KIELBASSA, A.M.:
Taschenatlas der Endodontie
Thieme, Stuttgart (2004)
- 27 BEISSNER, H.:
Vergleichend-sequentialanalytische, kurzfristige klinische Prüfung einiger Stoffe auf ihre Wirkung als potentielle Pulpitismittel.
Schweiz Monatsschr Zahnheilk 78: 674-684 (1968)
- 28 BERGENHOLZ. G.:
Effect of bacterial products on inflammatory in the dental pulp.
Scand J Dent Res 85: 122-129 (1977)
- 29 BETHMAN, W.:
Operationskurs für Stomatologen
6 Auflage, Johann Ambrosius Barth - Verlag, Leipzig (1982)

8. Literaturverzeichnis

- 30 BLANEY, T.D., PETERS, D.D., SETTERSTROM, J., BERNIER, W.E.:
Marginal sealing quality of IRM and Cavit as assessed by microbial penetration.
J Endod 7: 453-457 (1981)
- 31 BOBOTIS, H. G., ANDERSON, R. W., PASHLEY, D. H., PANTERA, E. A.:
A microleakage study of temporary restorative materials used in endodontics.
J Endod 15: 569-572 (1989)
- 32 BÖßMANN, K., HOPPE, W., STAEHLE, H. J.:
Experimentelle Untersuchungen über die antimikrobielle Wirksamkeit verschiedener Unterfüllungsmaterialien.
Dtsch Zahnärztl Z 39: 725-731 (1984)
- 33 BRAMANTE, C. M., BERBERT, A., BERNARDINELLI, N.:
Temporary sealing materials. Evaluation of sealing property with ¹³¹I.
Rev Assoc Paul Cir Dent 31: 10-13 (1977)
- 34 BRÄNNSTRÖM, M., VOJINOVIC, O.:
Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials.
J Dent Child 43: 83-89 (1976)
- 35 BRISEÑO M. B., VIOLA, E., CHRISTOFFERS, A. B.,
WILLERSHAUSEN, B.:
Die Antibakterielle Wirkung von Ledermix als medikamentöse Wurzelkanaleinlage - eine In-vitro- Versuchsreihe.
Dtsch Zahnärztl Z 59: 650-654 (2004)
- 36 BUCK, R. A., CAI, J., ELEAZER, P. D., STAAT, R. H., HURST, H. E.:
Detoxification of endotoxin by endodontic irrigans and calcium hydroxide.
J Endod 27: 325-327 (2001)

- 37 BURCH, J. G., HULEN, S.:
A study of the presence of accessory foramina and the topography of molar furcations.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38: 451-455 (1974)
- 38 BYSTRÖM, A.:
Evaluation of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis.
Umea Univ Odont Diss Abstr No 27 (1986)
- 39 BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G.:
Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy.
Scand J Dent Res 89: 321-328 (1981)
- 40 BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G.:
Bacteriologic evaluation of the effect of 0,5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 55: 307-312 (1983)
- 41 BYSTRÖM, A., CLAESSION, R., SUNDQVIST, G.:
The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals.
Endod Dent Traumatol 1: 170-175 (1985)
- 42 BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G.:
The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy.
Int Endod J 18: 35-40 (1985)
- 43 BYSTRÖM, A., HAPPONEN, R.P, SJÖGREN, U., SUNDQVIST, G.:
Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis.
Endod Dent Traumatol 3: 58-63 (1987)

8. Literaturverzeichnis

- 44 ÇALIŞKAN, M. K., ŞEN, B. H.:
Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study.
Endod Dent Traumatol 12: 215-221 (1996)
- 45 CAMBRUZZI, J. V., GREENFELD, R. S.:
Necrosis of crestal bone related to the use of Excessive Formocresol medication during endodontic treatment.
J Endod 9: 565-567 (1983)
- 46 CHOAYEB, A. A., BASSIOUNY, M. A.:
Sealing ability of intermediate restoratives used in endodontics.
J Endod 11: 241-244 (1985)
- 47 CRUZ, E. V., SHIGETANI, Y., ISHIKAWA, K., KOTA, K., IWAKU, M., GOODIS, H. E.:
A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials.
Int Endod J 35: 315-320 (2002)
- 48 DAHLÉN, G., MAGNUSSON, B. C., MÖLLER, A.:
Histological and histochemical study of the influence of lipopolysaccharide extracted from *Fusobacterium nucleatum* on the periapical tissues in the monkey *Macaca fascicularis*.
Archs Oral Biol 26: 591-598 (1981)
- 49 DARWISCH, M., TEPEL, J., HOPPE, W.:
Die Wirkung von Medikamenten zur temporären Versorgung des Wurzelkanals auf die apikale Parodontitis.
Endodontie 3:19-25 (1994)
- 50 DeDEUS, Q. D., HORIZONE, B.:
Frequency, location, and direction of lateral, secondary, and accessory canals.
J Endod 1: 361-366 (1975)

8. Literaturverzeichnis

- 51 DELIVANIS, P. D., CHAPMAN, K. A.:
Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53: 410-416 (1982)
- 52 DEVEAUX, E., HILDELBERT, P., NEUT, C., BONIFACE, B., ROMOND, C.:
Bacterial microleakage of Cavit, IRM and TERM.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74: 634-643 (1992)
- 53 DEVEAUX, E., HILDELBERT, P., NEUT, C., ROMOND, C.:
Bacterial microleakage of Cavit, IRM, TERM, and Fermit: a 21-day in vitro study.
J Endod 25: 653-659 (1999)
- 54 DICKSON, S. S., PETERS, D. D.:
Leakage evaluation with and without vacuum of two guttapercha fill techniques.
J Endod 19:398-403 (1993)
- 55 DILLARD, C. R., BARFIELD, R. D., TILASHALSKI, K. R., CHAVERS, S., ELEAZER, P. D.:
Comparison of endodontist versus generalist regarding preference for postendodontic use of cotton pellets in pulp chamber.
J Endod 28: 656-657 (2002)
- 56 DUMENSIL, R., SCHADEWALDT, H.:
Die Berühmten Ärzte.
2. Aufl., Aulis Verlag Deubner & Co KG Köln S:130-132, 151-152 (1967)
- 57 EHRMANN, E. H.:
Corticosteroide in der konservierenden Zahnheilkunde:
Dtsch Zahnärztl Z 19: 886-894 (1964)

8. Literaturverzeichnis

- 58 EHRMANN, E. H., MESSER, H. H., ADAMS, G. G.:
The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics.
Int Endod J 36: 868-875 (2003)
- 59 ELLIAS, E., SAJJAN, G.:
Effect of bleaching on microleakage of resin composite restorations in non-vital teeth: An in-vitro study.
Endodontology 14: 9-13 (2002)
- 60 ESTRELA, C., PIMENTA, F. C., ITO, I. Y., BAMMANN, L. L.:
In vitro determination of direct antimicrobial effect of calcium hydroxide.
J Endod 24: 15-17 (1998)
- 61 EVANS, M, DAVIES, J. K., SUNDQVIST, G., FIGDOR, D.:
Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide.
Int Endod J 35: 221-228 (2002)
- 62 FABRICIUS, L., DAHLÉN, G., HOLM, S. E., MÖLLER, A. J. R.:
Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys.
Scand J Dent Res 90: 200-206 (1982)
- 63 FAGER, F. K., MESSER, H. H.:
Systemic distribution of camphorated monochlorophenol from cotton pellets sealed in pulp chambers.
J Endod 12: 225-30 (1986)
- 64 FERGUSON, J. W., HATTON, J. F., GILLESPIE, M. J.:
Effectiveness of intracanal irrigants and medication against the yeast *Candida albicans*.
J Endod 28: 68-71 (2002)
- 65 FISCHER, G.:
Über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle menschlicher Zähne.
Dtsch Monatsschr Zahnheilkd 25: 544-552 (1907)

8. Literaturverzeichnis

- 66 FOGEL, B. B.:
A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces.
Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol 43: 284-299 (1977)
- 67 FRANK, A. L.:
Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation.
J. Amer. Dent. Ass. 72: 87-93 (1966)
- 68 FRIEDMANN, S., SHANI. J., STABHOLZ. A., KAPLAWI. J.:
Comparative sealing ability of temporary filling materials evaluated by leakage of radiosodium.
Int Endod J 19: 187-193 (1986)
- 69 GILLES, J. A., HUGET, E. F., STONE, R. C.:
Dimensional stability of temporary restoration.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 40: 796-800 (1975)
- 70 GLADYS, S., Van MEERBECK, B., INOKOSHI, S., WILLEMS, G.,
BRAEM, M., LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G.:
Clinical semiquantitative marginal analysis of four tooth coloured inlay systems at 3 years.
J Dent 23: 329-338 (1995)
- 71 GLADYS, S., Van MEERBEEK, B., LAMBRECHT, P., VANHERLE, G.:
Microleakage of adhesive restorative materials.
Am J Dent 14: 170-176 (2001)
- 72 GOING, R. E.:
Microleakage around dental restorations a: summarizing review.
J Am Dent Assoc 84: 1349-1357 (1972)
- 73 GOMES, B. P. F. A., DRUCKER, D. B., LILLEY, J. D.:
Association of specific bacteria with some endodontic signs and symptoms.
Int Endod J 27: 291-298 (1994)

8. Literaturverzeichnis

- 74 GOMES, B. P. F. A., LILLEY, J. D., DRUCKER, D. B.:
Variations in the susceptibilities of components of endodontic microflora to biomechanical procedures.
Int Endod J 29: 235-241 (1996)
- 75 GOLDMAN. M., PEARSON, A. H.:
A clinical study of the use of antibiotic sensitivity testing in endodontics.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 15: 1250-1258 (1962)
- 76 GOLDMAN, M., SIMMONDS, S., RUSH, R.:
The usefulness of dye-penetration studies re-examined.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 67: 327-332 (1989)
- 77 GROSSMAN, L. I.:
A study of temporary fillings as hermetic sealing agents.
J Dent Res 18: 67-71 (1939)
- 78 GROSSMAN, L. I., OLIET, C. E.:
Endodontic Practice, 11th ed.
Lea & Febiger, Philadelphia (1988)
- 79 GUTIERREZ, J. H., JOFRE, A., VILLENA, F.:
Scanning electron microscope study on the action of endodontic irrigans on bacteria invading the dentinal tubules.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 69: 491-501 (1990)
- 80 HAAPASALO, M., ØRSTAVIK, D:
In vitro infection and disinfection of dental tubules.
J Dent Res 66: 1375-1379 (1987)
- 81 HAGEDORN, B., RÖßLING, P., WILLERSHAUSEN, B., BRISEÑO M. B.:
Ledermix.
ZWR 109: 689-693 (2000)
- 82 HAN, G. Y., PARK, S. H., YOON, T. C.:
Antimicrobial activity of Ca(OH)₂- containing pastes with Enterococcus faecalis in vitro.
J Endod 27: 326-332 (2001)

8. Literaturverzeichnis

- 83 HANCOCK, H., SIGURDSSON, A., TROPE, M.:
Microbiological analysis of obturated with persistent periapical lesions.
J Endod 26:565 (2000)
- 84 HANSEN, R. S., MONTGOMERY, S.:
Effect of restoration thickness on the sealing ability of TERM.
J Endod 19: 448-452 (1993)
- 85 HANSEN-BAYLESS, J., DAVIS, R.:
Sealing ability of two intermediate restorative materials in bleached
teeth:
Am J Dent: 5: 151-154 (1992)
- 86 HASSELGREN, G., OLSSON, B., CVEK, M.:
Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of
necrotic porcine muscle tissue.
J Endod 14: 125-127 (1988)
- 87 HEINEMANN, O.:
Die Eiweißreduktion des Chlorphenols und seine Präparate.
Zahnärztl Rdsch 38: 551-552; 1373-1375 (1929)
- 88 HEITHERSAY, G. S.:
Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated
pathology.
J Br Endod Soc 8: 74-92 (1975)
- 89 HEITHERSAY, G. S.:
Clinical endodontic and surgical management of tooth and associated
bone resorption:
Int Endod J 18: 72-92 (1985)
- 90 HELING, I., PECHT, M.:
Efficiency of Ledermix paste in eliminating Staphylococcus aureus from
infected dentinal tubules in vitro.
Endod Dent Traumatol 7: 251-254 (1991)

8. Literaturverzeichnis

- 91 HERMANN, B. W.:
Kalziumhydroxid als Mittel zum Behandeln und Füllen von
Zahnwurzelkanälen:
Med. Diss., Würzburg (1920)
- 92 HESS, W.:
Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses mit
Berücksichtigung der feineren Verzweigungen am Foramen apicale.
Schweiz Vierteljahresschr Zahnheilkd 27: 1-52 (1917)
- 93 HESS, W., ZÜRCHER, E.:
The anatomy of the root-canals of the teeth of the permanent dentition
and the anatomy of the root-canals of the teeth of the deciduous
dentition, and of the first permanent molars.
John Bale, Sons & Danielsson, London (1925)
- 94 HESSION, R. W.:
Endodontic morphology. II. A radiographic analysis.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 44: 610-620 (1977)
- 95 HILTON, T. J., FERRACANE, J. L.:
Cavity preparation factors and microleakage of class II composite
restorations filled at intraoral temperatures.
Am J Dent 12: 123-130 (1999)
- 96 HOLLAND, R., SAARES, I. J., SAARES, I. M.:
Influence of irrigation and intracanal dressing on the healing process of
dogs teeth with apical periodontitis.
Endod Dent Traumatol 8: 223-229 (1992)
- 97 HOLLAND, R., ALEXANDRE, A. C., MURATA, S. S., Dos SANTOS, C. A.,
DEZAN, E Jr.:
Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide.
Endod DentTraumatol 11: 261-263 (1995)

8. Literaturverzeichnis

- 98 HOLLAND, R., MURATA, S. S., DEZAN, E Jr., GARLIPP, O.:
Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point.
J Endod 22: 71-73 (1996)
- 99 HOSOYA, N., KURAYAMA, H., LINO, F., ARAI, T.:
Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers.
Int Endod J 37: 178-184 (2004)
- 100 HUGO, W. B., RUSSEL, A. D.:
Pharmaceutical Microbiology
6 Aflage, Blackwell Science, Oxford (1998)
- 101 IMM, S. T., ABBOTT, P. V., MCGINLEY, P.:
The Effects of Ledermix paste on discoloration of immature teeth.
Int Endod J 33: 227-232 (2000)
- 102 IMMIG, E.:
Die Behandlung Pulpa und wurzelkranker Zähne
Berlinische Verlagsanstalt, Berlin (1911)
- 103 IMURA, N., OTANI, S. M., CAMPOS, M. J. A., JARDIM, E. G.,
ZUOLO, M. L.:
Bacterial penetration through temporary restorative materials in root canal treated teeth in vitro.
Int Endod J 30: 381-385 (1997)
- 104 JACOBSEN, E. L., KARRAS, L. G., BEGOLE, E. A., DANIEL, J. C.:
Long - term sealing efficacy of four root surface sealing materials used in endodontic leakage studies:
J Endod 19: 587-578 (1993)
- 105 JACQUOT, B. M., PANIGHI, M. M., STEINMETZ, P., G'SELL, C.:
Microleakage of Cavit, Cavit W, Cavit G and IRM by impedance Spectroscopy.
Int Endod J 29: 256-261 (1996)

8. Literaturverzeichnis

- 106 JACQUOT, B. M., PENIGHI, M. M., STEINMETZ, P., G'SELL, C.:
Evaluation of temporary restorations' microleakage by means of
electrochemical impedance measurements:
J Endod 22: 586-589 (1996)
- 107 JONES, K. F., FRUITHANDLER, R. C., BERG, J. H.:
Microleakage of interim endodontic filling materials.
Am J Dent 3: 71-74 (1990)
- 108 KAKEHASHI, S., STANLEY, H. R., FITZGERALD, R. J.:
The effects of surgical exposures of dental pulps in germ - free and
conventional laboratory rats.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 20: 340-349 (1965)
- 109 KANTZ, W. E., HENRY, C. A.:
Isolation and classification of anaerobic bacteria from intact pulp
chambers of non-vital teeth in man.
Arch Oral Biol 19: 91-96 (1974)
- 110 KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I., KÜÇÜKAY, S., BAYIRLI, G.:
Factors affecting apical leakage assessment.
J Endod 19: 362-365 (1993)
- 111 KAZEMI, R. B., SAFAVI, K. E., SPANGBERG, L. S. W.:
Assesment of marginal stability of an interim restorative endodontic
material.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78: 788-796 (1994)
- 112 KELLER, D. L., PETERS, D. D., SETTERSTROM, J., BERNIER, W. E.:
Microleakage of softened temporary restorations as determined by
microorganism penetration.
J Endod 7: 413-417 (1981)
- 113 KERSTEN, H., MOORER, W.:
Particles and molecules in endodontic leakage.
Int Endodon J 22: 118-124 (1989)

8. Literaturverzeichnis

- 114 KHEMALEELAKUL, S., BAUMGARTNER, J. C., PRUKSAKORN, S.:
Identification of bacteria in acute endodontic infections and their antimicrobial susceptibility.
Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol 94: 746-755 (2002)
- 115 KIM, S. T., ABBOTT, P. V., MCGINLEY, P.:
The effects of Ledermix paste on discoloration of mature teeth.
Int Endod J 33: 227-232 (2000)
- 116 KIM, S. T., ABBOTT, P. V., MCGINLEY, P.:
The effects of Ledermix paste on discoloration of immature teeth.
Int Endod J 33: 233-237 (2000)
- 117 KIM, S. K., KIM, Y. O.:
Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal.
Int Endod J 35: 623-628 (2002)
- 118 KIRYATI, A. A.:
The effect of hydrocortisone plus polyantibiotics upon the damaged and infected dental pulp of rat molars.
J. Dent. Res. 37: 886-901 (1958)
- 119 KOÇKAPAN, C.:
Curriculum Endodontie
Quintessenz Verlag GmbH, Berlin (2003)
- 120 KOENIGS, J. F., BRILLIANT, J. D., FOREMAN, D. W.:
Preliminary scanning electron microscope investigation of accessory foramina in the furcation areas of human molar teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38: 773-782 (1974)
- 121 KONTAKIOTIS, E., NAKOU, M., GEORGOPOULOU, M.:
In vitro study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal.
Int Endod J 28: 285-289 (1995)

8. Literaturverzeichnis

- 122 KONTAKIOTIS, E. G., WU, M. K., WESSELINK, P. R.:
Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling.
Endod Dent Traumatol 13: 281-284 (1997)
- 123 KOPCZYK, R. A., CUNNINGHAM, C.J., ABRAMS, H.:
Periodontal implications of formocresol medication:
J Endod 12: 567-569 (1986)
- 124 KORZEN, B. H., KRAKOW, A. A., GREEN, D. B.:
Pulpal and periapical tissue responses in conventional and monoinfected
gnotobiotic rats
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 37: 783-802 (1974)
- 125 KURODA, T.:
Zur Pharmakologie des o = m = p = Chlorphenols sowie des Phenols und
Chlorphenolkampfers.
Vierteljahresschr Zahnheilkd 66: 566-586 (1926)
- 126 KRAKOW, A. A., DE STOPPELAAR, J. D., GRØN, P.:
In vivo study of temporary filling materials used in endodontics in anterior
teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 43: 615-620 (1977)
- 127 LAGE-MARQUES, J. L., SIMÕES, E., BOLDRINI, E.,
SALAZAR-SILVA, J. R.:
Ca(OH)₂-penetration into dentinal tubules relating to the intracanal
dressing application.
J Dent Res 76:306 (1997)
- 128 LAMBRIANDIS, T., MARGELOS, J., BELTES, P.:
Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the canal.
J Endod 25: 85-88 (1999)
- 129 LAMERS, A. C., SIMON, M., VAN MULLEM, P. J.:
Microleakage of Cavit temporary filling material in endodontic
access cavities in monkey teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 49: 541-543 (1980)

8. Literaturverzeichnis

- 130 LEE, Y.-C., YANG, S.-F., HWANG, Y.-F., CHUEH, L.H., CHUNG, K. H.:
Microleakage of endodontic temporary restorative materials.
J Endod 19: 516-520 (1993)
- 131 Le GOFF, A., BUNETEL, L., MOUTON, C., BONNAURE MALLET, M.:
Evaluation of root canal bacteria and their antimicrobial susceptibility in
teeth with necrotic pulp.
Oral Microbiol Immunol 12: 318-22 (1997)
- 132 LENA, M. A.:
Microorganisms isolated from root canals presenting necrotic pulp and
their drug susceptibility in vitro.
Oral Microbiol Immunol 16: 100 (2001)
- 133 LIBERMAN, R., BEN-AMAR, A., FRAYBERG, E., ABRAMOVITZ, I.,
METGER, Z.:
Effect of repeated vertical loads on microleakage of IRM and calcium
Sulphate – based temporary fillings.
J Endod 27: 724-729 (2001)
- 134 LIM, K. L.:
Microleakage of intermediate restorative materials.
J Endod 16: 116-118 (1990)
- 135 LIMKANGWALMONGOL, S., ABBOTT, P. V., SANDLER, A. B.:
Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using
longitudinal sectioning.
J Endod 18: 535-539 (1992)
- 136 LOWMAN, J. V., BURKE, R. S., PELLEU, G. B.:
Patent accessory canals: incidence in molar furcation region.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 36: 580-584 (1973)
- 137 LÖRINCZY-LANDGRAF, E.:
Über die Frage der Lebenserhaltung der entzündlichen Pulpa
I. Klinische Studien über Pulpitistherapie.
Dtsch Zahnärztl Z 12:1013 (1957)

8. Literaturverzeichnis

- 138 MACCHI, R. L., CAPURRO, M. A., HERRERA, C. L., CEBADA, F. R., KOHEN, S.:
Influence of endodontic materials on the bonding of composite resin to dentin.
Endod Dent Traumatol 8: 26-29 (1992)
- 139 MALONE, K. H., DONNELLY, J. C.:
An in vitro evaluation of coronal microleakage in obturated root canals without coronal restorations.
J Endod 23: 35-38 (1997)
- 140 MAGURA, M. E., KAFRAWY, A. H., BROWN, C. R Jr., NEWTON, C. W.:
Human saliva coronal microleakage in obturated root canals:
An in vitro study.
J Endod 17: 324-331 (1991)
- 141 MANDERS, R. S., RETIEF, D. H., RUSSEL, C. M.:
Quantitative microleakage of six dentin bonding systems.
Am J Dent 6: 119-122 (1993)
- 142 MARGELOS, J., ELIADES, G., VERDELIS, C., PALAGHIAS, G.:
Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem.
J Endod 23: 43-48 (1997)
- 143 MAROSKY, J. E., PATTERSON, S. S., SWARTZ, M.:
Marginal leakage of temporary sealing materials used between endodontic appointments and assessed by Calcium 45-an in vitro study.
J Endod 3: 110-113 (1977)
- 144 MATLOFF, I. R., JENSEN, J. R., SINGER, L., TABIBI, A.:
A comparison of methods used in root canal sealability studies:
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53: 2003-2008 (1982)

8. Literaturverzeichnis

- 145 MATTSBY-BELTZER, I., LINDGREN, K., LINDHOLM, B., EDEBO, L.:
Endotoxin shedding by enterobacteria: free and cell-bound endotoxin differ in Limulus activity.
Infect Immun 59: 689-695 (1991)
- 146 MAYA, T., EICKHOLZ, P.:
Microleakage of temporary restorations after thermocycling and mechanical loading.
J Endod 23: 320-322 (1997)
- 147 MEHL, A., HICKEL, R., KUNZELMANN, K. H.:
Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without softstart polymerization.
J Dent 25: 321-330 (1997)
- 148 MENEZES, M. C., VALERA, M. C., JORGE, A. O. C., KOGA-ITO, C. Y., CAMARGO, C. H. R., MANCINI, M. N. G.:
In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals.
Int Endod J 37: 311-319 (2004)
- 149 MESSER, H. H., CHEN, R. S.:
The duration and effectiveness of root canal medicaments.
J Endod 10: 240-245 (1984)
- 150 MESSER, H. H., FEIGAL, R. J.:
A comparison of the antibacterial and cytotoxic effects of parachlorophenol.
J Dent Res 64: 818-21 (1985)
- 151 MEYER, W.:
Die Anatomie der Wurzelkanäle, dargestellt an mikroskopischen Rekonstruktionsmodellen.
Dtsch Zahnärztl Z 25: 1064-1077 (1970)

8. Literaturverzeichnis

- 152 MEYER, W., SCHEELE, E.:
Die Anatomie der Wurzelkanäle.
Dtsch Zahnärztl Z 9: 497-500 (1954)
- 153 MEYER, W., SCHEELE, E.:
Die Anatomie der Wurzelkanäle der oberen Frontzähne.
Dtsch Zahnärztl Z 10: 1041-1045 (1955)
- 154 MICHEL, K.:
Wurzelkanalbehandlung im Jahre 1990. Instrumente, Materialien und
Methoden.
Med Diss Giessen (1993)
- 155 MOLANDER, A., REIT, C., DAHLEN, G., KVIST, T.:
Microbiological status of root – filled teeth with apical periodontitis.
Int Endod J 31: 1-7 (1998)
- 156 MOTSCH, A., Van THIEL, R., HAAS, G.:
Klinische und bakteriologische Untersuchungen verschiedener
Kortikoidpräparate zur Pulpitistherapie.
Dtsch Zahnärztl Z 23: 233-239 (1968)
- 157 MÖLLER, A. J. R.:
Microbiological examination of root canals and periapical tissues of
human teeth.
Thesis; Odont T (special issue) 74:1-380 (1966)
- 158 MÖLLER, A. J. R., FABRICIUS, L., DAHLEN, G., ÖHMAN, A. E.,
HEYDEN, G.:
Influence of periapical tissues of indigenous and necrotic pulp tissue.
An experimental study in monkeys.
Scand J Dent Res 89: 475-484 (1981)
- 159 MÖLLER, K. O:
Lehrbuch der Pharmakologie für Zahnärzte.
JF Lehmanns- Verlag, München (1934)

8. Literaturverzeichnis

- 160 MUSCHOL, A., SPEER, U.:
Medizinische Mikrobiologie
Mediscript, München (1981)
- 161 MÜNCH, J.:
Beitrag zur Chlorphenolkampfertherapie in der konservativen
Zahnheilkunde.
Vierteljahresschr Zahnheilkd 255-261 (1923)
- 162 NAIR, P. N. R., SJÖGREN, U., KREY, G, KAHNBERG, K-E.,
SUNDQVIST, G.:
Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth
with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron
microscopic follow study.
J Endod 16: 580-588 (1990)
- 163 NAUMOVICH, D. B.:
Surface tension and pH of drugs in root canal therapy.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 6:965-968 (1963)
- 164 NAOUM, H. J., CHANDLER, N. P.:
Temporization for Endodontic.
Int Endod J 35: 964-978 (2002)
- 165 NEGM, M. M.:
Intracanal use of corticosteroid-antibiotic compound for the management
of posttreatment endodontic pain.
Oral Surg Oral Med oral Pathol 92: 435-439 (2001)
- 166 NELSEN, R. J., WOLCOTT, R. B., PAFFENBERGER, G. C.:
Fluid exchange at the margins of dental restorations.
J Am Dent Asso 44: 288-295 (1952)
- 167 NERWICH, A., FIGDOR, D., MESSER, H. H.:
pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal
dressing with calcium hydroxide.
J Endod 19: 302-306 (1993)

- 168 NEUMÜLLER, O. A.:
Römpps Chemie.
7 Aufl. Frankh`sche Verlagshandlung W Keller & Co, Stuttgart (1974)
- 169 NEWCOMB, B. E., CLARK, S. J., ELEAZER, P. D.:
Degradation of the sealing properties of zincoxid - calcium sulfat -
based temporary filling material by entrapped cotton fibers.
J Endod 27: 789-790 (2001)
- 170 NOGUERA, A. P., MCDONALD, N. J.:
A comperative in vitro coronal microleakage study of new endodontic
restorative materials.
J Endod 16: 523-527 (1990)
- 171 O`CONNOR, D. O., RUBINO, J. R.:
Phenolic compounds.
In: Block SS (Hrsg.): Disinfection, Sterilisation and Preservation.
4 Auflage, Lea & Febiger , Philadelphia S.204-224 (1991)
- 172 OGUNTEBI, B. R.:
Dentine tubule infection and endodontic therapy implication
Int Endod J 27: 218-222 (1994)
- 173 OPPENHEIMER, S., ROSENBERG, P. A.:
Effect of temperature change on the sealing properies of Cavit and
Cavit G.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 48: 250-253 (1979)
- 174 ORAHOOD, J. P., COCHRAN, M. A., SWARTZ, M., NEWTON, C. W.:
In vitro study of marginal leakage between temporary sealing materials
and recently placed restorative materials.
J Endod 12: 523-527 (1986)

- 175 OVERDIECK, H.:
Untersuchungen über die Gewebefreundlichkeit einiger in der
Gangränbehandlung gebräuchlicher Desinfizientien (ED 84, Pyocid,
ChKM, Gangränol).
Dtsch Zahnärztebl 1: 12-17 (1955)
- 176 PAI, S. F., YANG, S. F., SUE, W. L., CHUEH, L. H., RIVERA, E. M.:
Microleakage between endodontic temporary restorative materials placed
at different times.
J Endod 25: 453-456 (1999)
- 177 PARRIS, L., KAPSIMALIS, P.:
The effect of temperature change on the sealing properties of temporary
filling materials, Part I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 13: 982-989 (1960)
- 178 PARRIS, L., KAPSIMALIS, P., EVANS, R.:
The effect of temperature change on the sealing properties of temporary
filling materials, Part II.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 17: 771-778 (1964)
- 179 PASHLEY, D. H., LIVINGSTON, M. J.:
Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentin.
Archs Oral Biol 23: 391-395 (1978)
- 180 PASHLEY, E.L., TAO, L., PASHLEY, D.H.:
The sealing properties of temporary filling materials.
J Prosth Dent 60: 292-297 (1988)
- 181 PÉCORA, J. D., ROSELINO, R. B.:
Dimensional instability of materials used in the temporary sealing of
cavities in endodontics.
Rev Fac Farm Odont Ribeirão Preto 19: 69-77 (1982)
- 182 PERDIGAO, J., LOPES, M.:
Dentin Bonding – Question for the New Millenium.
J Adhes Dent 1: 191-201 (1999)

- 183 PERLICH, M. A., READER, A., FOREMAN, D. W.:
A scanning electron microscopic investigation of accessory foramens on the pulpal floor of human molars.
J Endod 7: 402-406 (1981)
- 184 PETERS, L. B., Van WINKLHOFF, A.J., BUIJS, J. F., WESSELINK, P. R.:
Effect of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesion.
Int Endod J 35:13-21 (2002)
- 185 PETERS, L. B., WESSELINK, P. R., Van WINKLEHOFF, A. J.:
Combinations of bacterial species in endodontic infections.
Intl Endod J 35: 698-702 (2002)
- 186 PHILLIPS, R. W., GILMORE, H. W., SWARTZ, M. L., SCHENKER, S. I.:
Adaptation of restorations in vivo as accessed by Ca⁴⁵.
J Am Dent Assoc 62: 9-20 (1961)
- 187 PIERCE, A., HEITHERSAY, G., LINDSKOG, S.:
Evidence for direct inhibition of dentinoclasts by corticosteroid/antibiotic endodontic paste.
Endod Dent Traumatol 4: 44-45 (1988)
- 188 PIERCE, A., LINDSKOG, S.:
The effect of an antibiotic/corticosteroid paste on inflammatory root resorption in vivo.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 64: 216-220 (1987)
- 189 PINEDA, F., KUTTLER, Y.:
Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 33: 101-110 (1972)
- 190 PINHEIRO, E. T., GOMES, B . P. F. A., FERRAZ, C. C. R., SOUSA, E. L. R., TEIXEIRA, F. B., SOUZA-FILHO, F. J.:
Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions.
Int Endod J 36: 1-11 (2003)

8. Literaturverzeichnis

- 191 PISANO, D. M., DiFIORE, P. M., McCLANAHAN, S. B.,
LAUTENSCHLAGER, E. P., DUNCAN, J. L.:
Intraorifice sealing of gutta-percha obturated root canals to prevent coronal
microleakage.
J Endod 24: 659-662 (1998)
- 192 POERTZEL, E., PETSCHERT, A.:
Bakterien in der Wurzelkanalwand bei Pulpagangrän.
Dtsch Zahnärztl Z 41: 772-777 (1985)
- 193 PORKAEW, P., RETIEF, D. H., BARTIEFELD, R. D., LACEFIELD, W. R.,
SOONG, S. J.:
Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical
seal.
J Endod 16:369-374 (1990)
- 194 PSCHYREMBEL, W.:
Klinisches Wörterbuch
De Gruyter, Berlin (1982)
- 195 ØRSTAVIK, D., KERÉKES, K., MOLVEN, O.:
Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on
bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study.
Int Endod J 24: 1-7 (1991)
- 196 RAPOPORT, L., ABRAMSON, C. I.:
Application of steroid hormones in pulp capping and pulpotomy
procedures – a preliminary report.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 11: 545-548 (1958)
- 197 REEH, E.S., DOUGLAS, W. H., MESSER, H. H.:
Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration
technique.
J Dent Res 68:1540-1544 (1989)

- 198 ROBINSON, K.:
An „in vitro“ study comparing the microleakage of four temporary sealing cements used in endodontics.
São Paulo, Brasil. Ribeirão Preto 33p. 1-13 (1996)
- 199 ROGHANIZAD, N., JONES, J. J.:
Evaluation of coronal microleakage after endodontic treatment:
J Endod 22: 471-473 (1996)
- 200 ROSENTAL, F., RUBINSTEIN, J., BACHKIN, S., MIRSKAYA, N.:
Klinische Beobachtung über die Spätresultate der Wurzelbehandlung mit Radisan, Kampfer-Chlorphenol und Silberlösung.
Zahnärztl Rdsch 38: 921-930 (1929)
- 201 ROSSOMANDO, K. J., WENDT, St., L., Jr.:
Thermocycling and dwell times in mikroleakage evaluation for bonded restorations.
Dent Mater 11: 47-51 (1995)
- 202 ROULET, J. F.:
Marginal integrity: clinical significance.
J Dent 22, (Suppl) 1: 9-12 (1994)
- 203 SAFAVI, K. E., SPANGBERG, L. S. W., LANGELAND, K.:
Root canal dentinal tubule disinfection.
J Endod 16: 207-210 (1990)
- 204 SAFAVI, K. E., NICHOLS, F. C.:
Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide:
J Endod 19: 76-78 (1993)
- 205 SAFAVI, K. E., NICHOLS, F. C.:
Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment.
J Endod 20: 127-129 (1994)

8. Literaturverzeichnis

- 206 SANTINI, A., PLASSCHAERT, A. J. M., MITCHELL, S.:
Marginal leakage of filled dentin adhesives used with wet and dry bonding techniques.
Am J Dent 13: 93-97 (2000)
- 207 SAUNDERS, W. P., SAUNDERS, E. M.:
Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review.
Endod Dent Traumatol 10: 105-108 (1994)
- 208 SCHRÖDER, A.:
Zur Frage der konservativen und chirurgischen Behandlung der Pulpitis.
Österr Zeitschr Stomat 59: 81 (1962)
- 209 SCHRÖDER, A.:
Ledermix 1962 - Ledermix heute. Beurteilung nach 13 Jahren Erfahrung.
Zahnärztl Prax 26: 195-196 (1975)
- 210 SCHRÖDER, A.:
Die Kortikoid - Antibiotikum - Medikamentation in der Endodontie - 35 Jahre Ledermix.
Quintessenz 48: 49-55 (1997)
- 211 SCHRÖDER, A., TRIADAN, H.:
Behandlung der Pulpitis und Periodontitis mit einem Kortikoid-Antibiotikum-Präparat.
Quintessenz 13: 1-4 (1962)
- 212 SCHRÖDER, U.:
Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation.
J Dent Res 64: 541-548 (1985)
- 213 SELTZER, S., BENDER, I. B., KAUFMAN, I. J.:
Root Canal Dressings:
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 14: 603-610 (1961)

- 214 ŞEN, B. H., PIŞKIN, B., DEMIRCI, T.:
Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM.
Endod Dent Traumatol 11: 6-9 (1995)
- 215 SHUPING, G., ØRSTAVIK, D., SIGURDSSON, A., TROPE, M.:
Reduction of intracanal bacteria using Nickel-Titanium rotary instrumentation and various medicaments.
J Endod 26: 751-755 (1999)
- 216 SIQUERA, J. F jr., De UZEDA, M.:
Desinfection by calcium hydroxide pastes of dental tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria.
J Endod 22: 674-676 (1996)
- 217 SIQUEIRA, J. F jr., MACHADO, A. G., SILVEIRA, R. M., LOPEZ, H. P., UZEDA, M.:
Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro.
Int Endod J 30: 279-282 (1997)
- 218 SIQUERA, J. F jr., LOPEZ, H., De UZEDA, M.:
Recontamination of coronally unsealed root canals medicated with camphorated paramonochlorphenol or calcium hydroxide pastes after saliva challenge.
J Endod 24: 11-14 (1998)
- 219 SIQUEIRA, j. F., LOPES, H. P.:
Kalziumhydroxid als antimikrobielle Einlage in der Endodontie – Wirkungsmechanismus, Vorteile und Grenzen.
Endodontie 11: 333-347 (2002)
- 220 SJÖGREN, U., SUNDQVIST, G.:
Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 63: 366-370 (1987)

8. Literaturverzeichnis

- 221 SJÖGREN, U., FIGDOR, D., SPANGBERG, L., SUNDQVIST, G.:
The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing.
Int Endod J 24: 119-125 (1991)
- 222 SJÖGREN, U., FIGDOR, D., PERSSON, S., SUNDQVIST, G.:
Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis.
Int Endod J 30: 297-306 (1997)
- 223 SOEKANTO, A., KASUGAI, S., MATAKI, S., OHYA, K., OGURA, H.:
Toxicity of camphorated phenol and camphorated parachlorophenol in dental pulp cell culture.
J Endod 22: 284-286 (1996)
- 224 SPANBERG, L. S. W., ACIERNO, T. G., YONGBUM CHA, B.:
Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods.
J Endod 15: 548-551 (1989)
- 225 SPRADLING, P. M., SENIA, E. S.:
The relative sealing ability of paste – type filling materials.
J Endod 8: 543-549 (1982)
- 226 STAEHLE, H. J.:
Medikamentöse Einlagen – Temporäre Wurzelfüllungen.
Z Stomatol 90: 203-221 (1993)
- 227 STAMOS, D. G., HAASCH, G. C., GERSTEIN, H.:
The ph of local anesthetic / calcium hydroxide solution:
J Endod 11: 264-265 (1985)
- 228 STARKEY, D. L., ANDERSON, R. W., PASHLEY, D. H.:
An evaluation of the effect of methylene blue day ph on apical leacage:
J Endod 19: 435-439 (1993)

- 229 STEVENS, R. H., GROSSMAN, L. I.:
Evaluation of the antimicrobial potential of calcium hydroxide as an intracanal medicament.
J Endod 9: 372-374 (1983)
- 230 SUKAWAT, C., SRISUWAN, T.:
A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*.
J Endod 28: 102-104 (2002)
- 231 SUNDQVIST, G.:
Bacteriologic studies of necrotic pulps.
Umeå Univ Odont Diss No. 7 (1976)
- 232 SUNDQVIST, G.:
Association between microbial species in dental root canal infections.
Oral Microbiol Immunol 7: 257-262 (1992)
- 233 SUNDQVIST, G.:
Ecologie of root canal flora.
J Endod 18: 427-430 (1992)
- 234 SUNDQVIST, G.:
Microbiologie in der Endodontie und die Bedeutung der Asepsis.
In "Endodontie – Neue Erkenntnisse aus Praxis und Wissenschaft", S: 29:
Hanser, München (1993)
- 235 SUNDQVIST, G.:
Taxonomy, ecology and pathogenicity of root canal flora.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78: 522-530 (1994)
- 236 SUNDQVIST, G., JOHANSSON, E., SJÖGREN, U.:
Prevalence of black-pigmented *Bacteroides* species in root canal infections.
J Endod 15: 18-19 (1989)

- 237 SUNDQVIST, G., FIGDOR, D., PERSSON, S., SJÖGREN, U.:
Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the
outcome of conservative re- treatment.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 85: 86-93 (1998)
- 238 SWANSON, K., MADISON, S.:
An evaluation of coronal mikroleakage in endodontically treated teeth:
Part I. Time periods:
J Endod 13: 56-59 (1987)
- 239 SWIFT, E. J., TRIOLO, P. T., BARKMEIER, W. W., BIRD J. L.,
BOUNDS S. J.:
Effect of low viscosity resins on the performance of dental adhesives.
Am J Dent 9: 100-104 (1996)
- 240 TAMSE, A., BEN-AMAR, A., GOVER, A.:
Sealing properies of temporary filling materials used in endodontics.
J Endod 8: 322-325 (1982)
- 241 TANRIVERDI, F., ESENER, T., ERGANIS, B., BELLI, S.:
An in vitro test model for investigation of disinfection of dentinal tubules
infected with Enterococcus faecalis.
Braz Dent J 8: 67-72 (1997)
- 242 TAYLOR, M. A., HUME, W. R., HEITHERSAY, G. S.:
Some effects of Ledermix® paste and Pluradent® paste on mouse
fibroblasts and on bacteria in vitro.
Endod Dent Traumatol 5: 266-273 (1989)
- 243 TAYLOR, M. J., LYNCH, E.:
Mikroleakage.
J Dent 20: 3-10 (1992)
- 244 TEPEL, J., DARWISCH el SAWAF, M., HOPPE, W.:
Reaction of inflamed periapical tissue to intracanal medicaments and
root canal sealers.
Endod Dent Traumatol 10: 233-8 (1994)

8. Literaturverzeichnis

- 245 TEPLITSKY, P. E., MEIMARIS, I. T.:
Sealing ability of Cavit and TERM as intermediate restorative materials.
J Endod 14: 278-282 (1988)
- 246 THONEMANN, B., FEDERLIN, M., SCHMALZ, G.:
Kunststoffquellung bei Kavitätenrändern im Dentin.
Dtsch Zahnärztl Z 50: 847-850 (1995)
- 247 TODD, M. J., HARRISON, J. W.:
An evaluation of the immediate and early sealing properties of Cavit.
J Endod 5: 362-367 (1979)
- 248 TORABINEJAD, M., UNG, B., KETTERING, J. D.:
In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth.
J Endod 16: 566-569 (1990)
- 249 TORABINEJAD, M., HIGA, R. K., MCKENDRY, D. J.:
Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination.
J Endod 20: 159-163 (1994)
- 250 TRONSTAD, L.:
Root resorption - etiology, terminology and clinical manifestations.
Endod Dent Traumatol 4: 241-252 (1988)
- 251 TRONSTAD, L., YANG, Z. P., TROPE, M., BARNETT, F.,
HAMMOND, B. F.:
Controlled release of medicaments in endodontic therapy.
Endod Dent Traumatol 1: 130-134 (1985)
- 252 TROPE, M., CHOW, E., NISSAN, R.:
In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth.
J Dent Res 188: (Abstract 676) (1993)

8. Literaturverzeichnis

- 253 TROPE, M., DELANO, E. O., ØRSTAVIK, D.:
Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment.
J Endod 25: 345-350 (1999)
- 254 TURKUN, M., CENGIZ, T.:
The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness.
Int Endod J 30: 335-342 (1997)
- 255 TURNER, J. E., ANDERSON, R. W., PASHLEY, D. H., PANTERA, E. A.:
Microleakage of temporary endodontics in teeth restored with amalgam.
J Endod 16: 1-4 (1990)
- 256 TYAGI, S. P., TIKKU, A. P., GOVILA, C. P., KAPOOR, K. K., SINGH, M.:
Bacterial flora of root canals and adjacent periodontal pockets.
Endodontology 2:1-5 (1990)
- 257 URANGA, A., BLUM, J.-Y., ESBER, S., PARAHY, E., PRADO, C.:
A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment.
J Endod 25: 178-180 (1999)
- 258 VALERA, M. C., REGO, J. M., JORGE, A. O. C.:
Effect of sodium hypochlorite and five intracanal medications on *Candida albicans* in root canals.
J Endod 27: 401-403 (2001)
- 259 VERSÜMER, J., HÜLSMANN, M.:
Die Anwendung von Chlorphenol-präparaten als medikamentöse Einlage
Endodontie 2: 165-178 (2003)
- 260 VERTUCCI, F. J.:
Root canal anatomy of the human permanent teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 58: 589-599 (1984)

- 261 VERTUCCI, F. J., WILLIAMS, R. G.:
Furcation canals in the human mandibular first molar.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38: 308-314 (1974)
- 262 WALKHOFF, O.:
Vereinfachte Behandlung der Pulpakrankheiten mittels Jodoformknorpel
und Chlorphenol.
Dtsch Monatsschr Zahnheilkd 1: 192-201 (1982)
- 263 WALTIMO, T. M. T., SIRÉN, E. K., TORKKO, H. L. K., OLSEN, I.,
HAAPASALO, M. P. P.:
Fungi in therapy-resistant apical periodontitis.
Int Endod J 30: 96-101 (1997)
- 264 WALTIMO, T. M. T., SIRÉN, E. K., ØRSTAVIK, D.,
HAAPASALO, M. P. P.:
Susceptibility of oral candida species to calcium hydroxide in vitro:
Int Endod J 32: 94-98 (1999)
- 265 WALTIMO, T. M. T., ØRSTAVIK, D., SAMARANAYAKE, L. P.,
HAAPASALO, M. P. P.:
Candida albicans biotypes in persistent root canal infections in a Finnish
population.
J Dent Res 79: 476 (Spec. Iss. Abstr. 2659) (2000)
- 266 WALTON, R. E.:
Inracanal medicaments.
Dent Clin Noth Am 28: 783-796 (1984)
- 267 WANG, J. D., HUME, W. R.:
Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through
dentine.
Int Endod J 21: 17-26 (1988)
- 268 WATTS, C. M., BAUMGARTNER, J. C., XIA, T.:
Detection of *Candida albicans* in infected root canals using PCR.
J Dent Res 79: 157 (2000)

8. Literaturverzeichnis

- 269 WEBBER, R. T., DEL RIO, C. E., BRADY, J. M., SEGALL, R. O.:
Sealing quality of a temporary filling material.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 46: 423-430 (1978)
- 270 WEIGER, R., de LUCENA, J., DECKER, H. E., LÖST, C.:
Vitality status of microorganisms in infected human root dentine.
Int Endod J 35:166-171 (2002)
- 271 WEINE, F. S.:
Endodontic therapy, 4th edition
Mosby, St. Louis (1989)
- 272 WENDT, S. L., McINNIS, P. M.:
The effect of thermocycling in mikroleakage analysis.
Dent Mater 8:181-184 (1992)
- 273 WIDERMAN, F. H., EAMES, W. B., SERENE, T. P.:
The physical and biologic properties of Cavit.
Dent. Assoc. 82: 378-382 (1971)
- 274 WITTGOW, W. C Jr., SABISTON, C. B Jr.:
Microorganisms from pulpal chambers of infect teeth with necrotic pulps.
J Endodon 1: 168-171 (1975)
- 275 WU, M., K., WESSELINK, P. R.:
Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology,
application and relevance.
Int Endod 26: 37-43 (1993)
- 276 WU, M.-K., KONTAKIOTIS, E. G., WESSELINK, P. R.:
Decoloration of 1% Methylene blue solution in contact with dental filling
materials.
J Dent 26: 585-589 (1998)

8. Literaturverzeichnis

- 277 WUERCH, R. M. W., APICELLA, M. J., MINES, P., YANCICH, P. J., PASHLEY, D. H.
Effect of 2% Chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system.
J Endod 30: 788-791 (2004)
- 278 YAMASAKI, M., KUMAZAWA, M., KOHSAKA, T., NAKAMURA, H., KAMEYAMA, Y.:
Pulpal and periapical tissue reactions after experimental pulpal exposure in rats.
J Endod 20: 13-17 (1994)
- 279 YARED, G. M., DAGHER, F. E.:
Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontitis.
J Endod 20: 535-537 (1994)
- 280 ZAIA, A. A., NAKAGAWA, R., De QUADROS, I., GOMES, B. P. F. A., FERRAZ, C. C. R., TEIXEIRA, F. B., et al.:
An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root filled teeth.
Int Endod J 35: 729-734 (2002)
- 281 ZARITZKI, F. F.:
Die bakterielle Dichtigkeit medikamentöser Einlagen im Wurzelkanal mit und ohne provisorische Deckfüllung aus Cavit. Eine in-vitro-Studie.
Med Diss, Düsseldorf (2005)
- 282 ZELDOW, B., INGLE, J.:
Management of periapical infection: Antibiotics sensitivity of bacteria isolated from root canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 15: 721-726 (1962)

8. Literaturverzeichnis

- 283 ZMENER, O., BANEGAS, G., PAMEIJER, C. H.:
Coronal microleakage of three temporary restorative materials: An in vitro
study.
J Endod 30: 582-584 (2004)

9. Anhang

Erklärungen

Das folgende Kapitel liefert die Messergebnisse aller Messreihen in tabellarischer Form.

Zur besseren Übersicht werden die verwendeten Abkürzungen noch einmal aufgelistet:

- Gruppe I = Ledermix® als medikamentöse Zwischeneinlage
- Gruppe II = ChKM als medikamentöse Zwischeneinlage
- Gruppe III = Calxyl® als medikamentöse Zwischeneinlage
- Gruppe IV = Kontrollgruppe

- Wand A = Mesiale Kavitätenwand des Oberkiefermolaren, bzw. bukkale Kavitätenwand des Unterkiefermolaren
- Wand B = Distale Kavitätenwand des Oberkiefermolaren, bzw. linguale Kavitätenwand des Unterkiefermolaren
- UB = Kavitätenwand nicht medikamentös behandelt
- B = Kavitätenwand medikamentös bedeckt

Anhang I: Materialliste

- Mat. 1: Formaldehydlösung 37%, Art. 4002 1000ml, CH.B. 030K14474902, E. Merck, 64271 Darmstadt, (D)
- Mat. 2: S204SD Grazieler Scaler, Hu-Friedy, 69171 Leimen, (D)
- Mat. 3: Stereomikroskop SMZ- 2T, Nikon (J)
- Mat. 4 Kugeldiamant ISO- Ø 018, HORICO® DENTAL, Hopf, Ringleb & Co. GmbH & CIE, 12203 Berlin, (D)
- Mat. 5: Winkelstück Typ 24 LS KaVo, 88400 Biberach, (D)
- Mat. 6: Rosenbohrer ISO- Ø 021 , HORICO® DENTAL, Hopf, Ringleb & Co. GmbH & CIE, 12203 Berlin, (D)
- Mat. 7: Winkelstück Typ 20 LN KaVo, 88400 Biberach, (D)
- Mat. 8: Diamantschleifkörper Konus 220 Spitze ohne Diamant, ISO- Ø 014, Orbis Dental pluradent, 22083 Hamburg, (D)
- Mat. 9: Iwanson Tasterzirkel 1/10 m/m, 10cm Skala, Art. Nr.: 1594 Carl Martin 42623 Solingen, (D)
- Mat. 10: Langhaftender Nagellack, 423 You angel, CH.B: 138005, Chicogo, (E)
- Mat. 11: Wattestäbchen kleiner Kopf, Beese Verbandstoffe 22885 Barsbüttel, (D)
- Mat. 12: 96% Ethylalkohol, Merck 64283 Darmstadt, (D)
- Mat. 13: Ohp marker permanent mit superfeiner Spitze, Strichstärke ca. 0,5 mm, Edding 140 S
- Mat. 14: Plexiglasbehälter, Greiner Labortechnik 42719 Solingen, (D)
- Mat. 15: Watterolle Gr.: 2, Roeko 89122 Langenau, (D)
- Mat. 16: Ledermix® 5g Paste, Reg.-Nr.: L647; CH.B.: 1802 A, Lederle Arzneimittel 48136 Münster, (D)
- Mat. 17: ChKM- Lösung 11,5ml; CH.B.: 03050, Prof.:Dr. Walkhoff's 97070 Würzburg, (D)
- Mat. 18: Calxyl® 20g; CH.B.: 020402, OCO- Präparate GmbH 67246 Dirmstein, (D)

9. Anhang

- Mat. 19: Füllungsinstrument Kugel 2302 Ø1,4/1,8, Orbis Dental pluradent, 22083 Hamburg, (D)
- Mat. 20: Wattekügelchen 4g Size.:00, Art.Nr.: 210100, CH.B,: 30569 Roeko 89122 Langenau, (D)
- Mat. 21: Parodontometer PCPUNC15, Hu-Friedy 69171 Leimen, (D)
- Mat. 22: Einmal-Pipette, Dental Commerce GmbH Wien, (A)
- Mat. 23: Sonde RS, Art.Nr.:2109, Orbis Dental pluradent 22083 Hamburg, (D)
- Mat. 24: Provisorische Verschlussmasse Cavit®-W 7 g –Tube, CH.B,: 0362 3M ESPE AG 82229 Seefeld, (D)
- Mat. 25: Trockenschrank Typ N007, Heraeus, Glasfirm 35390 Gießen, (D)
- Mat. 26: Isotone Kochsalz-Lösung 0,9%, 500ml, CH.B,:0361 A61 B. Braun 34209 Melsungen, (D)
- Mat. 27: Thermowechsler mit Warm und Kaltbad WEDC 1V, Version 2,5, Willytec, Gebrüder HAAKE GmbH, 76227 Karlsruhe, (D)
- Mat. 28: Glassgefäß 100ml, Schott 55116 Mainz (D)
- Mat. 29: Methylenblau für Mikroskopie, E. Merck 64283 Darmstadt, (D)
- Mat. 30: London - College Pinzette gerieft, DA 243 R Aesculap 78532 Tuttlingen, (D)
- Mat. 31: Papierserviette, Tork SCA Hygiene Products Wien, (A)
- Mat. 32: Fixationskleber Technovit 7230 VLC, Kulzer 61273 Wehrheim, (D)
- Mat. 33: Polymerisationslichtgerät Translux CL, Kulzer 61273 Wehrheim, (D)
- Mat. 34: Plexiglasobjektträger 5 x 10 cm, Exakt- Apparatebau O. Herrmann Nordstedt, (D)
- Mat. 35: Exakt- Trennschleifgerät, Exakt- Apparatebau O. Herrmann Nordstedt, (D)
- Mat. 36: Vakuumpumpe Typ N022 AN.18, Exakt- Apparatebau O. Herrmann Nordstedt, (D)
- Mat. 37: Makroskop M420, Leica 64625 Bensheim, (D)

9. Anhang

Mat. 38: Digimatic IDC- Messuhr, Code Nr. 164 – 161

Mitutoyo Messgeräte GmbH 41469 Neuss, (D)

Mat. 39: Beleuchtung KL1500 electronic, Leica 64625 Bensheim, (D)

Anhang II: Rohdaten, Gruppe I : Ledermix®

Proben Nr.	Behandlung Nr.:	Eindringtiefe (mm)		Differenz (mm)
		Tiefe UB	Tiefe B	
9	2	2,810	3,422	0,612
27	3	1,400	2,062	0,662
39	6	1,824	1,683	-0,141
7	9	2,127	3,829	1,702
5	10	2,427	3,005	0,578
21	14	1,716	2,217	0,501
10	21	2,145	2,710	0,565
19	22	1,644	2,238	0,594
31	25	2,590	1,514	- 1,076
28	27	2,198	1,856	- 0,342
8	30	1,564	1,685	0,121
22	31	1,503	2,435	0,932
14	35	2,173	1,826	- 0,347
37	36	1,232	1,609	0,377
45	41	3,580	3,322	- 0,258
68	51	1,804	2,846	1,042
57	55	1,700	1,828	0,128
48	72	3,601	4,169	0,568
44	75	2,175	1,844	- 0,331
63	78	2,342	2,129	- 0,213

Anhang III: Rohdaten, Gruppe II: ChKM

Proben Nr.	Behandlung Nr.:	Eindringtiefe (mm)		Differenz (mm)
		Wand UB	Wand B	
11	4	1,898	1,803	- 0,095
12	7	1,832	1,493	- 0,339
40	12	1,725	1,887	0,162
23	16	1,773	2,062	0,289
33	17	1,939	1,724	- 0,215
3	19	1,840	1,608	- 0,232
18	26	2,456	2,040	- 0,416
13	33	1,646	1,509	- 0,137
16	38	2,296	2,001	- 0,295
72	43	1,913	2,674	0,761
73	46	1,833	2,101	0,268
65	48	2,114	2,071	- 0,043
77	49	2,216	2,263	0,047
64	50	2,094	1,810	- 0,284
56	52	1,910	1,908	- 0,002
75	61	2,308	2,111	- 0,197
67	63	1,600	1,737	0,137
41	70	2,077	2,266	0,189
58	76	1,894	1,958	0,064
53	79	2,014	2,050	0,036

9. Anhang

Anhang IV: Rohdaten, Gruppe III: Calxyl®

Proben Nr.	Behandlung Nr.:	Eindringtiefe (mm)		Differenz (mm)
		Tiefe UB	Tiefe B	
26	8	1,659	2,858	1,199
1	23	1,980	2,324	0,344
2	29	1,530	3,202	1,672
29	40	1,596	3,516	1,920
46	47	2,534	3,871	1,337
79	54	2,180	3,309	1,129
47	56	2,100	3,333	1,233
78	57	1,300	2,646	1,346
50	58	2,334	3,666	1,332
66	59	2,841	3,962	1,121
54	60	2,376	2,419	0,043
60	64	2,728	3,941	1,213
51	65	2,236	3,268	1,032
55	66	1,916	3,532	1,616
74	67	1,225	2,658	1,433
62	68	1,775	3,863	2,088
43	73	2,422	3,115	0,693
42	74	1,681	3,673	1,992
72	77	1,913	2,674	0,761
80	80	2,061	3,020	0,959

Anhang V: Rohdaten, Gruppe IV: Kontrollgruppe

Proben Nr.	Behandlung Nr.:	Eindringtiefe (mm)		Differenz (mm)
		Wand A	Wand B	
36	1	1,638	1,391	0,247
32	5	1,475	1,531	- 0,056
17	11	1,507	2,476	- 0,969
35	13	1,231	1,250	- 0,019
6	15	2,499	2,402	0,097
20	18	2,525	2,327	0,198
24	20	1,976	1,739	0,237
4	24	1,953	1,253	0,700
38	28	1,490	1,489	0,001
34	32	1,990	1,806	0,184
25	34	1,648	1,425	0,223
15	37	1,444	1,467	- 0,023
30	39	1,455	1,435	0,020
76	42	1,928	1,871	0,057
70	44	1,722	1,551	0,171
59	45	1,923	1,720	0,203
69	53	1,934	1,808	0,126
52	62	1,834	1,679	0,155
61	69	1,814	1,865	- 0,051
49	71	1,856	1,650	0,206

Ergebnisse aus der deskriptiven Statistik

Anhang VI: Gruppe I: Ledermix®

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
Behandelt	2,17	2,41	0,78	1,51	4,17	n = 20
Unbehandelt	1,98	2,08	0,68	1,17	3,60	n = 20
Differenz	- 0,53	- 0,33	0,61	- 1,70	1,08	n = 20

Anhang VII: Gruppe II: ChKM

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
Behandelt	1,98	1,95	0,280	1,49	2,67	n = 20
Unbehandelt	1,91	1,97	0,230	1,6	2,46	n = 20
Differenz	0,02	0,02	0,280	- 0,76	0,42	n = 20

9. Anhang

Anhang VIII: Gruppe III: Calxyl®

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
Behandelt	3,29	3,24	0,52	2,32	3,96	n = 20
Unbehandelt	2,02	2,02	0,45	1,23	2,84	n = 20
Differenz	-1,22	-1,22	0,52	-2,09	- 0,04	n = 20

Anhang IX: Gruppe IV: Kontrollgruppe

Kavitätenwand	Median	Mittelwert	Std. Abw.	min.	max.	Fallzahl
Wand A	1,82	1,79	0,33	1,23	2,53	n = 20
Wand B	1,66	1,71	0,35	1,25	2,48	n = 20
Differenz	0,14	0,09	0,30	- 0,97	0,70	n = 20

Anhang X: Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen bezüglich der behandelten Kavitätenwand.

	G R U P P E I	G R U P P E II	G R U P P E III
GRUPPE I			*
GRUPPE II			***
GRUPPE III	*	***	

Für die mit „*“ bzw. mit „***“ gekennzeichneten Felder besteht ein statistisch signifikanter ($p < 0,05$); bzw. höchst signifikanter ($p < 0,001$) Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen bzw. Kavitätenwänden.

Anhang XI: Signifikante Unterschiede in der Eindringtiefe.

Behandelte gegen nicht behandelte Kavitätenwand der einzelnen Gruppen.

Ledermix[®]	Wand B	Wand UB
Wand B		*
Wand UB	*	

Calxyl[®]	Wand B	Wand UB
Wand B		***
Wand UB	***	

10. Danksagung

Herrn Prof. Dr. C. Koçkapan möchte ich für die Vergabe des Themas und die Förderung der vorliegenden Dissertation sowie für die freundliche und intensive Unterstützung im Rahmen der Erstellung der Arbeit danken.

Ebenso möchte ich Frau Mayer und Herrn Heun für ihre freundliche, geduldige und hilfreiche Betreuung bei der Durchführung der Arbeit danken.

Dank sagen möchte ich auch Herrn Wolfgang Pabst vom Institut für Medizinische Informatik und Dokumentation für seine freundliche und hilfreiche Beratung sowie für die statistische Auswertung der erhobenen Daten.

Frau Becker danke ich für ihre Hilfsbereitschaft bei speziellen Fragen.

Insbesondere möchte ich mich bei meinen Schwestern Julia und Anna sowie meinen Kollegen Dr. Michael Sprankel bedanken, die mir immer wieder Mut gemacht und mich mit vielen guten Ratschlägen unterstützt haben.

Meinem Bruder Julius danke ich für die Hilfestellung bei Erstellung der Zeichnungen.

Mein abschließender Dank gilt im herausragenden Maße meinen großartigen Eltern, ohne deren Unterstützung das Alles nicht möglich gewesen wäre.

11. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Golombek-Elmastas
Geb.: Golombek
Vorname: Milena Blanka
Geburtsdatum: 22.12.1975
Geburtsort: Peiskretscham/Polen

Schulausbildung

09/1982 – 11/1987 Grundschule in Tost/Polen
11/1987 - 01/1989 Hauptschule in Duisburg
02/1989 – 06/1995 Gesamtschule in Oberhausen

Studium

09/1997 – 12/2003 Studium der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde an
der Justus Liebig Universität in Gießen
Dez 2003 Approbation als Zahnärztin

Berufstätigkeit

04/2004 – 12/2004 Ausbildungsassistentin in der Zahnarztpraxis Dr. D.
Funke, Duisburg
01/2005 – 06/2006 Ausbildungsassistentin in der Gemeinschaftspraxis
Dr. M. Sprankel, Dr. M. L. Stöckmann &
A. Papparone-Spall, Linden
seit 09/2006 Niedergelassene Zahnärztin in Duisburg