

Aus der Westdeutschen Kieferklinik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf,
Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde
Direktor: Prof. Dr. Wolfgang H.-M. Raab

**Untersuchung der Prävalenz der *Parodontitis apicalis*
in einer Berliner Population und des Einflusses der Qualität von
Wurzelkanalfüllungen sowie von Deckfüllungen auf das apikale Parodont.**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Andreas Roloff

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg
Dekan
Referentin: Barthel-Zimmer
Korreferent: Schwarz

1	Einleitung	5
2	Literaturübersicht	7
2.1	Ätiologie und Formen der <i>Parodontitis apicalis</i>	7
2.1.1	<i>Parodontitis apicalis</i>	7
2.1.2	<i>Parodontitis apicalis acuta</i>	9
2.1.3	<i>Parodontitis apicalis chronica</i>	9
2.1.4	Exazerbierende <i>Parodontitis apicalis chronica</i>	11
2.2	Therapie der <i>Parodontitis apicalis</i>	12
2.3	Die Wurzelkanalbehandlung - ein Kurzüberblick	14
2.3.1	Erfolg versus Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung	15
2.4	Endodontie – ausgewählte internationale und nationale Literatur	17
2.4.1	Die Infektion der Pulpa	17
2.4.2	Epidemiologische Untersuchungen	18
2.4.3	Beurteilung der Qualität der Wurzelkanalfüllung	21
2.4.4	Die Rolle der Deckfüllung in der Endodontie	22
2.5	Auswertung von Röntgenaufnahmen	26
2.5.1	Interpretation und Auswertung	26
2.5.2	Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Studien	27
2.5.3	Panoramaschichtaufnahme versus Zahnfilmaufnahme	28
2.6	Querschnittsuntersuchungen/Longitudinaluntersuchungen	29
2.6.1	Querschnittsuntersuchungen	29
2.6.2	Longitudinaluntersuchungen	30
3	Problemstellung	31
4	Material und Methode	32
4.1	Materialauswahl und Vorbereitung	32
4.1.1	Einschlusskriterien	33
4.1.2	Ausschlusskriterien	33
4.1.3	Röntgenausrüstung	34
4.2	Eichung der Auswertungskriterien vor Versuchsbeginn	34
4.3	Statistische Auswertung der Daten	34
4.4	Datenerfassung	35
4.4.1	Folgende Daten wurden erfasst	35
4.4.2	Erfassung der Patienten nach dem Alter	36

4.4.3	Erfassung apikaler Aufhellungen	36
4.4.4	Erfassung der Qualität von Wurzelkanalfüllungen	38
4.4.4.1	Länge der Wurzelkanalfüllung	38
4.4.4.2	Homogenität der Wurzelkanalfüllung	39
4.4.4.3	Aufbereitungsfehler bei der Wurzelkanalbehandlung	41
4.4.5	Erfassung der Qualität von Deckfüllungen	42
4.4.6	Erfassung des Zustandes des marginalen Parodonts	43
4.4.7	Erfassung von Zähnen nach Wurzelspitzenresektion (WSR)	43
5	Ergebnisse	45
5.1	Deskriptive Statistik	45
5.1.1	Anzahl der Wurzelkanalbehandlungen pro Patient	46
5.1.2	Altersbezogene Verteilung der Patientenanzahl und der Anzahl der untersuchten Zähne je Altersgruppe	47
5.1.3	Verteilung apikaler Befunde	48
5.1.4	Verteilung wurzelkanalgefüllter Zähne und apikaler Aufhellungen je Altersgruppe	49
5.1.5	Verteilung von Wurzelkanalbehandlungen auf Frontzähne, Prämolaren und Molaren	50
5.1.6	Länge der Wurzelkanalfüllungen	51
5.1.7	Homogenität der Wurzelkanalfüllungen	51
5.1.8	Aufbereitungsfehler	52
5.1.9	Verhältnis akzeptabler zu nicht akzeptablen Wurzelkanalfüllungen	52
5.1.10	Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Deckfüllungen	53
5.1.11	Zusammenfassung wichtiger Parameter von Wurzelkanalfüllung und Deckfüllung	54
5.2	Schließende Statistik	55
5.2.1	Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen im Ober- und Unterkiefer	55
5.2.2	Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen	56
5.2.3	Verteilung apikaler Aufhellungen auf Frontzähne und Seitenzähne	56

5.2.4	Zusammenhang zwischen der Länge der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten apikaler Parodontitis	57
5.2.5	Zusammenhang zwischen der Homogenität der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten apikaler Parodontitis	58
5.2.6	Zusammenhang zwischen Aufbereitungsfehlern und dem Auftreten apikaler Parodontitis	59
5.2.7	Akzeptable Wurzelkanalfüllung versus nicht akzeptable Wurzelkanalfüllung	59
5.2.8	Versorgung der wurzelkanalgefüllten Zähne mit Deckfüllungen	60
5.2.9	Gegenüberstellung von Kronen und Füllungen	62
5.2.10	Gegenüberstellung von Füllungen und Stiftversorgungen	62
5.2.11	Gegenüberstellung von Kronen und Stiftversorgungen	63
5.2.12	Gegenüberstellung von gegossenen und geschraubten Stiften	64
5.2.13	Einfluss des Vorhandenseins einer Deckfüllung	64
6	Diskussion	66
6.1	Diskussion von Material und Methode	66
6.1.1	Herkunft des Materials	66
6.1.2	Auswahl des Materials	67
6.1.3	Kalibrierung	68
6.1.4	Eingeschränkte Beurteilbarkeit von Panoramaschichtaufnahmen	69
6.2	Diskussion der Erfassung und Interpretation des Röntgenbefundes	71
6.3	Diskussion der radiologischen versus klinischen Untersuchung	71
6.4	Diskussion der Versuchsbedingungen und Versuchsdurchführung	73
6.5	Diskussion zur Bewertung mehrwurzeliger Zähne	73
6.6	Diskussion der fehlenden Verlaufskontrolle	74
6.7	Diskussion zur Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen	75
6.8	Diskussion möglicher Zusammenhänge zwischen der Qualität der Deckfüllung und der Qualität der Wurzelkanalfüllung auf das apikale Parodont wurzelkanalgefüllter Zähne	78
6.9	Diskussion der Befundverteilung auf Ober- und Unterkiefer	79
6.10	Diskussion der Altersverteilung	79
6.11	Diskussion der klinischen Relevanz der Ergebnisse	80

7	Schlussfolgerungen	83
8	Zusammenfassung	84
9	Summary	86
10	Literaturverzeichnis	88
11	Abkürzungen	103
12	Genehmigungen/Urheberrecht	104
13	Danksagung	106
14	Lebenslauf	107
15	Eidesstattliche Erklärung	108

1 Einleitung

Statistische Auswertungen der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung ergaben, dass der Stellenwert von Wurzelkanalbehandlungen in der Zahnmedizin immer größer wird. So stieg in der Zeit von 1970 bis 2002 die Anzahl der Wurzelkanalfüllungen um 54 %. Das entspricht einem stetigen Wachstum von durchschnittlich 1,4 % pro Jahr (1). Im gleichen Zeitraum sank die Anzahl der Zahnextraktionen um 52 %, was einer durchschnittlichen jährlichen Verringerung von 2,3 % entspricht (1). Dieser offensichtliche Trend zum Erhalt der Zähne erfordert beste Ergebnisse bei der Therapie von Pulpaerkrankungen.

Die Pathologie des Pulpa-Dentin-Komplexes stellt eine besondere Situation im Körper dar. Pathologische Veränderungen dieses Systems können durch verschiedene Reize induziert werden. An erster Stelle steht die bakterielle Reizung durch eine Karies (2, 3). Aber auch starke Abrasionen aufgrund von Bruxismus oder bestimmten Ernährungsgewohnheiten, Traumata, Erosionen und iatrogene Reize (zum Beispiel Beschleifen von Zahnhartsubstanz) gehören dazu. Der Pulpa-Dentin-Komplex besitzt die Fähigkeit, den zuletzt genannten Reizen unter bestimmten Voraussetzungen regenerierend durch die Bildung von Reizdentin zu begegnen. Dies ist jedoch nur solange möglich, wie sich eine Karies nicht weiter pulpanah ausbreitet und somit zu einer bakteriellen Infektion derselben führt. Auch ein pulpanahes Trauma kann eine solche Infektion verursachen. Das Pulpagewebe wird fast vollständig von Zahnhartsubstanz umgeben und nur über den Apex und gegebenenfalls kleine Seitenkanäle des Zahnes mit Blut- und Lymphgefäßen, Nerven und Bindegewebsfasern versorgt. Kommt es beispielsweise aufgrund einer Karies zu einer starken bakteriellen Reizung der Pulpa, reagiert diese mit den bekannten Entzündungsmerkmalen der Vasodilatation, Chemotaxis, Migration und Granulozytose. Persistiert die Karies, ist die Folge eine Hyperämie mit Druckanstieg im Pulpenkavum und anschließendem Zusammenbruch der Blutversorgung. Dies führt zur Nekrose des Pulpagewebes. Eine Therapie dieser Entzündung ist nur durch eine endodontische Behandlung machbar, da der Körper keine Möglichkeit mehr besitzt, mit Abwehrmechanismen in das

Pulpakavum zu gelangen. Die Erfolge und Misserfolge solcher endodontischen Behandlungen sowie die Prävalenz der Parodontitis apicalis sollen in der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden. Diese Studie reflektiert die Situation im Zeitraum von 1989 – 1991 und bezieht sich auf 500 Patienten die in Berlin am Zentrum für Zahnmedizin untersucht wurden.

2 Literaturübersicht

2.1 Ätiologie und Formen der *Parodontitis apicalis*

Die *Parodontitis apicalis* kann in drei verschiedene Formen unterteilt werden:

- die akute *Parodontitis apicalis*,
- die chronische *Parodontitis apicalis*,
- die exazerbierende chronische *Parodontitis apicalis*.

2.1.1 *Parodontitis apicalis*

Eine *Parodontitis apicalis* nimmt ihren Ursprung in einer bakteriell infizierten Pulpa. Wie bereits einleitend dargestellt, können verschiedene Faktoren für eine Schädigung des Pulpa-Dentin-Komplexes verantwortlich gemacht werden (4-6). Bei kariöser Zerstörung eines Zahnes geht der Nekrose der Pulpa zuerst eine reversible Pulpitis und anschließend eine irreversible Pulpitis voraus. Der Niedergang der Pulpa ist gekennzeichnet durch die bereits genannten Entzündungszeichen wie Vasodilatation, Opsonierung, Chemotaxis und massive Migration von Granulozyten. Wenn diese schmerzhaft Entzündung das periapikale Gewebe erreicht hat, lautet die Diagnose „akute apikale Parodontitis“ (7). Diese zeigt röntgenologisch meistens keine Auffälligkeit am Periapex. Nur selten ist im Zahnfilm ein gering verbreiteter apikaler Parodontalspalt erkennbar. Im weiteren Verlauf der Entzündung kommt es im periapikalen Gewebe über einen starken prostaglandininduzierten chemotaktischen Reiz (PGE_2 - Anstieg) zur Aktivierung von Osteoklasten (8). Diese erhöhte Freisetzung von PGE_2 und die in der Folge entstehende Destruktion von periapikalem Knochen wird auf die massive Granulozytenansammlung zurückgeführt. Unbehandelt kann es zur Bildung von bakteriellen Infiltraten und Abszessen führen.

Sollte beispielsweise ein Trauma für die Schädigung der Pulpa verantwortlich sein, so kann es zum Teil zu einer sterilen Pulpanekrose führen, solange keine Bakterien in die Pulpa eindringen. Rein theoretisch ist es denkbar, dass durch

die Autolyse von Zellen und die damit verbundene Freisetzung von Enzymen und Zelltrümmern eine Reizung des periapikalen Gewebes verursacht wird. Makkes *et al.* (1978) zeigten mit der subkutanen Insertion von kleinen Röhrchen mit bakteriell entzündlich bedingten nekrotischen bzw. mittels Formaldehyd fixierten sterilen nekrotischen Geweberesten, dass nur die bakteriell entzündlich bedingten Nekrosen, nicht jedoch die sterilen Gewebereste eine deutliche Zellreaktion verursachten (9). Da es sich bei nicht verletzter Zahnhartsubstanz jedoch um eine sterile Nekrose handelt, kann aus der vorgenannten Studie abgeleitet werden, dass bei Sterilität der Pulpa nur eine geringe oder keine Reaktion im periapikalen Gewebe verursacht wird.

Jedoch bei traumatisch bedingten Pulpaschädigungen mit bakterieller Kontamination der Pulpa kann es, wie bei kariös bedingter Infektion der Pulpa bzw. Nekrose, zu akuten Verläufen kommen. Aber auch wenn Bakterien präsent sind, kann die Entzündung schmerzfrei und symptomlos ablaufen. Die entscheidende Rolle von Bakterien in der Pathogenese der Pulpa und des Periapex wurde in verschiedenen Untersuchungen belegt. Stellvertretend seien hier die Untersuchungen von Kakehashi 1965, Bergenholtz 1974 und Sundqvist 1976 genannt (10-12).

Widersprüchlich diskutiert wird noch immer die Frage einer retrograden Infektion der Pulpa aufgrund generalisierter Bakteriämie. Einige Autoren konnten in ihren Untersuchungen Bakterien in der Pulpa nach künstlicher intravenöser Infektion mit *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus sanguis* feststellen (13-15). Fraglich ist jedoch, ob selbst bei Vorliegen einer retrograden Infektion aus einer Bakteriämie auch wirklich eine Pulpaschädigung resultiert. Eine generalisierte Bakteriämie dauert ungefähr 15 Minuten (16). Die Wahrscheinlichkeit, dass in dieser Zeit eine irreversible Pulpaschädigung eintritt, ist aus physiologischer Sicht sehr gering, wodurch die Relevanz der retrograden Infektion an Bedeutung verliert.

2.1.2 *Parodontitis apicalis acuta*

Die *Parodontitis apicalis acuta* geht klinisch mit heftigen Schmerzen einher, die bei Kaubelastung, aber auch spontan, auftreten (30). Die Sensibilität des Zahnes ist meist negativ. Mehrwurzelige Zähne können unter Umständen noch eine Restvitalität in einem der Kanäle aufweisen (29). Teilweise kommt es zur Bildung eines submukösen Infiltrates oder auch Abszesses (31). Das Röntgenbild zeigt typischerweise einen normal durchgängigen oder nur gering verbreiterten apikalen Parodontalspalt (32-34).

2.1.3 *Parodontitis apicalis chronica*

Die *Parodontitis apicalis chronica* ist eine klinisch asymptomatische periapikale Entzündung (29, 35). Auch sie wird hauptsächlich durch Bakterien im Wurzelkanalsystem verursacht (10-12, 17). Die dauerhafte Kontamination des periapikalen Gewebes durch Bakterien und deren Toxine aus dem Wurzelkanal führt zur Entstehung einer periapikalen Osteolyse (18-20, 35, 36). Aufgrund der anhaltenden Zerstörung des periapikalen Gewebes durch die bakterielle Entzündung stellt sich die *Parodontitis apicalis chronica* radiologisch durch einen erweiterten bzw. aufgelösten apikalen Parodontalspalt dar (21). Im weiteren Verlauf der Erkrankung spricht man auch von der Entstehung apikaler Granulome, die sogar epitheliale Anteile aufweisen können. Bei nachgewiesener vollständiger epithelialer Begrenzung spricht man von radikulären Zysten als Sonderform der apikalen Parodontitis (22, 23). Über die Häufigkeit der Entstehung von radikulären Zysten finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben (22-26). Linenberg *et al.* (1964) fanden bei 110 untersuchten apikalen Läsionen heraus, dass es sich in 31 Fällen um radikuläre Zysten handelte (26). Das entsprach einer Prävalenz von 28,2 %. Es muss jedoch angemerkt werden, dass eine Unterscheidung in frühe (n = 21) und reife (n = 10) radikuläre Zysten getroffen wurde. Somit ist die genannte Prävalenz von 28,2 % kritisch zu beurteilen. Dagegen fanden Nair *et al.* (1996) bei einer Untersuchung von 256 apikalen Läsionen andere Werte heraus. Die Autoren sprachen nur in 15 % von radikulären Zysten (22). Sie unterschieden

aber auch zwischen „wahren Zysten“ (true apical cyst) und „Pseudozysten“ (apical pocket cyst) am Apex des Zahnes, definierten diese jedoch anders als Linenberg. Nair *et al.* schrieben, dass „Pseudozysten“, die noch eine Verbindung zum Wurzelkanal haben, mittels konventioneller Wurzelkanalbehandlung erfolgreich zu therapieren sind. Dies glaubten sie bei „wahren Zysten“ ohne Zugang zum Wurzelkanal nicht mehr erreichen zu können. Was jedoch die Häufigkeit des Auftretens von radikulären Zysten betrifft, so wird die tatsächliche Prävalenz schwer zu bestimmen sein, da per definitionem die Epithelauskleidung für die Diagnose einer radikulären Zyste maßgebend ist (siehe Abbildung 1). Bisher wurde jedoch nicht einheitlich definiert, ob einzelne Epithelverbände oder eine vollständige Epithelauskleidung für die Diagnose einer Zyste gegeben sein müssen. Eine rein radiologische Unterscheidung zwischen einem Granulom oder einer wahren radikulären Zyste ist nicht möglich (27, 28). Der Verdacht auf eine Zyste scheint sich mit steigender Größe der apikalen Radioluzenz zu erhöhen (siehe Abbildung 2). Es scheint logisch zu sein, ein apikales Granulom mittels konservativer Wurzelkanalbehandlung erfolgreicher therapieren zu können, als eine Zyste mit derbem Epithel. Wenn man jedoch bedenkt, dass bis zu 96 % Erfolgswahrscheinlichkeit durch eine endodontische Behandlung erreicht werden könnten, bedeutet dies, dass auch einige Zysten darunter sind. Es gilt daher genau zu differenzieren, zwischen „wahren“ radikulären Zysten und „Pseudozysten“ am Apex des Zahnes. Erkennbar wird diese Differenzierung in der aufgeführten Studie von Nair *et al.* (1996), welche somit eine von vielen Erklärungen für die hohe Erfolgswahrscheinlichkeit konventioneller Wurzelkanalbehandlungen von bis zu 96 % darstellen könnte (22).

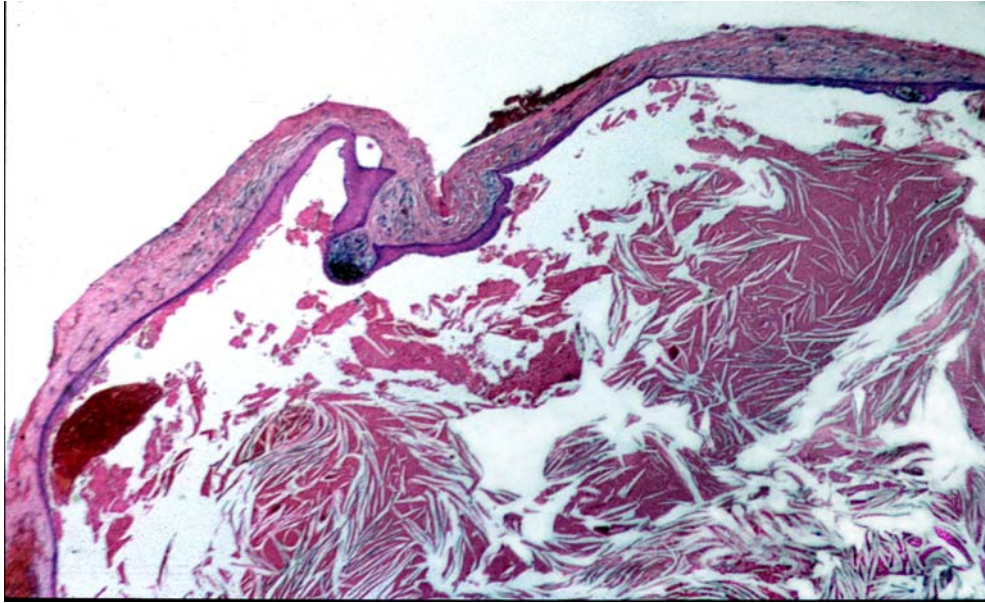


Abbildung 1: Histologischer Schnitt durch eine radikuläre Zyste. Deutlich sichtbar sind das umgebende Zystenepithel sowie im Innern der Zyste die typischen Cholesterinkristalle.

(Quelle: Archiv der Abteilung für Oralchirurgie und zahnärztliche Röntgenologie, Zentrum für Zahnmedizin, Campus Virchow, Charité Berlin)



Abbildung 2: Eine Panoramaschichtaufnahme mit deutlich sichtbarer ca. 2x2 cm großer apikaler Aufhellung an Zahn 12 mit deutlich sklerosiertem Randsaum. „Inhomogene“ und „zu kurze“ Wurzelkanalfüllung an Zahn 12.

2.1.4 Exazerbierende *Parodontitis apicalis chronica*

Die exazerbierende *Parodontitis apicalis* entwickelt sich aus der oben beschriebenen chronischen Form. Das bedeutet, dass der röntgenologische

Befund eine apikale Radioluzenz an der Wurzelspitze eines avitalen oder wurzelkanalgefüllten Zahnes aufweist. Die klinische Symptomatik geht jedoch im Gegensatz zur chronischen apikalen Parodontitis mit starken Schmerzen einher und entspricht dem Bild einer akuten apikalen Parodontitis. „Exazerbation“ bedeutet „Wiederaufleben, Aufflammen“ und bezieht sich hier auf die chronische Entzündung, die erst dann die beschriebenen Beschwerden verursacht (31). Als Ursache diskutiert bereits Sundqvist (1976) in seiner Dissertation über Bakterien in nekrotischen Zahnpulpen, dass bestimmte pathogene Keime für akute Beschwerden verantwortlich zu machen sind (11). Wie später eingehender beschrieben, führte der Autor an, dass in allen untersuchten nekrotischen Pulpen, die klinisch Symptome wie eine akute apikale Parodontitis verursachten, der Keim *Bacteroides melaninogenicus* nachweisbar war. Weiterhin war der genannte Keim in keinem der nicht akuten Fälle nachweisbar. Es liegt also die Vermutung nahe, dass nicht nur die bakterielle Kontamination der Pulpa, sondern auch die Zusammensetzung der Bakterienflora eine entscheidende Rolle spielt. Auch der Einfluss einer veränderten Wirtsabwehr sollte als Stimulans der Exazerbation nicht außer Acht gelassen werden. So kann spekuliert werden, ob es nicht aufgrund einer geschwächten Wirtsabwehr zu einer Verschiebung der Keimflora in der apikalen Läsion und somit zur Exazerbation kommen kann. Es scheint naheliegend zu sein, dass es bei einer Verschiebung des Verhältnisses zwischen bakterieller Infektion und Wirtsabwehr zu einem Aufflammen der Entzündung kommen kann, wenn diese Verschiebung zugunsten der Bakterien verläuft (29).

2.2 Therapie der *Parodontitis apicalis*

Die Therapie der ersten Wahl einer *Parodontitis apicalis* ist die Wurzelkanalbehandlung (37-40). Dabei wird der Wurzelkanal eines Zahnes mit speziellen Wurzelkanalinstrumenten gereinigt und aufbereitet. Durch medikamentöse Einlagen in den Wurzelkanal wird die Entzündung des periapikalen Gewebes reduziert (38, 41-45). Bei klinischer Symptombefreiheit und klinisch nicht mehr vorhandenen Entzündungszeichen an der Wurzelspitze kann eine Wurzelkanalfüllung gelegt werden (39). Wie von vielen Autoren

diskutiert, stellt eine ausreichend lange und homogene Wurzelkanalfüllung den bestmöglichen bakteriendichten Verschluss zum Schutz vor bakterieller Reinfektion des periapikalen Gewebes dar (41, 46-48). Der Therapieerfolg zeigt sich durch klinische Symptommfreiheit, funktionelle Belastbarkeit und radiologisch erkennbare Rückbildung der apikalen Transluzenz (47, 49). Heilt eine *Parodontitis apicalis chronica* nicht mehrere Monate nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung aus, gibt es die Möglichkeit der Revision der Wurzelkanalfüllung (50). Das bedeutet die Entfernung der vorhandenen Wurzelkanalfüllung, erneute medikamentöse Behandlung des Kanalsystems und abschließend erneute Wurzelkanalfüllung (50). Führt auch diese Behandlung nicht zur Abheilung der *Parodontitis apicalis*, bleibt nur noch die operative Entfernung der Wurzelspitze (WSR) oder die Entfernung des erkrankten Zahnes als Therapiemöglichkeit (37, 38, 50).

In Übereinstimmung mit der Literatur und in Anlehnung an die European Society of Endodontology, lassen sich die Therapieerfolge einer Wurzelkanalbehandlung in drei Kategorien einteilen (51-53).

Vollständige Heilung:

1. klinische Symptommfreiheit und
2. radiologisch durchgehender schmaler apikaler Parodontalspalt

Unvollständige Heilung:

1. klinische Symptommfreiheit und
2. radiologisch verifizierbare Verkleinerung der apikalen Läsion

Keine Heilung:

1. klinische Symptome einer apikalen Parodontitis und / oder
2. radiologisch nachgewiesene apikale Transluzenz der gleichen Größe wie im Ausgangsbefund oder Vergrößerung

2.3 Die Wurzelkanalbehandlung - ein Kurzüberblick

Die folgende Darstellung hat nicht den Anspruch, die Wurzelkanalbehandlung in allen Einzelheiten aufzuführen, sie will nur einen ersten Einblick in diese Behandlungsmethode bieten. Nachdem die Indikation zur Wurzelkanalbehandlung gestellt wurde, stehen dem Zahnarzt verschiedene Methoden zur Aufbereitung der Kanalsysteme zur Verfügung. In der Literatur finden sich dazu unter anderem die standardisierte Technik, beschrieben von Inlge 1957 (54), die step - back Technik, die step - down Technik (55), die anticurvature filing Technik (56), die crown down pressureless Technik (57), die balanced - force Technik sowie die double - flared Technik (58). Neben der Wurzelkanalaufbereitung mit Handinstrumenten, tritt die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung zunehmend in den Vordergrund (59-61). Es sind jedoch nicht alle Wurzelkanalformen immer nur mit einer Methode oder einem System vollständig aufbereitbar (62). Der Behandler entscheidet daher je nach Wurzelkanalanatomie, welche Aufbereitungsmethoden, ob ausschließlich Handinstrumente oder auch maschinelle Aufbereitungsmethoden, zum Einsatz kommen.

Das Ziel ist die vollständige dreidimensionale Reinigung, Desinfektion, Aufbereitung und Versiegelung des Wurzelkanalsystems. Neben der manuellen Ausräumung der Pulpa mit besonderen Instrumenten wird durch die Verwendung von Natriumhypochlorit-Spüllösung (NaOCl) 0,5 % bis 5 % eine deutliche Keimreduktion erreicht (42, 63-65). Zusätzlich werden desinfizierende medikamentöse Einlagen in den Wurzelkanal eingebracht (42, 66, 67). Für die anschließende Wurzelkanalfüllung werden Wurzelkanalfüllstifte und Sealer benutzt (68). Wurzelkanalfüllstifte sind zumeist aus Guttapercha, die das am häufigsten benutzte Füllmaterial in der Endodontie darstellt (69-73). Bezüglich der Länge des Wurzelkanals ist die korrekte Wurzelkanalaufbereitung, sowie eine homogene und randständige, das gesamte Wurzelkanalsystem abdichtende Wurzelkanalfüllung Bedingung für eine Heilung bzw. Verhinderung einer Infektion des periapikalen Gewebes (51, 74-78). Die zweite Füllkomponente stellen, wie bereits erwähnt, die Sealer dar. Es gibt sie auf der Basis verschiedener chemischer Verbindungen. Zum einen

gibt es Sealer auf Zinkoxid-Eugenol Basis, die mit Zusätzen wie Calciumhydroxid oder Kunststoffen versetzt sein können. Zum anderen gibt es Sealer auf Silikonbasis oder Glasionomierzementbasis. Sealer auf Kunststoffbasis besitzen ein hohes Dentinadhäsions- und Abdichtungsvermögen (79-83). Es erscheint logisch, dass dadurch ein besserer Schutz des Periapex vor möglicher Penetration von Bakterien oder Toxinen zum Apex erreicht wird.

Für die eigentliche Wurzelkanalfüllung stehen dem Zahnarzt verschiedene Wurzelkanalfülltechniken zur Verfügung, wie zum Beispiel:

1. Die Zentralstifttechnik (84-86)
2. Die laterale Kondensation (87-90)
3. Die vertikale Kondensation (70, 91-95)
4. Die thermomechanische Kondensation (90, 96-101)
5. Die warme laterale Kondensation (102-104)
6. Die Injektionstechnik (100, 105-110)

Die Wurzelkanalbehandlung endet mit einer weitgehend bakteriendichten Deckfüllung nach Wurzelkanalfüllung.

2.3.1 Erfolg versus Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung

Auffällig ist, dass in der internationalen Literatur der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung unterschiedlich definiert wird. Neben Beschwerdefreiheit und funktioneller Belastbarkeit, ist der röntgenologische Befund nach erfolgter Wurzelkanalbehandlung das wichtigste Kriterium, um von einem Behandlungserfolg oder Misserfolg zu reden. So sprechen viele Autoren von Erfolg, wenn der Zahn klinisch beschwerdefrei und röntgenologisch keine apikale Aufhellung zu erkennen ist (47, 66, 74, 111-124). Andere Autoren akzeptieren eine apikale Aufhellung, solange diese sich direkt um überstopftes Wurzelkanalfüllmaterial herum befindet (49, 125, 126). Wiederum andere Autoren sprechen bereits von Erfolg, wenn eine Reduzierung der Größe der apikalen Läsion zu verzeichnen ist (48, 127-134). Eine Minderheit von Autoren glaubt allein durch den Befund, dass eine periapikale Läsion sich röntgenologisch nicht vergrößert hat, Erfolg zu haben (135-137).

Wenn man jedoch bedenkt, dass bei der Untersuchung nicht ausgeheilte apikale Läsionen noch immer Bakterien gefunden wurden, ist es fraglich, ob eine sich nicht verkleinernde apikale Aufhellung als Erfolg zu werten ist. Es gilt in diesem Zusammenhang auch zu überlegen, welche Rolle die Größe einer apikalen Aufhellung bei der Prognose der Wurzelkanalbehandlung spielt. Einige Studien belegen, dass Läsionen von 2 – 5 mm bessere Erfolgsraten erzielen, als größere Aufhellungen (48, 49, 119, 124, 138). Dagegen finden Sjögren *et al.* (1990, 1997) diesbezüglich bei ihren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede zwischen kleinen und großen apikalen Aufhellungen (47, 117). Eine mögliche Ursache für die offensichtlich unterschiedlichen Ergebnisse kann in unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen aller genannten Studien liegen. Zur Klärung dieses Themas bedarf es sicher weiterer Studien mit möglichst einheitlichem Studienaufbau und Untersuchungszeitraum.

Vom Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung sprechen jedoch alle zuvor genannten Autoren, wenn bei Zähnen mit gesunder Ausgangssituation keine apikale Aufhellung nach Wurzelkanalfüllung entsteht.

2.4 Endodontie – ausgewählte internationale und nationale Literatur

2.4.1 Die Infektion der Pulpa

Kakehashi *et al.* fanden 1965 in ihrer bis dahin einmaligen Untersuchung an Ratten folgende interessante Ergebnisse heraus (10). Die Autoren untersuchten zwei Gruppen von Ratten. Die erste Gruppe wuchs steril auf, bekam sterilisierte Nahrung und hatte keinen Kontakt zu natürlich aufgewachsenen Tieren. Die zweite Gruppe wuchs konventionell auf und bekam herkömmliches Futter. Die Zahnpulpen der ersten Molaren der Tiere beider Gruppen wurden künstlich eröffnet, nicht wieder verschlossen und mit dem Speisebrei der Nahrung der jeweiligen Gruppe kontaminiert. Die Reaktionen der Zahnpulpen wurden untersucht. Tiere mit nicht steriler Nahrung in nicht steriler Umgebung, also mit physiologischer Bakterienflora im Maul, zeigten Pulpanekrosen und apikale Abszedierungen bereits nach wenigen Tagen. Die Zahnpulpen der Ratten mit steriler Nahrung zeigten nur minimale Entzündungszeichen. Es bildeten sich Dentinbrücken aus. Die Pulpen blieben vital. Kakehashi *et al.* erbrachten damit den Beleg dafür, dass die Nekrose der Zahnpulpa sowie eine apikale Entzündung nur in Gegenwart von Bakterien stattfinden kann.

1976 untersuchte Sundqvist nekrotische Zahnpulpen (11). Er fand, dass bestimmte pathogene Keime für akute Beschwerden verantwortlich zu machen sind. Wie bereits beschrieben, wiesen alle untersuchten nekrotischen Pulpen, die klinisch Symptome wie eine akute apikale Parodontitis verursachten, den Keim *Bacteroides melaninogenicus* auf. Es gilt also festzuhalten, dass alle untersuchten Zähne, die mit einer apikalen Aufhellung assoziiert waren, anscheinend bakteriell infiziert waren. Die logische Folgerung wäre also, dass nicht allein die nekrotische Pulpa, sondern vor allem die bakterielle Infektion derselben eine Ursache für die genannten Schmerzen sind. Gestützt wird diese Vermutung durch die Ergebnisse der bereits dargestellten Untersuchung von Makkes *et al.* (1978), die keine Reaktion des Organismus bei der Konfrontation mit sterilen Geweberesten nachweisen konnten (9).

2.4.2 Epidemiologische Untersuchungen

In epidemiologischen Untersuchungen findet sich ein immer wiederkehrender Zusammenhang zwischen schlechter Qualität der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten periapikaler Radioluzenzen (47, 49, 139-146). Nachdem Petersson *et al.* (1986) (139) und Eckerbom *et al.* (1987) (143) in Schweden epidemiologische Studien zur Prävalenz der apikalen Parodontitis und der Qualität von Wurzelkanalbehandlungen durchgeführt hatten, folgten bald diverse internationale Untersuchungen zu diesem Thema. In Europa sind hier sowohl Allard & Palmqvist (1986) (146) als auch Imfeld (1991) (145) und De Cleen *et al.* (1993) (142) stellvertretend für drei verschiedene Länder zu nennen. Weiger *et al.* (1997) finden mit 61 % einen der höchsten Werte für die Prävalenz der apikalen Parodontitis an wurzelkanalbehandelten Zähnen (147). Die Autoren führten diese Prozentangaben darauf zurück, dass gemäß ihrer Ergebnisse auch nur 14% aller Wurzelkanalfüllungen als korrekt eingestuft wurden. Diese Zahlen sollten nicht stellvertretend für Deutschland gesehen werden. Es besteht selbstverständlich die Notwendigkeit, flächendeckend epidemiologische Untersuchungen durchzuführen, um zu prüfen, ob ähnliche Werte für ganz Deutschland ermittelt werden können. Sollte sich das bewahrheiten, bestünde ein dramatischer Handlungs- und Verbesserungsbedarf von Wurzelkanalbehandlungen. Einen Anhalt dafür scheinen die Studien von Hülsmann *et al.* (1991) und Klimek *et al.* (1995) zu geben (148, 149). Hülsmann *et al.* (1991) fanden heraus, dass 87 % aller Wurzelkanalfüllungen mehr als 2 mm vom Apex entfernt enden. Weiterhin wurden mehr als 60 % aller Wurzelkanalfüllungen als inhomogen eingestuft. Schließlich stellte sich heraus, dass insgesamt 60 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne eine periapikale Transluzenz aufwiesen (148). Im Vergleich zu Hülsmanns Studie von 1991, stellten Klimek *et al.* (1995) ähnlich schlechte Ergebnisse in ihrer Untersuchung fest. Demnach wiesen 1983 noch 56,9% aller wurzelkanalbehandelten Zähne periapikale Veränderungen auf. 8 Jahre später fanden Klimek *et al.*, dass sich die Qualität der Wurzelkanalfüllung im Vergleich zu 1983 nur geringfügig verbessert hatte. 1991 wiesen nur noch 45,8 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne periapikale pathologische Veränderungen auf. Die Autoren untermauerten damit die Vermutung, die sich auch aus Weigers Untersuchung ergab, dass es sich in Bezug auf die Qualität

der Wurzelkanalbehandlungen möglicherweise um ein gesamtdeutsches Problem handelt.

Für die USA stößt man bei der Literatursuche neben vielen anderen auf die Studie von Buckley & Spångberg (1995) (141). Sie fanden bei 4,1 % aller Zähne Anzeichen chronischer apikaler Parodontitis und in 31,3 % bei wurzelkanalbehandelten Zähnen. Das entspräche einer doppelt so guten Versorgung der Patienten in den USA verglichen mit Deutschland, wenn man die Werte von Weiger *et al.* (1997) zugrunde legt.

Französische Studien zu dieser Thematik sind selten. 2002 führten Boucher *et al.* eine radiologische Untersuchung in Frankreich durch (150). Sie stellten die Prävalenz der apikalen Läsionen pro Wurzel, nicht pro Zahn fest. Akzeptabel gefüllte Wurzeln zeigten statistisch hoch signifikant seltener apikale Radioluzenzen, als Zähne mit inkorrekten Wurzelkanalfüllungen. Die Autoren verbinden mit ihren Ergebnissen die Forderung nach einer deutlichen Verbesserung der nachgewiesenen derzeitigen schlechten Qualität von Wurzelkanalbehandlungen, finden jedoch nur in 33 % aller untersuchten Wurzelkanalfüllungen radiologische Anzeichen einer apikalen Parodontitis. Verglichen mit den Ergebnissen vorgenannter Studien, liegt dieser Wert durchaus im internationalen Durchschnitt. In der Diskussion führten Boucher *et al.* an, dass zwar großer Handlungsbedarf besteht, aber trotz Allem 73,3 % aller Zähne mit nicht akzeptablen Wurzelkanalfüllungen keine radiologischen Anzeichen apikaler Parodontitis aufweisen. Diese Zähne wurden von den Autoren aufgrund der erhöhten Durchlässigkeit für Bakterien als Risikozähne für periapikale Entzündungen eingestuft, auch wenn sie zum Zeitpunkt der Untersuchung radiologisch keine Entzündungszeichen aufwiesen. Auch Lupi-Pegurier *et al.* (2002) verweisen auf einen hohen Anteil an unbefriedigenden Wurzelkanalbehandlungen in Frankreich. Unter Berücksichtigung aller Wurzelkanalfüllkriterien fanden die Autoren nur 31,2 % adäquate Wurzelkanalfüllungen. Nur 38,7 % aller Wurzelkanalfüllungen reichten bis nahe an den Apex. Sie wurden als korrekt eingestuft, wenn sie im Abstand von 0 - 2 mm vom radiologischen Apex entfernt endeten. 58,9 % aller Wurzelkanalfüllungen wurden als homogen und randdicht eingestuft. Es

bestand also ein hoher Revisionsbedarf an alten unzureichenden Wurzelkanalfüllungen, die statistisch hoch signifikant ($p < 0,001$) mit dem Auftreten radiologisch erkennbarer Läsionen am Apex eines Zahnes korrelierten (151).

Aus Dänemark findet sich eine Untersuchung von Kirkevang *et al.* (2001) (152). Sie stellten fest, dass 3,4 % aller Zähne an apikaler Parodontitis erkrankt sind und 4,8 % aller Zähne wurzelkanalbehandelt waren. Über die Hälfte aller wurzelkanalbehandelten Zähne (52,2 %) wiesen radiologisch erkennbare apikale Läsionen auf. Der letztgenannte Wert von 52,2 % liegt leicht über dem Durchschnitt der Ergebnisse der meisten oben genannten Studien aus Europa und den USA. Die Autoren führten dieses Ergebnis darauf zurück, dass viele Molaren wurzelkanalbehandelt waren, die in anderen Untersuchungen, möglicherweise auch aufgrund apikaler Entzündungen, extrahiert worden waren und somit nicht in die Auswertung eingingen. Weiterhin erklärten die Autoren, dass bei mehrwurzeligen Zähnen immer das schlechteste Merkmal zählte, die am schlechtesten aufbereitete und gefüllte Wurzel, wobei der Zahn immer als eine Einheit gesehen wurde. Das bedeutet, dass bei einem dreiwurzeligen Molaren zwei von drei Wurzelkanalfüllungen als korrekt beurteilt werden konnten, der dritte Kanal inkorrekt gefüllt war und damit der ganze Zahn als endodontischer Misserfolg gewertet wurde. Dagegen hätte ein Untersucher, der die Wurzelkanalfüllungen einzeln pro Wurzel bewertet, die Menge an Misserfolgen relativiert, da im genannten Beispiel eines dreiwurzeligen Molaren schon 2/3 Erfolg zu verzeichnen wären und nicht 100 % Misserfolg. Eine weitere Untersuchung von Kirkevang *et al.* (2001) ist eine vergleichende Untersuchung mit Patienten von 1974 - 1975 und 1997 – 1998 (153). Zwar stellten die Autoren eine Verbesserung der Qualität der Wurzelkanalbehandlungen fest, jedoch keine Verringerung der Prävalenz der apikalen Parodontitis. Der Grund dafür soll in der Fragestellung liegen, mit der die Patienten die Klinik aufgesucht haben. In den Jahren 1974 - 1975 stand die Klinik für jedermann offen, während 1997 - 1998 fast nur noch Patienten mit schwierigen Behandlungssituationen an die Klinik überwiesen wurden.

Hugoson *et al.* (154) stellten in Schweden über einen Zeitraum von 10 Jahren eine deutliche Verbesserung der oralen Gesundheit fest. Dazu erfassten die Autoren Daten von jeweils circa 1000 Patienten aus den Jahren 1973 und 1983. Unter anderem untersuchten sie die Entwicklung der Prävalenz apikaler Aufhellungen. Sie stellten fest, dass mit zunehmendem Alter der Patienten die Anzahl endodontisch behandelter Zähne pro Patient ansteigt. Diese Tendenz ist in beiden untersuchten Jahren erkennbar, 1983 jedoch deutlich stärker, so dass Patienten ab 80 Jahren deutlich mehr wurzelkanalgefüllte Zähne besitzen, als noch 1973. Gleichzeitig bemerkten die Autoren einen Anstieg der Prävalenz apikaler Läsionen von 1973 bis 1983 sowie insgesamt eine Verringerung der Anzahl endodontisch behandelter Zähne. Hugoson *et al.* führten diese Ergebnisse auf die dramatischen Rückgänge an Karies, Füllungen und Zahnextraktionen zurück, die in diesen 10 Jahren zu verzeichnen waren. Im Hinblick auf die von der KZBV veröffentlichten statistischen Berichte, ist in Deutschland derzeit ein ähnlicher Trend absehbar (1).

Die höchsten Prävalenzen apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen stellten Petersson *et al.* (1989) und Saunders *et al.* (1997) fest. Petersson verweist auf Werte von 65 % (140), Saunders dagegen auf Werte von 58 % (155). Im Vergleich dazu, finden sich wie bereits beschrieben in deutschen Studien keine besseren Angaben zur Prävalenz der *Parodontitis apicalis*. Die Angaben schwanken zwischen 45,8 % und 61 % (147, 149).

2.4.3 Beurteilung der Qualität der Wurzelkanalfüllung

Die internationale Literatur belegt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Wurzelkanalfüllung und periapikaler Gesundheit an wurzelkanalgefüllten Zähnen gibt. Die Qualität einer Wurzelkanalfüllung wird von den meisten Autoren ähnlich bewertet. Ein Abstand der Wurzelkanalfüllung von 0 - 2 mm vom radiologischen Apex wird bezüglich der Beurteilung der Länge von vielen Autoren wie Bergström *et al.* (1987), Petersson *et al.* (1989), Eckerbom *et al.* (1989), Imfeld (1991), Boltacz-Rzepkowska *et al.* (2003), Lupi-Pegurier *et al.* (2002) und Marques *et al.* (1998) als „korrekt“ bezeichnet (140, 145, 151, 156-159). Hülsmann *et al.*

(1991) und Klimek *et al.* (1995) differenzierten bei der Datenerfassung die Abstände der Wurzelkanalfüllung vom röntgenologischen Apex sogar in kleinere Untereinheiten, um präzisere Aussagen treffen zu können, jedoch ohne relevante Schlussfolgerungen für die Praxis. Sie unterschieden die Länge der Wurzelkanalfüllung nach „überfüllt“, „0 - 1 mm“, „1 - 2 mm“ und „mehr als 2 mm“ Entfernung vom radiologischen Apex (148, 149). Bei der Beurteilung der Homogenität herrscht Einigkeit in der Literatur. Nicht randständige Wurzelkanalfüllungen und Blasen in der Wurzelkanalfüllung werden ebenso wie Aufbereitungsfehler als negativ für die Qualität einer Wurzelkanalfüllung angesehen.

2.4.4 Die Rolle der Deckfüllung in der Endodontie

Schon lange besteht der Verdacht, dass die Qualität der Deckfüllung möglicherweise im Zusammenhang mit der apikalen Gesundheit eines wurzelkanalbehandelten Zahnes steht. In verschiedenen Untersuchungen wurde belegt, dass Bakterien innerhalb von Tagen entlang der Wurzelkanalfüllung bis in das periapikale Gewebe vordringen können (41, 160, 161). Daraus ergäbe sich die Forderung nach einer sofortigen bakteriendichten Deckfüllung nach Wurzelkanalfüllung, um zu verhindern, dass Bakterien entlang der Wurzelkanalfüllung in das periapikale Gewebe gelangen können.

Ray und Trope waren 1995 die Ersten, die radiologisch Zusammenhänge zwischen der Qualität der Deckfüllung und der Qualität der Wurzelkanalfüllung in Bezug auf die Gesundheit des apikalen Parodonts untersuchten (162). Die Untersuchung umfasste 1010 endodontisch behandelte Zähne mit definitiven Deckfüllungen, wobei nur Patienten in die Untersuchung aufgenommen wurden, die mindestens ein Jahr nicht in zahnärztlicher Behandlung waren. 38,93 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne wiesen apikale Radioluzenzen auf und wurden als Misserfolg eingestuft. Dieser Wert entspricht ungefähr den Ergebnissen beispielsweise der norwegischen Studien von Eriksen *et al.* 1988 (163) und Eriksen & Bjertness 1991 (144). Weiterhin unterteilten Ray und Trope in ihrer Untersuchung die röntgenologischen Befunde in vier Kategorien, in denen zum einen die Deckfüllungen, zum anderen auch die Wurzelkanalfüllungen als gut oder schlecht eingestuft

wurden. Die Autoren fanden heraus, dass es unabhängig von der Qualität der Wurzelkanalfüllung einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Qualität der Deckfüllung und der Gesundheit des periapikalen Gewebes an wurzelkanalbehandelten Zähnen gibt. Die besten Ergebnisse in Bezug auf die periapikale Gesundheit eines Zahnes fanden die Autoren bei der Kombination von korrekter Deckfüllung mit korrekter Wurzelkanalfüllung. Auffällig ist jedoch, dass anscheinend Zähne mit guten Deckfüllungen signifikant seltener mit apikalen Aufhellungen assoziiert waren, als Zähne mit guten Wurzelkanalfüllungen. Die Autoren Ray und Trope folgerten daraus, dass nicht nur der Endodontologe sondern vor allem der für die Deckfüllung verantwortliche Zahnarzt optimale Arbeit leisten muss, um eine apikale Regeneration zu erreichen.

Auch Kirkevang *et al.* (2000) stellten signifikante Zusammenhänge zwischen korrekter Wurzelkanalfüllung kombiniert mit korrekter Deckfüllung und periapikaler Gesundheit dar (164). Sie fanden in ihrer Untersuchung, dass 52,3 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne apikale Radioluzenzen aufwiesen. Deutlich wird, dass Zähne mit optimaler Wurzelkanalfüllung, ebenso wie Zähne mit optimaler Deckfüllung seltener radiologische Anzeichen einer apikalen Parodontitis aufweisen als Zähne mit inadäquaten Wurzelkanal- und Deckfüllungen. Bei Zähnen mit optimaler Deckfüllung kombiniert mit optimaler Wurzelkanalfüllung, ergibt sich eine Prävalenz apikaler Parodontitis von nur 31,2 %. Bei Verschlechterung der untersuchten Kriterien, steigt die Häufigkeit auf bis zu 78,3 %. Kirkevang *et al.* untermauern damit die von Ray und Trope aufgestellte Forderung, sowohl die Qualität der Wurzelkanalfüllung als auch die der Deckfüllung zu verbessern, um damit die Häufigkeit des Auftretens apikaler Parodontitiden zu verringern. Ähnliche Ergebnisse weist die Untersuchung von Siqueira *et al.* (2005) auf (165). Die Autoren bestätigten mit ihrer Studie die Ergebnisse von Ray und Trope (1995) und Kirkevang *et al.* Sie fanden eindeutige Zusammenhänge zwischen der Qualität der Deckfüllung und der Qualität der Wurzelkanalfüllung auf das apikale Parodont. Je schlechter die Qualität der einzelnen Faktoren (Wurzelkanalfüllung und Deckfüllung), desto häufiger findet man apikale Aufhellungen an diesen wurzelkanalgefüllten Zähnen.

Auch Tronstad *et al.* führten 2000 eine ähnliche Studie wie Ray und Trope 1995 durch, die jedoch im Gegensatz zu den Ergebnissen von Ray und Trope einen bedeutenden Einfluss der Qualität von Wurzelkanalfüllungen auf das periapikale Gewebe belegte (167). Die Autoren sagten aus, dass bei Vorhandensein einer korrekten Wurzelkanalfüllung eine akzeptable Deckfüllung die apikale Gesundheit zusätzlich unterstützt. Bei Vorhandensein inkorrekt gefüllter Wurzelkanäle, habe die Qualität der Deckfüllung keinen weiteren Einfluss auf die Gesundheit des periapikalen Gewebes. Es ist fraglich, ob die von Ray und Trope 1995, Kirkevang *et al.* 2000 und Tronstad *et al.* 2000 durchgeführte rein radiologische Beurteilung von Deckfüllungen als ausreichend aussagekräftig betrachtet werden kann. Klärend dazu findet sich in der Literatur die Studie von Hommez *et al.* 2002. Die Autoren untersuchten den Einfluss koronaler Undichtigkeiten wurzelkanalgefüllter Zähne nicht nur radiologisch, sondern auch klinisch (168). In ihrer Studie wiesen 24 % der Zähne mit radiologisch akzeptabler Deckfüllung Anzeichen einer apikalen Parodontitis auf. Im Gegensatz dazu waren es 49 % bei Zähnen mit nicht akzeptabler Deckfüllung bei ebenfalls radiologischer Beurteilung. Dieser Unterschied war statistisch signifikant. Andererseits fanden die Autoren bei ihrer klinischen Untersuchung der Deckfüllungen, dass 31 % der Zähne mit akzeptablen Restaurationen mit apikalen Aufhellungen assoziiert waren. Währenddessen wiesen ebenfalls 37 % der klinisch inakzeptablen Restaurationen Anzeichen apikaler Parodontitiden auf. Dieser Unterschied war nicht signifikant. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass möglicherweise die rein radiologische Betrachtungsweise das überlegene diagnostische Mittel darstellt. Eine Erklärung dafür könnte die röntgenologisch bessere Möglichkeit der Diagnostik der approximalen Zahnbereiche sein. Diese stellen im Vergleich zu den klinisch einsehbaren Bukkal- und Oralflächen der Zähne eine wichtigere Prädispositionsstelle für Karies dar.

Des Weiteren führten Kirkevang *et al.* (2001) eine andere Studie durch und untersuchten röntgenologisch mit Panoramaschichtaufnahmen 358 Patienten in den Jahren 1974 - 75 sowie weitere 244 Patienten in den Jahren 1997 - 98. Sie fanden heraus, dass sich die Qualität der Deckfüllungen seit der Zeit von 1974 - 1975 im Vergleich mit 1997 - 1998 deutlich verbessert hat, jedoch ohne

nachweisbare Signifikanz (153). Damit bestätigten Kirkevang *et al.* die Ergebnisse von Qvist *et al.* (1986 und 1990) (169-171).

Qvist beschreibt in der 1993 veröffentlichten Zusammenfassung neun vorangegangene Studien (172). Daraus folgt, dass mit der zunehmenden Verbesserung des Randschlusses bei Kompositfüllungen bessere Ergebnisse in Bezug auf die Gesundheit des Pulpa-Dentin Komplexes bestehen. Es könnte also sein, dass Kompositfüllungen den optimalen Verschluss für wurzelkanalgefüllte Zähne darstellen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die apikale Gesundheit oder Regeneration eines wurzelkanalbehandelten Zahnes, wenn man den Ergebnissen von Ray und Trope (1995), Tronstad *et al.* (2000) sowie der genannten Studie von Kirkevang *et al.* (2000) glaubt.

Die Forderung nach der Anfertigung einer dichten Deckfüllungsversorgung sofort nach Wurzelkanalfüllung, wird von Alves *et al.* (1998) mit einer *in vitro* Endotoxin-Penetrationsstudie untermauert (166). Der Einfluss korrekter Deckfüllungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen ist für den Behandlungsverlauf scheinbar bedeutender, als in der Vergangenheit angenommen wurde. Letztlich würde dies mit einer histologischen Untersuchung am deutlichsten belegt werden können, wie es Barthel *et al.* bereits zeigten.

Ricucci und Bergenholtz (2003) (173) untersuchten 39 wurzelkanalgefüllte Zahnwurzeln, die für mindestens 3 Monate ohne abschließende Deckfüllung im Munde verblieben waren. Radiologisch wurden an 5 von 39 Wurzeln Zeichen einer apikalen Parodontitis gefunden. Histologisch wurden Bakterien hauptsächlich im koronalen Drittel der Wurzelkanalfüllung und den angrenzenden Dentintubuli gefunden. Das Vorhandensein von Bakterien entlang des apikalen Drittels der Wurzelkanalfüllung konnte nur in zwei Fällen beobachtet werden. Die Autoren folgerten, dass gut gefüllte Wurzelkanäle das Eindringen von Bakterien in das periapikale Gewebe sogar dann verhindern können, wenn keine Deckfüllung vorhanden ist. Es scheint, dass die koronale Undichtigkeit in dieser Untersuchung kein signifikantes Problem darstellt, womit die Ergebnisse denen der zuvor genannten Studien widersprechen. In Bezug auf die periapikale Gesundheit ist die Rolle der Dichtigkeit der

Deckfüllung bzw. der Wurzelkanalfüllung und deren Kombination mit jeweils guten und schlechten Verarbeitungskriterien offensichtlich noch nicht abschließend geklärt.

2.5 Auswertung von Röntgenaufnahmen

2.5.1 Interpretation und Auswertung

Ingle *et al.* (1994) beschrieben, dass die Erfolgsrate einer Untersuchung unter anderem auch von der Qualifikation des Behandlers abhängt (174). Goldman *et al.* (1972, 1974) zeigten, dass eine weitere Fehlerquelle in der unterschiedlichen Interpretation bzw. Auswertung der Röntgenaufnahmen liegen kann (175, 176). Die Autoren stellten fest, dass in ihrem Versuch sechs unabhängig voneinander auswertende Untersucher nur weniger als 50 % Übereinstimmung ihrer Befunde erreichten. Sie kritisierten die niedrige Zuverlässigkeit der sechs auswertenden Personen, verglichen sich aber auch mit den Ergebnissen von Brynolf (1970), die in ihrer eigenen Untersuchung nur eine Übereinstimmung von 70 % mit von ihr selbst ausgewerteten Daten erreichte (177). Grondahl *et al.* (1998) konnten bei dem Versuch, die Inter- und Intraobserver Variabilität zu bestimmen, solche starken Abweichungen nicht feststellen (178). Die sechs Untersucher in Grondahls Studie befassten sich zwar mit dem marginalen Knochenverlust an Implantaten und nicht dem apikalen Knochenverlust bei chronisch apikaler Parodontitis, kamen jedoch zu einem interessanten Ergebnis. Der Unterschied in der Interobserver Reliability lag bei nur 0,14 mm während er bei der Intraobserver Reliability bei sogar nur 0,08 mm lag. Offensichtlich muss die Abweichung bei verschiedenen Untersuchern nicht so stark sein, wie sie in den oben genannten Studien von Goldmann *et al.* (1972, 1974) und Brynolf (1970) aufgeführt wurde. Auch Molven *et al.* (2002) fanden bei ihrer Untersuchung zur Zuverlässigkeit und Konstanz bei Langzeituntersuchungen befriedigende Ergebnisse (179). Die Übereinstimmung aller drei Untersucher lag bei 83 %. Die Kappa-Werte betrugen 0,54, 0,57 und 0,53. Ein Wert von 1 bedeutet perfekte Übereinstimmung. Ein Wert von 0 bedeutet, daß die Übereinstimmung nicht über das zufallsbedingte Maß hinausgeht. Die Übereinstimmung der drei

Untersucher untereinander ergab 82 %, 85 % und 86 % mit den Kappa-Werten 0,55, 0,58 und 0,60. Diese Beurteilung wurde von den Autoren als befriedigend beschrieben. Die Konstanz der Auswertung von Untersuchern bleibt offensichtlich strittig und unklar. Eine Tendenz zu relativ hohen Übereinstimmungen wird in den genannten neueren Studien von Grondahl und Molven deutlich. Das kann durchaus an einer besseren Röntgenbilddarstellung liegen, die mit den weiterentwickelten Röntgenfilmen heutzutage erreicht wird. Aber auch der inzwischen zur Standardausrüstung gehörende Röntgenbildbetrachter mit speziellem Unterlicht, genormter Leuchtdichte, Leuchtgleichmäßigkeit und Seitenblenden trägt vermutlich einen wichtigen Anteil zur korrekten Befundung bei.

2.5.2 Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Studien

Friedman (1998) zeigte in seiner Zusammenfassung „Treatment Outcome and Prognosis of Endodontic Therapy“ einen Überblick über internationale Studien zur Wurzelkanalbehandlung und zur *Parodontitis apicalis* (180). Longitudinal- und Querschnittsstudien, Prävention, Therapie und Prognosen werden anhand der Literaturquellen besprochen. Friedman diskutierte die Aussagekraft der analysierten Studien und stellte deren Vergleichbarkeit zum Teil in Frage, weil die Auswahl der untersuchten Zähne die Erfolgsrate der Behandlung bestimmt und somit die Prävalenz der apikalen Parodontitis. Er führte an, dass einige Studien (134, 136) nur Zähne mit Aussicht auf erfolgreiche Therapie untersuchten und Zähne mit Komplikationen ausschlossen, während andere Autoren alle Zähne, auch diejenigen mit Aufbereitungsfehlern oder Kanalobliterationen mit einbezogen (119). Um die Daten einer Studie mit den Ergebnissen einer anderen Untersuchung vergleichen und praxisrelevante Schlussfolgerungen ziehen zu können, bedarf es demzufolge eines Abgleiches des jeweiligen Versuchsaufbaus und der Versuchsbedingungen. Anderenfalls besteht die Gefahr, Übereinstimmungen und Abweichungen von Ergebnissen falsch zu interpretieren.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen Studien gewährleisten zu können, ist jedoch nicht nur die Untersuchungsmethodik relevant, sondern auch die

Übereinstimmung in der Auswertung zwischen verschiedenen Untersuchern. Um dieses Problem zu lösen, entwickelte Ørstavik 1986 den „Periapical Index“ (PAI) (52, 53). Vorteil des PAI ist die hohe Übereinstimmung, die zwischen verschiedenen Untersuchern einer Studie erreicht wird. Bedingung ist allerdings der Vergleich mit den vorgegebenen Indizes von 1 (gesund) bis 5 (manifeste apikale Aufhellung) aus der Studie von Ørstavik. Referenzbilder für die Einstufung des jeweiligen Röntgenbefundes in die zuzuordnende Kategorie sollten jedem Untersucher vorliegen. Dieses wiederum bedingt das Vorhandensein von Zahnfilmen, die ein hohes Auflösungsvermögen besitzen. Dadurch wird eine hohe Diagnosegenauigkeit und Übereinstimmung bei mehreren Untersuchern erzielt (52). Namhafte Autoren führten jedoch Querschnittsuntersuchungen zur Prävalenz der Parodontitis apicalis und der Qualität von Wurzelkanalbehandlungen anhand von Panoramaschichtaufnahmen durch und gewannen nach ihrer Meinung ebenfalls aussagekräftige Werte (148, 149).

2.5.3 Panoramaschichtaufnahme versus Zahnfilmaufnahme

Eine Panoramaschichtaufnahme bietet nicht die Möglichkeit, einen Vergleich apikaler Läsionen mit den von Ørstavik vorgegebenen Kategorien durchzuführen. Es stellt sich natürlich die Frage, ob Panoramaschichtaufnahmen mit niedrigerer Auflösung (Angabe erfolgt in Linienpaaren pro Millimeter = Lp/mm) als Zahnfilme überhaupt zur Diagnostik apikaler Läsionen herangezogen werden sollten. Die durchschnittliche Auflösung von Panoramaschichtaufnahmen liegt bei durchschnittlich 2,5 - 3 Lp/mm, die von Zahnfilmen liegt zwischen 60 - 80 Lp/mm. Das menschliche Auge kann bis zu 10 - 12 Lp/mm erkennen. Eine röntgenologisch sichtbare apikale Veränderung beginnt bei einem um ca. 1-2mm erweiterten Parodontalspalt. Dieser ist demzufolge sehr gut bei der genannten Auflösung zu erkennen. Des Weiteren ist die Panoramaschichtaufnahme vorteilhaft für eine endodontische Querschnittsuntersuchung, da sie alle Zähne des Ober- und Unterkiefers darstellt. Dies wäre mit Einzelzahnfilmen nur möglich, wenn ein ganzer Röntgenstatus erstellt würde. Dies wird jedoch nicht in allen Universitäten

routinemäßig vor der Planung einer Behandlung durchgeführt. Unbestritten bleiben die bekannten Nachteile wie Überlagerung und Unschärfe nicht in der Schicht gelegener Strukturen/Zähne. Es stellt sich also noch immer die Frage, ob die Panoramaschichtaufnahme oder der Einzelbildstatus das bessere diagnostische Mittel ist. Zur weiteren Klärung dieses Problems, führten Delano *et al.* (2001) eine Untersuchung durch, bei der sie keine Unterschiede beim Vergleich der Datenerfassung apikaler Aufhellungen mittels PAI oder mit der konventionellen Einschätzung feststellten (181). Es scheint also nicht unbedingt daran zu liegen, ob der PAI benutzt wird oder nicht. Vielmehr scheinen sowohl die Diagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme als auch mit dem Zahnfilm zu funktionieren.

2.6 Querschnittsuntersuchungen/Longitudinaluntersuchungen

2.6.1 Querschnittsuntersuchungen

Sie werden durchgeführt, um für eine bestimmte Bevölkerungsgruppe die Prävalenz, Verteilung und Ursachen einer bestimmten Erkrankung festzustellen. Es gilt, die Verbreitung in bestimmten Altersgruppen zu erfassen und mögliche Zusammenhänge und Auswirkungen einzelner Faktoren auf die Ätiologie der Erkrankung zu evaluieren. Bei den untersuchten Patienten kann das Niveau der zahnmedizinischen Versorgung festgestellt werden. Querschnittsuntersuchungen bedienen sich der rein klinischen oder der bildgebenden Diagnostik oder einer Kombination von beidem. Die Aussagekraft der Ergebnisse hängt von der Untersuchungsmethode, der Probandenauswahl, der Zuverlässigkeit der Untersucher und der Datenberechnung ab. Die Daten werden meist in Nominal- und Ordinaldaten unterteilt. Zur einfacheren Beurteilung können auch ja/nein - Zustände bestimmt werden, die beispielsweise nur das Vorhandensein eines bestimmten Befundes erfassen. Verschiedene Schweregrade einer Erkrankung können in verschiedenen Kategorien erfasst werden, um sie später differenzieren und vergleichen zu können. Ein Patient/Proband wird meistens als eine statistische Einheit definiert. Es können aber auch einzelne Befunde als statistische Einheit

definiert werden. Um repräsentative Ergebnisse zu erzielen, bedarf es einer sehr großen Anzahl an untersuchten Patienten.

2.6.2 Longitudinaluntersuchungen

Sie befassen sich mit der Verlaufskontrolle einer Krankheit, eines Befundes oder eines Behandlungserfolges/misserfolges. Der Untersuchungszeitraum hängt von Material und Methode ab und kann zwischen mehreren Minuten bis zu Monaten und Jahren variieren. Es wird der individuelle Entwicklungsverlauf bei einer Gruppe von Patienten untersucht. Die Beurteilung kann klinisch erfolgen und / oder mit bildgebender Diagnostik. Ziel ist, aus dem Verlauf der Krankheit (Progredienz, Heilung, Persistenz, Rezidivneigung etc.) oder der Behandlungsmethode auf den weiteren Verlauf und auf die Prognose bei anderen Patienten mit gleichen Befunden schließen zu können.

3 Problemstellung

Die vorliegende Querschnittstudie soll die Prävalenz der apikalen Parodontitis einer Berliner Population im Zeitraum von 1989 – 1991 erfassen.

Folgende Fragen gilt es zu beantworten:

Wie hoch ist die Prävalenz der *apikalen Aufhellungen* an Zähnen in Berlin in der Zeit um 1989 - 1991?

Wie gut ist die Qualität der endodontischen Versorgung von Zähnen in der Zeit um 1989 - 1991?

Gibt es altersabhängige Unterschiede in Bezug auf die apikale Gesundheit von Zähnen?

Sind bestimmte Zähne häufiger mit apikalen Osteolysen assoziiert als andere?

Ist röntgenologisch ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Deckfüllung, der Qualität der Wurzelkanalfüllung und dem Vorhandensein radiologischer Anzeichen einer *Parodontitis apicalis* zu erkennen?

4 Material und Methode

4.1 Materialauswahl und Vorbereitung

Als Untersuchungsmaterial standen Panoramaschichtaufnahmen des Archivs der Abteilung für Zahnärztliche Röntgenologie des Zentrums für Zahnmedizin des Universitätsklinikums Charité der Humboldt-Universität Berlin (früher Freie Universität Berlin) zur Verfügung. Die 500 ausgesuchten Panoramaschichtaufnahmen stammen aus den Jahren 1989 – 1991 und wurden bei der Erstuntersuchung der Patienten in der Charité angefertigt.

Die Auswahl der verwendeten Panoramaschichtaufnahmen erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Ausschlusskriterien werden nachfolgend aufgeführt.

Die Aufnahmen wurden im Archiv der Abteilung für zahnärztliche Röntgenologie, in speziellen Röntgenhüllen und in einem lichtdichten Schrank bei annähernd konstanten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen gelagert. Somit war eine Auswertbarkeit der vor einigen Jahren gemachten Aufnahmen gesichert. Die Auswertung selbst erfolgte in einem abgedunkelten Raum an einem speziellen Röntgenbildbetrachter mit Unterlicht. Die Randbereiche der Panoramaschichtaufnahme wurden mit schwarzen lichtdichten Blenden abgedeckt. Weiterhin wurden zwei bewegliche schwarze Blenden benutzt, um einzelne Zähne gesondert betrachten zu können. Zur Gewährleistung der Konzentrationsfähigkeit und insbesondere zum Schutz der Augen vor Überanstrengung, wurde nach spätestens 30 Minuten eine fünf bis zehn Minuten dauernde Pause eingelegt. Die Gesamtauswertungszeit für den Auswerter lag bei maximal zwei Stunden pro Tag.

4.1.1 Einschlusskriterien

- Es handelt sich um Orthopantomogramme, die bei der Erstaufnahme der Patienten in der Klinik angefertigt wurden. Die Auswahl erfolgte per Zufall.

4.1.2 Ausschlusskriterien

- Aufnahmen mit Behelfstechnik (Beispiel: behinderte Patienten)
- unscharfe Aufnahmen, bei denen sich die Zähne nicht korrekt in der Schicht befunden haben, auch Bewegungsunschärfen
- fehlbelichtete Aufnahmen
- Aufnahmen, bei denen der Patient zum Expositionszeitpunkt die Zunge nicht am Gaumen hatte, wobei die apikale Region der Oberkieferzähne überbelichtet und somit nicht korrekt auswertbar war
- Aufnahmen mit fehlerhafter Kopfhaltung des Patienten
- Aufnahmen mit Artefakten
- Aufnahmen mit Fremdkörperspiegelungen (Beispiel: Prothesen, Ohrringe) in den Bereich des Apex oder der Wurzel eines Zahnes
- Aufnahmen mit massiver Verschattung durch die Projektion des *palatum durum* in die Region der Wurzelspitzen der Oberkieferzähne
- Aufnahmen des Milch- und Wechselgebisses
- zahnlose Patienten sowie eigentlich zahnlose Patienten mit beispielsweise retinierten Eck- oder Weisheitszähnen unter dem zahnlosen Kieferkamm

4.1.3 Röntgenausrüstung

Alle Aufnahmen wurden mit einem Panoramaschichtgerät durchgeführt (OPG OP10 Siemens, Bensheim, Deutschland). Als Folien wurden Kodak Lanex Regular und die entsprechenden Filme verwendet (Kodak, Stuttgart, Deutschland).

4.2 Eichung der Auswertungskriterien vor Versuchsbeginn

Zur Eichung der röntgenologischen Auswertung wurden im Vorfeld dieser Untersuchung Kontrollauswertungen vorgenommen. Der Untersucher der Panoramaschichtaufnahmen wurde durch zwei erfahrene Zahnärzte kalibriert. Die Auswertungskonstanz (intra-observer reliability) wurde mit Bezug auf die apikale Gesundheit und die Dichtigkeit der Deckfüllung doppelt mit jeweils 50 per Zufall ausgewählten Panoramaschichtaufnahmen getestet. Die zweite Evaluation erfolgte 6 Monate nach der Ersten. Um die Übereinstimmung beider Auswertungen zu überprüfen, wurde der Kappawert errechnet. Der Cohen-Kappa-Koeffizient misst die Übereinstimmung zwischen den Beurteilungen zweier Prüfer (oder die Beurteilung zweier Prüfungsvorgänge), wenn beide dasselbe Objekt bewerten. Wie bereits erwähnt, bedeutet ein Wert von 1 perfekte Übereinstimmung, ein Wert von 0, dass die Übereinstimmung nicht über das zufallsbedingte Maß hinausgeht.

4.3 Statistische Auswertung der Daten

Nachdem 500 Röntgenaufnahmen untersucht worden waren, erfolgte die statistische Berechnung und Auswertung der Ergebnisse. Abgesehen von einer vergleichenden Statistik wurde eine schließende Statistik mittels Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Es wurde ermittelt, ob die Prävalenz apikaler Aufhellungen in Beziehungen zu unterschiedlichen Parametern signifikant häufiger oder seltener auftrat. Die Berechnung erfolgte mit der SPSS-Software 11.0. (Release 11.0.1, SPSS Inc. Chicago, USA). Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,050$ wurde als signifikant angesehen. Ein Zahn wurde immer als Ganzes betrachtet.

Das bedeutet, dass bei Molaren und Prämolaren nicht jede Wurzel einzeln erfasst wurde, sondern der Zahn als eine Einheit. Es galt immer das schlechteste Kriterium einer Wurzel für den gesamten Zahn.

4.4 Datenerfassung

4.4.1 Folgende Daten wurden erfasst

- Alter des Patienten
- Anzahl der Zähne des Patienten
- Einteilung des befundeten Zahnes nach der Region
(Oberkiefer/Unterkiefer) und Zahntyp (Frontzahn, Prämolar, Molar)
- Anzahl aller Zähne mit apikaler Aufhellung
- Anzahl der wurzelkanalgefüllten Zähne mit/ohne apikale Aufhellung
- Länge der Wurzelkanalfüllungen (zu kurz, zu lang, korrekt)
- Homogenität der Wurzelkanalfüllungen (homogen, inhomogen)
- Anzahl unvollständiger Wurzelkanalfüllungen
(bei mehrwurzeligen Zähnen, nicht alle Kanäle gefüllt)
- Aufbereitungsfehler (frakturierte Instrumente, Begradigungen,
viae falsae und Perforationen der Wurzel)
- Anzahl der apikal resezierten Zähne (mit/ohne apikale Aufhellung)
- Arten der Deckfüllung
(Füllung, Krone, Stiftaufbau, keine Deckfüllung)
- Qualität der Deckfüllungen (Überstände, Randspalten,
Sekundärkaries oder erneuter Primärkaries,
Perforation durch Stiftaufbauten)
- Anzahl der Zähne mit Stiftversorgung im Wurzelkanal
(unterteilt nach geschraubt/gegossen)
- Parodontalzustand marginal
(gesund, horizontaler Knochenabbau,
Verdacht auf parodontal-endodontische Läsion)

4.4.2 Erfassung der Patienten nach dem Alter

Die Erfassung der Patienten erfolgte nach dem Alter sortiert. Es gab eine Gruppe der „unter 20 - jährigen“, sowie die Gruppen der 20 - 29, 30 - 39, 40 - 49, 50 - 59, 60 - 69, 70 - 79 und 80 - 89-jährigen. Des Weiteren wurde die Anzahl der Zähne pro Patient erfasst.

4.4.3 Erfassung apikaler Aufhellungen

Die Erfassung apikaler Aufhellungen kann wie folgt unterteilt werden.

1. Keine apikale Aufhellung vorhanden, bei intaktem, gleichmäßig schmalem Parodontalspalt am Apex des Zahnes (siehe Abbildung 3).
2. Leicht erweiterter apikaler Parodontalspalt, wobei der Parodontalspalt mehr als doppelt so breit ist, wie der vergleichbare gesunde Bereich (siehe Abbildung 4 – distale Wurzel).
3. Apikale Aufhellung um den Apex einer Zahnwurzel herum (siehe Abbildung 4 – mesiale Wurzel und Abbildung 5).

Zähne mit erweitertem apikalem Parodontalspalt wurden zunächst separat erfasst. Letztlich wurden bei der statistischen Berechnung diese Zähne zusammen mit den Zähnen mit manifester apikaler Aufhellung gerechnet.

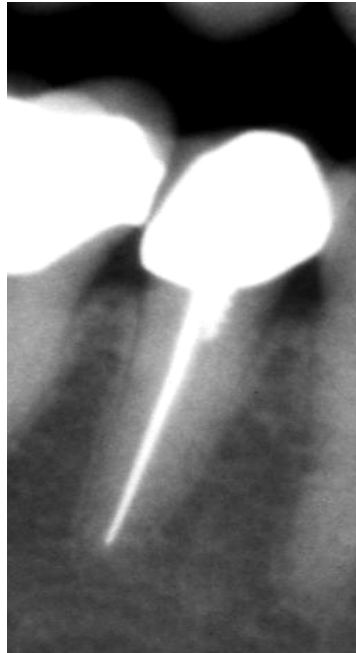


Abbildung 3: Zahn 45 - Beispiel für einen intakten, gleichmäßig schmalen Parodontalspalt eines wurzelkanalgefüllten Zahnes.

Keine apikale Aufhellung, Die Wurzelkanalfüllung wurde als „homogen“, „Länge korrekt“, „keine Aufbereitungsfehler“ und somit abschließend als „gesamt korrekt“ erfasst. Kein horizontaler Knochenabbau, die Deckfüllung erscheint randdicht.



Abbildung 4: Zahn 36: Beispiel eines stark erweiterten apikalen Parodontalspaltes an der distalen Wurzel und einer großen apikalen Aufhellung mit bereits sklerosiertem Randsaum an der mesialen Wurzelspitze. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „zu kurz“, „homogen“ und „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit zusammenfassend als „inakzeptabel“ eingestuft. Die Deckfüllung ist „akzeptabel“.

4.4.4 Erfassung der Qualität von Wurzelkanalfüllungen

Ein Zahn wurde als wurzelkanalgefüllt erfasst, wenn er röntgenopakes Material im Wurzelkanalsystem aufwies.

4.4.4.1 Länge der Wurzelkanalfüllung

Die Länge der Wurzelkanalfüllung wurde als „akzeptabel“ bezeichnet, wenn die Wurzelkanalfüllung 0 – 2 mm vor dem röntgenologischen Apex endete, als „zu kurz“, wenn sie mehr als 2 mm vor dem Apex und als „zu lang“ wenn sie jenseits des röntgenologischen Apex endete. Eine Wurzelkanalfüllung wurde als unvollständig erfasst, wenn bei einem mehrwurzeligen Zahn nicht alle Wurzelkanäle gefüllt waren. Bei mehrwurzeligen Zähnen galt immer das schlechteste Merkmal für die Befundung des Zahnes.

Ein Beispiel für eine akzeptable Wurzelkanalfüllung ist in Abbildung 3, für eine zu kurze Wurzelkanalfüllung in Abbildung 4 dargestellt. Abbildung 5 zeigt an der distalen Wurzel des Zahnes 47 eine zu lange, bis in das periapikale Gewebe reichende Wurzelkanalfüllung.



Abbildung 5: Zahn 47: Beispiel für eine zu lange Wurzelkanalfüllung. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „zu lang“, „homogen“ und „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit als insgesamt „nicht korrekt“ eingestuft. Beide Wurzelspitzen zeigen apikale Aufhellungen.

4.4.4.2 Homogenität der Wurzelkanalfüllung

Eine Wurzelkanalfüllung wurde als „homogen“ erfasst, wenn der Wurzelkanal auf der gesamten Länge röntgenopak und randdicht ohne Blaseneinschlüsse abgefüllt war (siehe Abbildung 6). Die Wurzelkanalfüllung wurde als „inhomogen“ erfasst, wenn sie radiologisch nicht randständig war oder sich Blasen, Sealerwirbelungen bzw. Lufteinschlüsse innerhalb der Wurzelkanalfüllung fanden (siehe Abbildung 7). Eine Wurzelkanalfüllung wurde als „unvollständig“ erfasst, wenn nicht alle Wurzelkanäle eines mehrwurzeligen Zahnes aufbereitet und abgefüllt waren. Solche unvollständig wurzelkanalgefüllten Zähne wurden für die statistischen Berechnungen als inhomogen bezeichnet und gegen die homogenen Wurzelkanalfüllungen gerechnet.

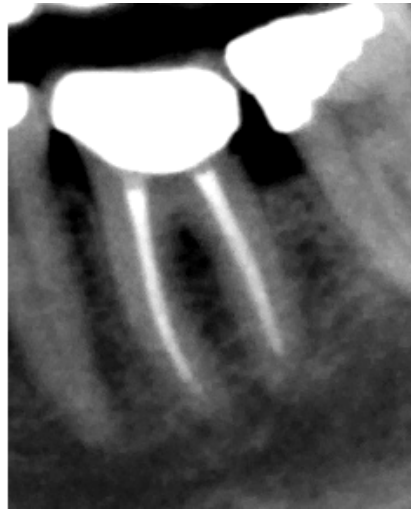


Abbildung 6: Zahn 36: Beispiel für eine homogene Wurzelkanalfüllung. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „zu kurz“, „homogen“ und „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit insgesamt als „nicht korrekt“ eingestuft. Der Zahn weist an der mesialen Wurzelspitze eine apikale Läsion auf. Die Deckfüllung scheint distal nicht randdicht mit dem Zahn abzuschliessen.



Abbildung 7: Zahn 15: Beispiel für eine inhomogene Wurzelkanalfüllung. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „inhomogen“, „korrekte Länge“, „keine Aufbereitungsfehler“ und somit abschließend als „nicht korrekt“ eingestuft. Der Zahn weist keine apikale Aufhellung auf. Die Deckfüllung wurde als „akzeptabel“ eingestuft.

4.4.4.3 Aufbereitungsfehler bei der Wurzelkanalbehandlung

Folgende Kategorien wurden unterschieden:

1. Perforationen (siehe Abb. 8)
2. Begradigungen
3. Frakturierte Instrumente
4. Viae falsae
5. keine Aufbereitungsfehler

Der Wurzelkanal wurde als „fehlerhaft aufbereitet“ eingestuft, wenn ein Befund den Kategorien 1 - 4 zuzuordnen war. Lag keiner der genannten Aufbereitungsfehler vor, wurde die Wurzelkanalbehandlung der Kategorie 5 zugeordnet.

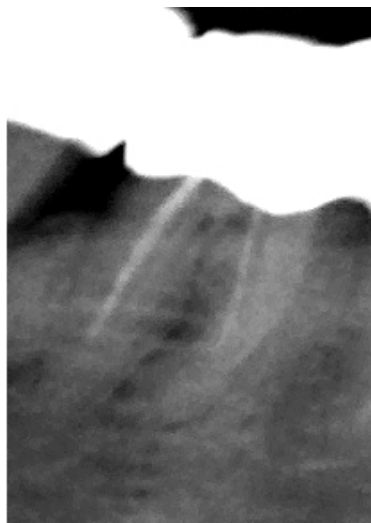


Abbildung 8: Zahn 47: Beispiel eines Aufbereitungsfehlers. Der dargestellte Zahn weist eine Perforation des Pulpenbodens an der mesialen Wurzel auf. Die mesiale Wurzelkanalfüllung befindet sich nicht im mesialen Wurzelkanal sondern wahrscheinlich interradiär. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „zu kurz“, „inhomogen“, „mit Aufbereitungsfehler-Perforation“ und somit abschließend als „nicht korrekt“ erfasst. Eine apikale Aufhellung ist nicht erkennbar. Vermuten lässt sich eine interradiäre Aufhellung.

4.4.5 Erfassung der Qualität von Deckfüllungen

Eine Deckfüllung wurde als „nicht akzeptabel“ erfasst, wenn sie keinen exakten Randschluss aufwies, das bedeutet, wenn Füllungsüberschüsse/unterschüsse oder Randspalten bestanden. Weiterhin wurden Zähne mit Sekundärkaries oder neuer Primärkaries als „nicht akzeptabel“ erfasst. Zähne mit Stiftversorgung und röntgenologischem Verdacht auf Perforation der Wurzel durch den Stift, wurden ebenfalls als „nicht akzeptabel“ erfasst. Lag keiner der genannten Faktoren vor, so wurde eine Deckfüllung als „akzeptabel“ eingestuft. Zähne die mit Stiften - unabhängig welcher Art - versorgt waren, wurden separat in der Kategorie „Stiftversorgung“ erfasst, unabhängig davon, ob der eigentliche koronale Abschluss durch eine Krone, Teilkronen oder Füllung erfolgt war.

Folgende Einteilung wurde für die schließende Statistik getroffen: Als „akzeptabel“ wurden alle Deckfüllungen eingestuft, bei denen die Zähne frei von Karies waren und deren Füllungen oder Kronen weder Randspalten noch Überstände aufwiesen. „Nicht akzeptable“ Deckfüllungen waren mit einem der genannten Mängel behaftet (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Zahn 44: Beispiel eines Zahnes mit nichtakzeptabler Deckfüllung. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „zu kurz“, „inhomogen“, „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit abschließend als „nicht korrekt“ eingestuft. Es ist eine apikale Aufhellung erkennbar. Die Deckfüllung weist einen Randspalt auf und wurde als „nicht akzeptabel“ erfasst.

4.4.6 Erfassung des Zustandes des marginalen Parodonts

Der Zustand des marginalen Parodonts wurde in der Kategorie „horizontaler Knochenabbau“ beurteilt. Mögliche Antworten waren „ja“, „nein“ oder „Verdacht auf Parodontal - Endodontische Läsion“. Der horizontale Knochenabbau wurde mit „ja“ erfasst, wenn das marginale Knochenniveau mehr als 3 mm unterhalb der Schmelz-Zementgrenze lag. Der horizontale Knochenabbau wurde mit „nein“ erfasst, wenn sich das marginale Knochenniveau 0 – 3 mm entfernt von der Schmelz-Zementgrenze befand. Eine „Parodontal-Endodontische Läsion“ lag vor, wenn vertikale Knocheneinbrüche bis zum Apex reichten.

4.4.7 Erfassung von Zähnen nach Wurzelspitzenresektion (WSR)

Folgende Kategorien wurden unterteilt:

1. WSR mit apikaler Aufhellung (siehe Abbildung 10)
2. WSR ohne apikale Aufhellung (siehe Abbildung 11)



Abbildung 10: Zahn 14: Beispiel eines Zahnes nach Wurzelspitzenresektion mit Aufhellung. Die Wurzelkanalfüllung wurde in der Länge als „korrekt“, „inhomogen“, „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit abschließend als „nicht korrekt“ eingestuft. Die Deckfüllung erscheint randdicht. Ein leichter horizontaler Knochenabbau ist erkennbar.



Abbildung 11: Zahn 44: Beispiel eines Zahnes nach Wurzelspitzenresektion ohne Aufhellung. Die Wurzelkanalfüllung wurde als „homogen“, in der Länge „korrekt“, „ohne Aufbereitungsfehler“ und somit abschließend als „gesamt korrekt“ erfasst. Die Deckfüllung erscheint röntgenologisch randständig und zeigt keine Anzeichen von Karies. Ein horizontaler Knochenabbau ist nicht erkennbar.

5 Ergebnisse

Die Konstanz der röntgenologischen Auswertung (intra observer reliability), wurde mit 94,85% ermittelt. Der Kappa-Wert betrug 0,83.

5.1 Deskriptive Statistik

Es wurden 500 Panoramaschichtaufnahmen ausgewertet, wobei 11961 Zähne beurteilt wurden. Das sind durchschnittlich 24 Zähnen pro Patient. 616 aller Zähne waren endodontisch behandelt. Dies entspricht 5,2%. 720 Zähne (6,0%) wiesen apikale Transluzenzen auf. Drei dieser Zähne waren Weisheitszähne ohne Wurzelkanalfüllung, wobei jedoch nicht eindeutig zu erkennen war, ob die apikale Radioluzenz auf eine pathologische Pulpaveränderung oder auf ein nicht vollständig abgeschlossenes Wurzelwachstum zurückzuführen ist. Diese drei Weisheitszähne wurden daher von der Bewertung ausgeschlossen. 616 Zähne wiesen eine Wurzelkanalfüllung auf. 16 wurzelkanalbehandelte Zähne konnten aufgrund von unscharfer Darstellung des einzelnen Zahnes keiner Kategorie zugordnet werden und wurden daher ebenfalls von der Bewertung ausgeschlossen. Somit ergab sich eine Gesamtzahl von genau 600 endodontisch behandelten Zähnen, die die Grundlage für die folgenden statistischen Berechnungen darstellten.

5.1.1 Anzahl der Wurzelkanalbehandlungen pro Patient

Die Verteilung der Anzahl der wurzelkanalgefüllten Zähne pro Patient ist in Tabelle 1 dargestellt. Dabei fällt auf, dass fast die Hälfte aller Patienten zum Untersuchungszeitpunkt noch keine Wurzelkanalfüllung aufweist. Die meisten Patienten mit Wurzelkanalfüllungen haben ein ($n = 120$) oder zwei ($n = 71$) wurzelkanalgefüllte Zähne. Das Maximum der Anzahl an Wurzelkanalfüllungen je Patient liegt bei 12. Es wird offensichtlich, dass eine geringe Anzahl von Patienten eine relativ hohe Anzahl von Wurzelkanalfüllungen auf sich vereint.

Tabelle 1: Anzahl der Wurzelkanalbehandlungen pro Patient

Anzahl der Wurzelkanal- behandlungen Zähne/Patient	Anzahl der Patienten
0	223
1	120
2	71
3	45
4	19
5	9
6	5
7	4
8	1
10	2
12	1

5.1.2 Altersbezogene Verteilung der Patientenanzahl und der Anzahl der untersuchten Zähne je Altersgruppe

Die altersbezogene Verteilung der Patientenanzahl und der Anzahl der Zähne je Altersgruppe ist in Tabelle 2 dargestellt. Über die Hälfte aller Patienten (53,8 %) gehören der Altersgruppe 20 - 39 an. Die Anzahl der Patienten pro Altersgruppe nimmt ab der Gruppe der 30-39-jährigen mit steigendem Alter weiter ab.

Tabelle 2: Altersbezogene Verteilung der Patientenanzahl und der Anzahl der untersuchten Zähne je Altersgruppe

Altersgruppe	Anzahl Patienten	Anzahl d. Zähne
<20	27 (5,4%)	809 (6,8%)
20-29	170 (34,0%)	4983 (41,7%)
30-39	99 (19,8%)	2541 (21,2%)
40-49	72 (14,4%)	1508 (12,6%)
50-59	64 (12,8%)	1219 (10,2%)
60-69	41 (8,2%)	617 (5,2%)
70-79	20 (4,0%)	248 (2,1%)
80-89	7 (1,4%)	36 (0,3%)
Gesamt:	500 (100%)	11961 (100%)

5.1.3 Verteilung apikaler Befunde

Die unterschiedlichen erfassten apikalen Befunde (Aufhellung, erweiterter PA-Spalt, keine Aufhellung) sind mit Bezug auf die Wurzelkanalfüllung in der folgenden Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Verteilung apikaler Befunde

	Häufigkeit	Prozent
keine Wurzelkanalfüllung, apikale Aufhellung vorhanden	340	28,0
Wurzelkanalfüllung mit apikaler Aufhellung	166	13,7
Wurzelkanalfüllung ohne apikale Aufhellung	339	27,9
Wurzelkanalfüllung mit erweitertem apikalem PA-Spalt	59	4,9
keine Wurzelkanalfüllung erweiterter apikaler PA-Spalt	133	10,9
WSR mit Aufhellung	22	1,8
WSR ohne Aufhellung	14	1,2
Zahn nicht auswertbar	16	1,3
Gesund ¹⁾	126	10,4
Gesamt: ²⁾	1215	100,0

¹⁾ Von 500 ausgewerteten Panoramaschichtaufnahmen wiesen 126 Patienten keine Befunde der in der Tabelle genannten Kriterien auf. Das heißt, es fanden sich weder wurzelkanalgefüllte Zähne, noch apikale Aufhellungen an Zähnen ohne Wurzelkanalfüllung. Diese 126 Patienten wurden in die Kategorie „Gesund“ eingestuft.

²⁾ Unter der Kategorie „Gesamt“ ist die Summe aller in der Tabelle genannten Kriterien zusammengefasst. Die Summe von 1215 Befunden (Aufhellungen, Wurzelkanalfüllungen, Wurzelspitzenresektionen) beinhaltet auch die 126 „gesunden“ Patienten.

In Tabelle 3 wird ersichtlich, dass insgesamt 6 % (n = 720) apikale Läsionen bezogen auf alle untersuchten Zähne festgestellt wurden. Dies entspricht der Summe der Befunde aus den Kategorien „Keine Wurzelkanalfüllung, apikale Aufhellung vorhanden“, „Wurzelkanalfüllung mit apikaler Aufhellung“, „Wurzelkanalfüllung mit erweitertem apikalem Parodontalspalt“, „keine Wurzelkanalfüllung, erweiterter apikaler Parodontalspalt“ und „Wurzelspitzenresektion mit apikaler Aufhellung“. (40,1 %) (n = 247) der insgesamt 600 wurzelkanalgefüllten Zähne zeigten im Röntgenbild apikale Aufhellungen. Dies entspricht der Summe der Befunde aus den Kategorien „Wurzelkanalfüllung mit apikaler Aufhellung“, „Wurzelkanalfüllung mit erweitertem apikalem Parodontalspalt“ und „Wurzelspitzenresektion mit apikaler Aufhellung“. 59,9 % (n = 353) aller wurzelkanalbehandelten Zähne zeigten einen gleichmäßigen apikalen Parodontalspalt. Dies entspricht der Summe der Kategorien „Wurzelkanalfüllung ohne apikale Aufhellung“ und „Wurzelspitzenresektion ohne Aufhellung“.

5.1.4 Verteilung wurzelkanalgefüllter Zähne und apikaler Aufhellungen je Altersgruppe

Die Verteilung der Anzahl der wurzelkanalgefüllten Zähne sowie die Verteilung der Anzahl apikaler Aufhellungen auf die einzelnen Altersgruppen ist in Tabelle 4 dargestellt. Sie scheint annähernd proportional zu der Patientenanzahl je Altersgruppe zu sein.

Tabelle 4: Verteilung wurzelkanalgefüllter Zähne und apikaler Aufhellungen je Altersgruppe

Alter	Anzahl wurzelkanalgefüllter Zähne	Anzahl apikaler Aufhellungen
<20	24 (3,9%)	27 (3,8%)
20-29	171 (27,8%)	196 (27,2%)
30-39	113 (18,3%)	149 (20,7%)
40-49	115 (18,3%)	122 (16,9%)
50-59	91 (14,8%)	109 (15,1%)
60-69	67 (10,9%)	75 (10,4%)
70-79	32 (5,2%)	36 (5,0%)
80-89	3 (0,5%)	6 (0,8%)
Gesamt:	616 (100%)	720 (100%)

5.1.5 Verteilung von Wurzelkanalbehandlungen auf Frontzähne, Prämolaren und Molaren

Bezüglich der Verteilung der wurzelkanalgefüllten Zähne im Kiefer, fanden sich jeweils ähnliche Werte für die einzelnen Zahngruppen, so dass eine ausgeglichene Verteilung auf Frontzähne, Prämolaren und Molaren die Folge ist (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Verteilung von Wurzelkanalbehandlungen auf Frontzähne, Prämolaren und Molaren

Zahnart	Häufigkeit	Prozent
Frontzahn	220	37
Prämolar	199	33
Molar	181	30
Gesamt:	600	100

5.1.6 Länge der Wurzelkanalfüllungen

43 % aller Wurzelkanalfüllungen wurden bezüglich ihrer Länge als „akzeptabel“ eingestuft. 43 % aller Wurzelkanalfüllungen waren „zu kurz“, 10 % „zu lang“ und 4 % wurden als „unvollständig“ erfasst (Abbildung 12).

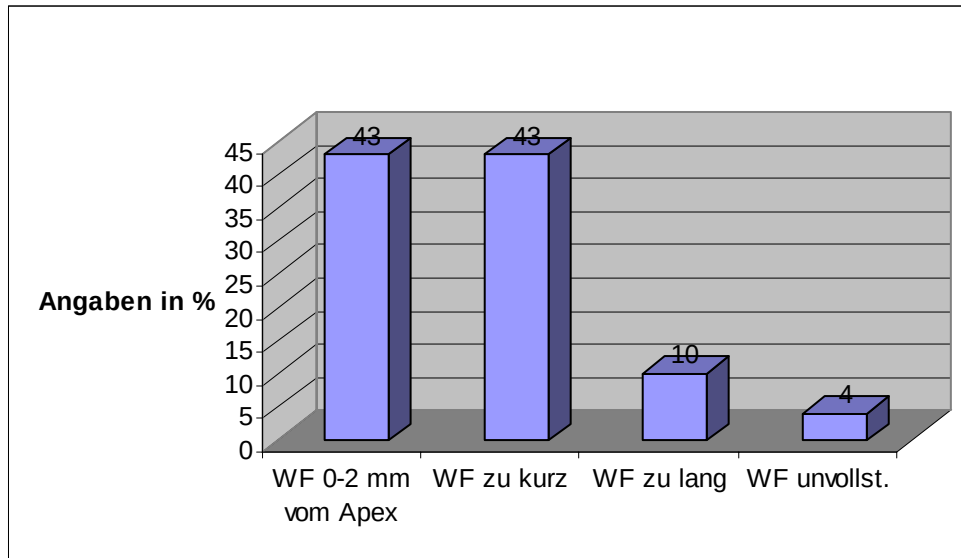


Abbildung 12: Länge der Wurzelkanalfüllungen

5.1.7 Homogenität der Wurzelkanalfüllungen

71 % aller Wurzelkanalfüllungen wurden als „homogen“ und 29% als „inhomogen“ bzw. unvollständig eingestuft (Abbildung 13).

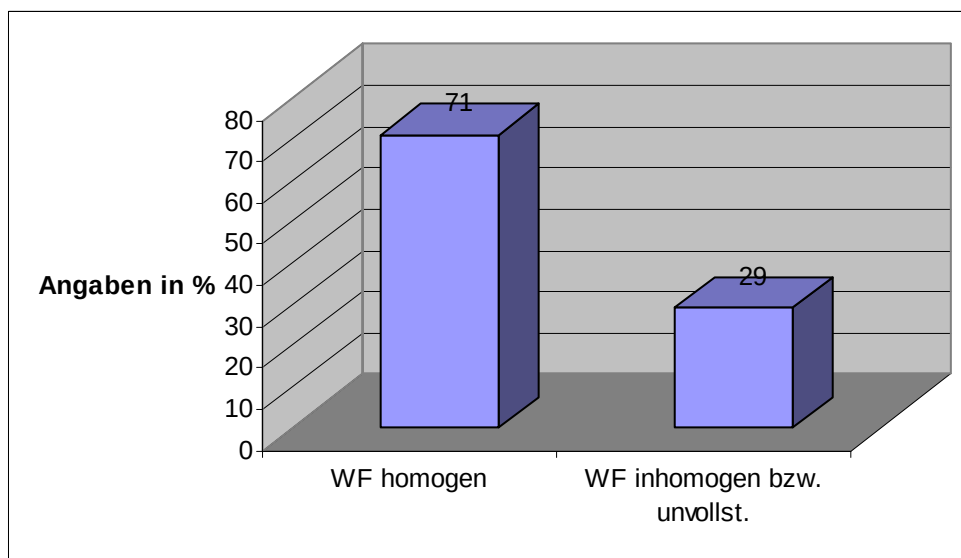


Abbildung 13: Homogenität der Wurzelkanalfüllungen

5.1.8 Aufbereitungsfehler

Tabelle 6: Aufbereitungsfehler

	Aufbereitungsfehler			Frakturiertes Instrument
	Begradigung	Perforation	Via falsa	
WF mit Aufhellung	6	4	2	4
WF ohne Aufhellung	6	1	3	4
Gesamt:	12	5	5	8

Die Gesamtzahl aller Aufbereitungsfehler beträgt 30. Bei 600 zugrunde liegenden Wurzelkanalfüllungen, entspricht das einer Fehlerrate von 5 %.

5.1.9 Verhältnis akzeptabler zu nicht akzeptablen Wurzelkanalfüllungen

In der nachfolgenden Abbildung 14 ist das „Verhältnis von akzeptablen zu nicht akzeptablen Wurzelkanalfüllungen“ dargestellt. Als akzeptable Wurzelkanalfüllungen wurden alle diejenigen eingestuft, die einen Abstand von 0 bis 2 mm vom radiologischen Apex aufwiesen und sowohl homogen als auch frei von Aufbereitungsfehlern waren. In der Kategorie „inakzeptabel“ befinden sich alle inhomogenen, zu kurzen, zu langen oder unvollständigen Wurzelkanalfüllungen oder solche, die einen oder mehrere der genannten Aufbereitungsfehler aufwiesen. 226 aller Wurzelkanalfüllungen wurden insgesamt als akzeptabel eingestuft (37,66 %). 374 aller Wurzelkanalfüllungen wurden als inakzeptabel eingestuft (62,33 %).

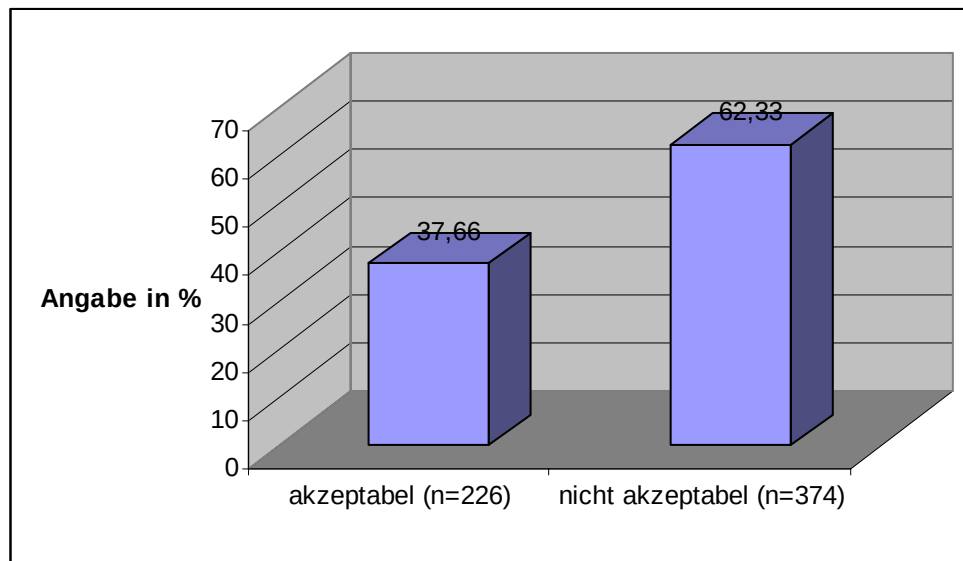


Abbildung 14: Verhältnis akzeptabler zu nicht akzeptablen Wurzelkanalfüllungen

5.1.10 Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Deckfüllungen

Die Versorgung der wurzelkanalgefüllten Zähne mit verschiedenen Deckfüllungen ist in Abbildung 15 dargestellt. Hierbei stellen Füllungen und Kronen zu jeweils fast gleichen Anteilen gemeinsam über 2/3 (68,5%) der koronalen Versorgung dar. 78,5 % aller Deckfüllungen wurden als „akzeptabel“ und 21,5 % als „nicht akzeptabel“ (erneute Primärkaries, Sekundärkaries, Randspalt oder Füllungsüberhang) eingestuft.

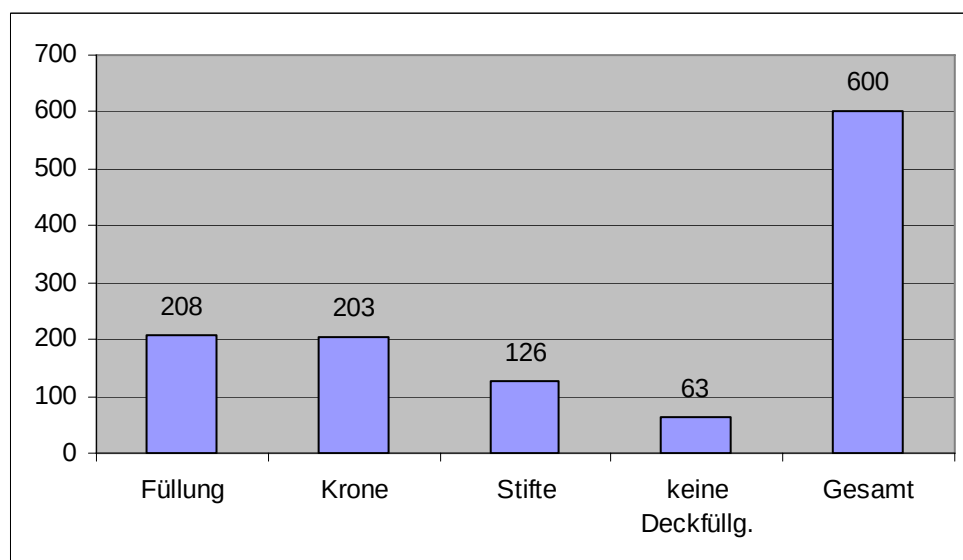


Abbildung 15: Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Deckfüllungen

5.1.11 Zusammenfassung wichtiger Parameter von Wurzelkanalfüllung und Deckfüllung

Tabelle 7 stellt eine Übersicht der wichtigsten Parameter der deskriptiven Statistik von Wurzelkanalfüllungen und Deckfüllungen dar.

Tabelle 7: Zusammenfassung wichtiger Parameter von Wurzelkanalfüllung und Deckfüllung

Homogenität der Wurzelkanalfüllung	homogen 71,00%	inhomogen 29,00%
Länge der Wurzelkanalfüllung	korrekt 43,00%	inkorrekt 57,00%
Aufbereitungs- fehler	vorhanden 5,00%	nicht vorhanden 95,00%
Gesamtqualität der Wurzelkanalfüllung	korrekt 37,66%	inkorrekt 62,33%
Qualität der Deckfüllung	akzeptabel 78,50%	nicht akzeptabel 21,50%

5.2 Schließende Statistik

5.2.1 Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen im Ober- und Unterkiefer

Bei der Betrachtung der in Abbildung 16 dargestellten Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen wird offensichtlich, dass wurzelkanalgefüllte Zähne mit apikalen Aufhellungen sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer zahlenmäßig fast gleich häufig vertreten sind. Jedoch weist der Oberkiefer mehr als doppelt so viele wurzelkanalgefüllte Zähne ohne apikale Aufhellung auf, wie der Unterkiefer. Dieser Unterschied war statistisch hoch signifikant ($p < 0,001$).

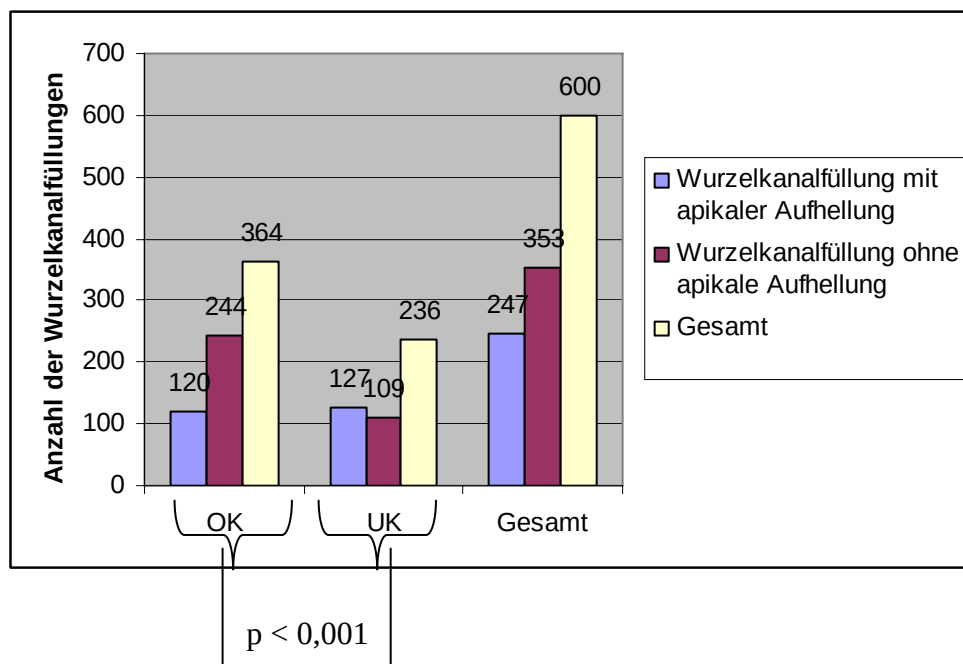


Abbildung 16: Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen im Ober- und Unterkiefer

5.2.2 Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen

Die Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen auf Frontzähne, Prämolaren und Molaren wird in Abbildung 17 ersichtlich und ist für Ober- und Unterkiefer aufgeschlüsselt. Die wurzelkanalbehandelten Prämolaren des Oberkiefers wiesen im Vergleich zu allen anderen wurzelkanalgefüllten Zähnen des Ober- und Unterkiefers signifikant die wenigsten apikalen Aufhellungen auf ($p < 0,05$).

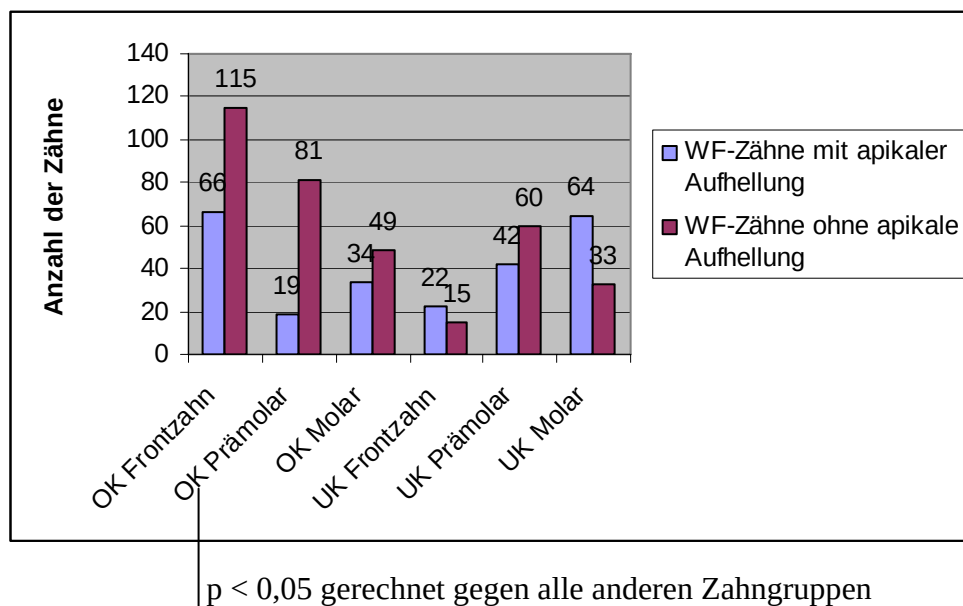


Abbildung 17: Verteilung apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen

5.2.3 Verteilung apikaler Aufhellungen auf Frontzähne und Seitenzähne

Im Hinblick auf die Verteilung apikaler Aufhellungen an Front- und Seitenzähnen (siehe Abbildung 18), zeigten sich jedoch keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,510$). Dieses Ergebnis bezieht sich auf die Summe aller Frontzähne des Ober- und Unterkiefers und die Summe aller Seitenzähne des Ober- und Unterkiefers.

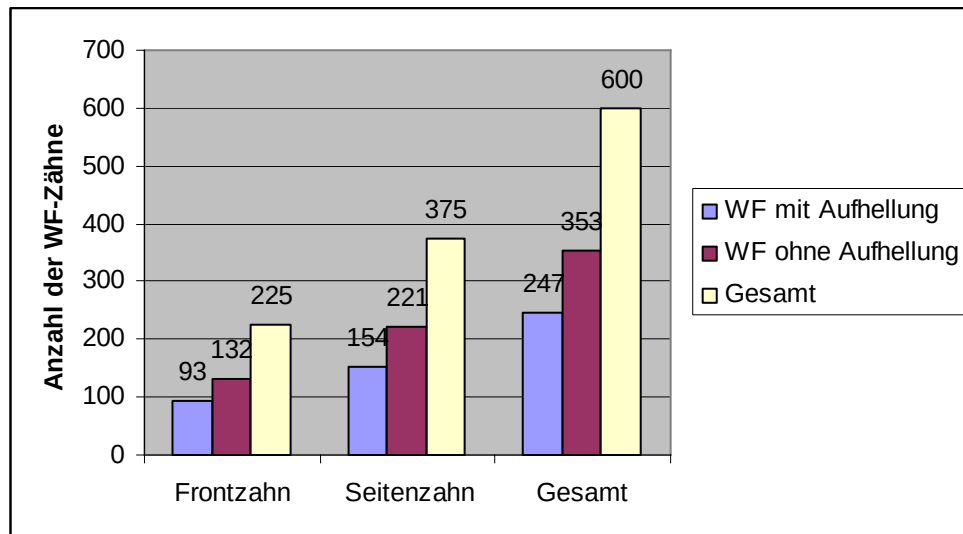


Abbildung 18: Verteilung apikaler Aufhellungen auf Front- und Seitenzähne

5.2.4 Zusammenhang zwischen der Länge der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten apikaler Parodontitis

In der folgenden Abbildung 19 wird das Verhältnis der Länge der Wurzelkanalfüllungen zum Auftreten apikaler Aufhellungen dargestellt. Im Vergleich zu Zähnen mit korrekten oder zu langen Wurzelkanalfüllungen traten röntgenologische Anzeichen einer *Parodontitis apicalis chronica* bei Zähnen mit zu kurzer Wurzelkanalfüllung signifikant häufiger auf ($p < 0,001$).

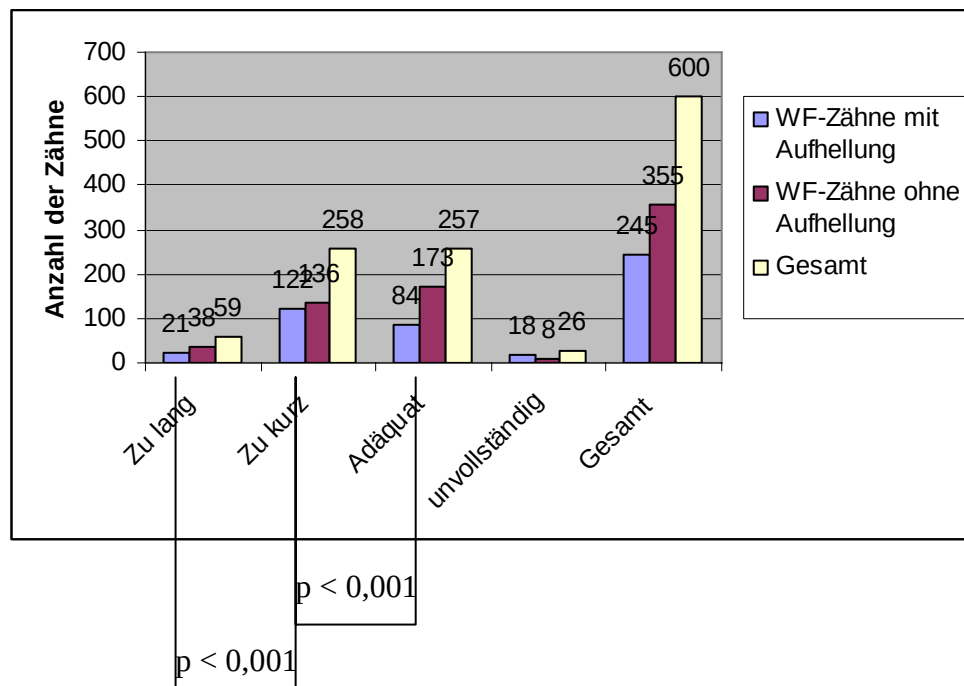


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen der Länge der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten apikaler Parodontitis

5.2.5 Zusammenhang zwischen der Homogenität der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten apikaler Parodontitis

Bezüglich des Einflusses der Homogenität der Wurzelkanalfüllungen ist festzustellen, dass es bei Zähnen mit inhomogenen Wurzelkanalfüllungen etwa gleich viele Zähne mit und ohne apikale Aufhellung gibt (siehe Abbildung 20). Zähne mit homogenen Wurzelkanalfüllungen wiesen jedoch im Vergleich zu Zähnen mit inhomogenen Wurzelkanalfüllungen signifikant seltener apikale Läsionen auf ($p = 0,010$).

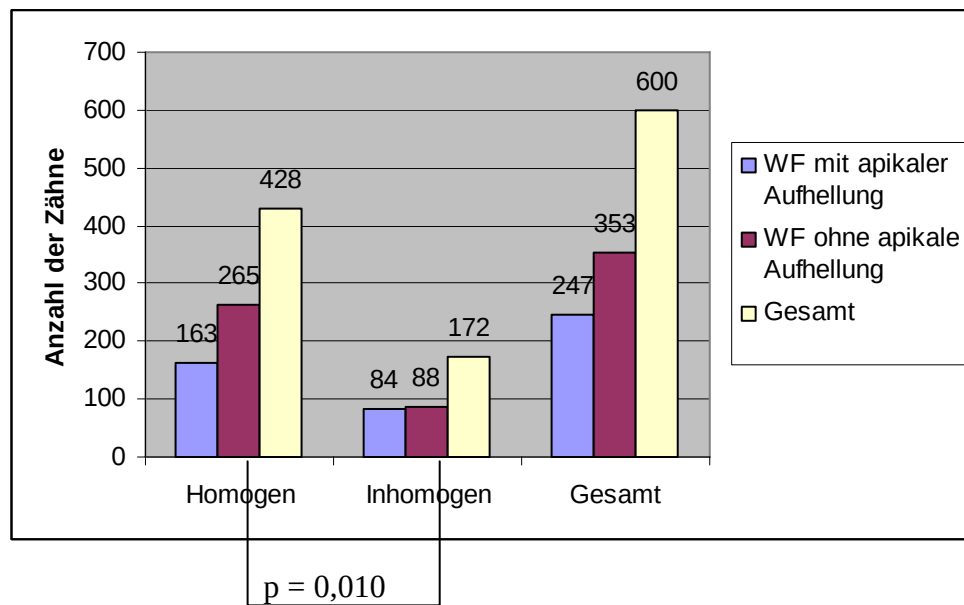


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen der Homogenität der Wurzelkanalfüllungen und dem Auftreten

5.2.6 Zusammenhang zwischen Aufbereitungsfehlern und dem Auftreten apikaler Parodontitis

Die Aufbereitungsfehler wurden bereits in Tabelle 6 zusammengefasst. Die statistische Berechnung ergibt für die Summe aller Zähne mit Aufbereitungsfehlern eine signifikante Häufung apikaler Transluzenzen ($p = 0,004$).

5.2.7 Akzeptable Wurzelkanalfüllung versus nicht akzeptable Wurzelkanalfüllung

In Abbildung 21 wurden die in Abbildung 14 bereits dargestellten Parameter noch einmal bezüglich der Verteilung apikaler Aufhellungen betrachtet. Zähne mit „inakzeptablen“ Wurzelkanalfüllungen wiesen signifikant häufiger apikale Läsionen auf, als Zähne mit „akzeptablen“ Wurzelkanalfüllungen ($p = 0,002$).

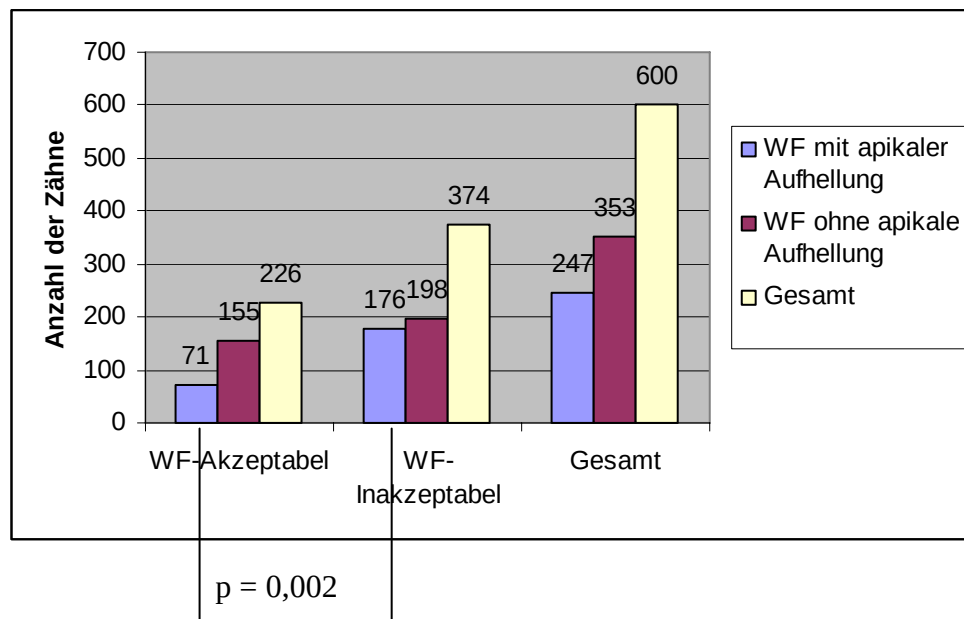


Abbildung 21: Verteilung apikaler Aufhellungen an Zähnen mit akzeptabler und nicht akzeptabler Wurzelkanalfüllung

5.2.8 Versorgung der wurzelkanalgefüllten Zähne mit Deckfüllungen

Die Deckfüllungen wurzelkanalgefüllter Zähne wurden in Abbildung 15 nach ihrer Art unterschieden. Weiterhin erfolgte die Unterscheidung nach dem Vorhandensein bzw. der Abwesenheit apikaler Aufhellungen. Bei den aufgeführten Stiften sind geschraubte und nicht geschraubte Stiftaufbauten zusammengefasst. Eine Teilung zwischen geschraubten und gegossenen Stiften erfolgt in einer separaten Grafik. Ist ein Zahn mit einem Stift - egal welcher Art - versorgt, wurde die Deckfüllung in die Kategorie „Stiftversorgung“ eingestuft, unabhängig davon, ob eine Füllung oder eine Krone die eigentliche koronale Restauration des Zahnes darstellte. Der Grund dafür liegt in der Fragestellung, ob möglicherweise durch Stiftversorgungen gehäuft Längsfrakturen auftreten, die zwar im Röntgenbild nicht selbst zu erkennen sein müssen, wohl aber deren Folge, die sich als apikale Aufhellung darstellen könnte. Bei dem Vergleich der Deckfüllungsarten untereinander fanden sich keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$). Somit scheint die Art der Deckfüllung keinen signifikanten Einfluss auf die Prävalenz apikaler Parodontitis an wurzelkanalgefüllten Zähnen zu haben (siehe Abbildung 22).

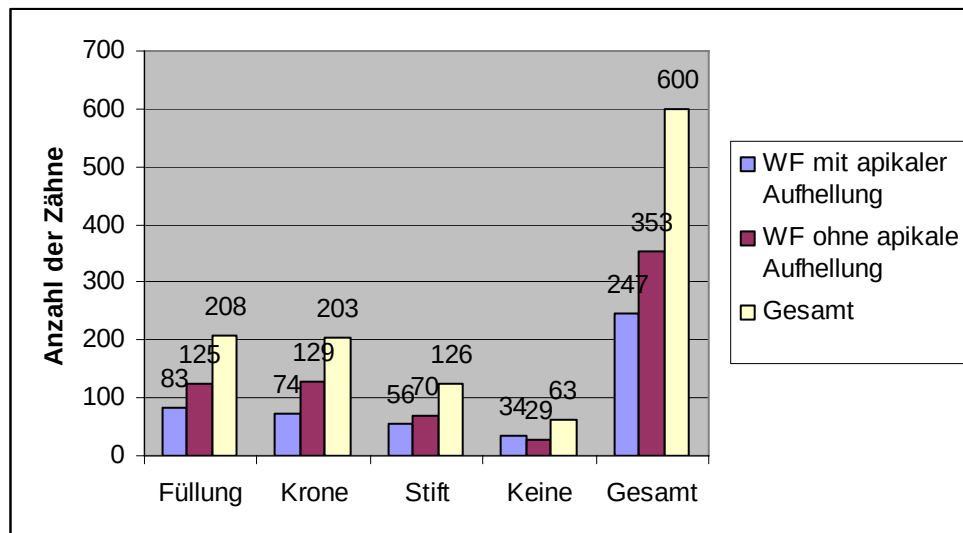


Abbildung 22: Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Deckfüllungen

471 aller Deckfüllungen der wurzelkanalgefüllten Zähne wurden als „korrekt“ erfasst (78,5%). Bei der ausschließlichen Betrachtung wurzelkanalgefüllter Zähne, die mit akzeptablen Deckfüllungen versorgt waren (Abbildung 23) ergab sich, dass Zähne mit einer „korrekten Wurzelkanalfüllung“ signifikant seltener apikale Aufhellungen aufweisen. Die Berechnung des p – Wertes ergab 0,004. Damit wird die Bedeutung der Güte der Wurzelkanalfüllung auch bei korrekten Deckfüllungen belegt.

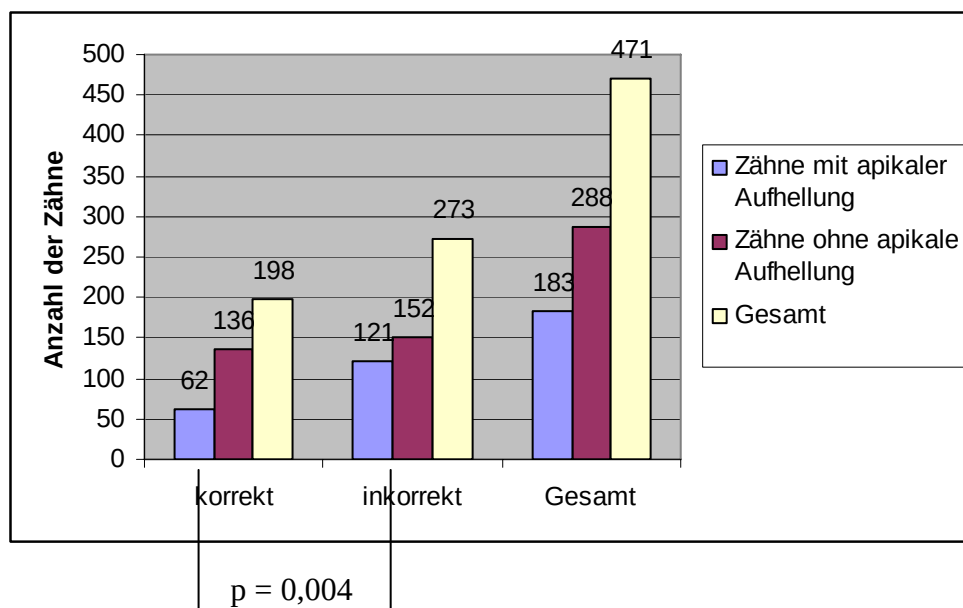


Abbildung 23: Ausschließliche Betrachtung von wurzelkanalgefüllten Zähnen die mit akzeptablen Deckfüllungen (n=471) versorgt waren

Bei der ausschließlichen Betrachtung korrekt wurzelkanalgefüllter Zähne, ergaben sich bessere Ergebnisse bezüglich der apikalen Gesundheit bei Zähnen mit korrekter Deckfüllung im Vergleich mit inkorrekten Deckfüllungen. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$).

5.2.9 Gegenüberstellung von Kronen und Füllungen

Bei der Gegenüberstellung von Kronen versus Füllungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Prävalenz apikaler Aufhellungen wurzelkanalbehandelter Zähne ($p = 0,268$) (siehe Abbildung 24).

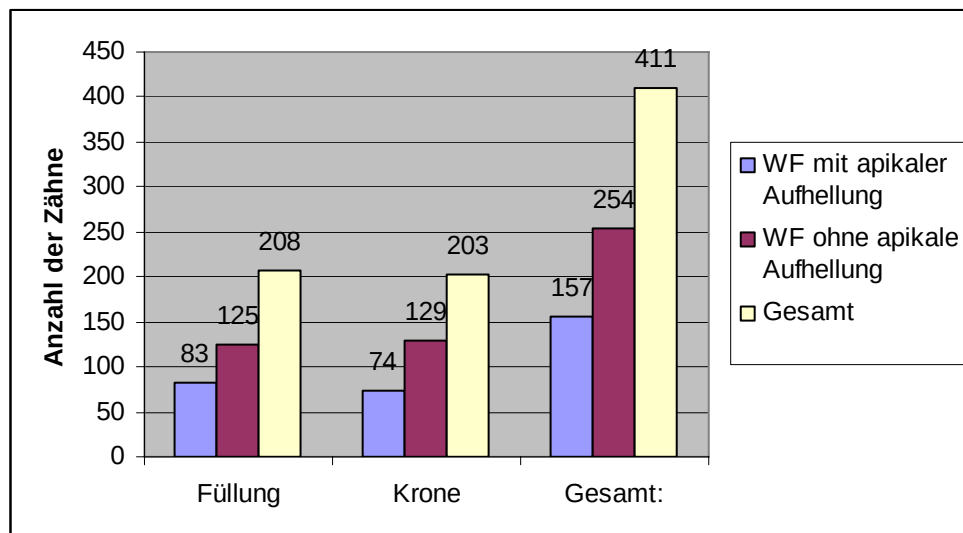


Abbildung 24: Vergleich der apikalen Gesundheit bei Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Füllungen und Kronen

5.2.10 Gegenüberstellung von Füllungen und Stiftversorgungen

Auch bei der Gegenüberstellung von Füllungen und Stiftversorgungen (gegossene und geschraubte zusammengefasst) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Prävalenz apikaler Aufhellungen wurzelkanalbehandelter Zähne ($p = 0,241$) (siehe Abbildung 25).

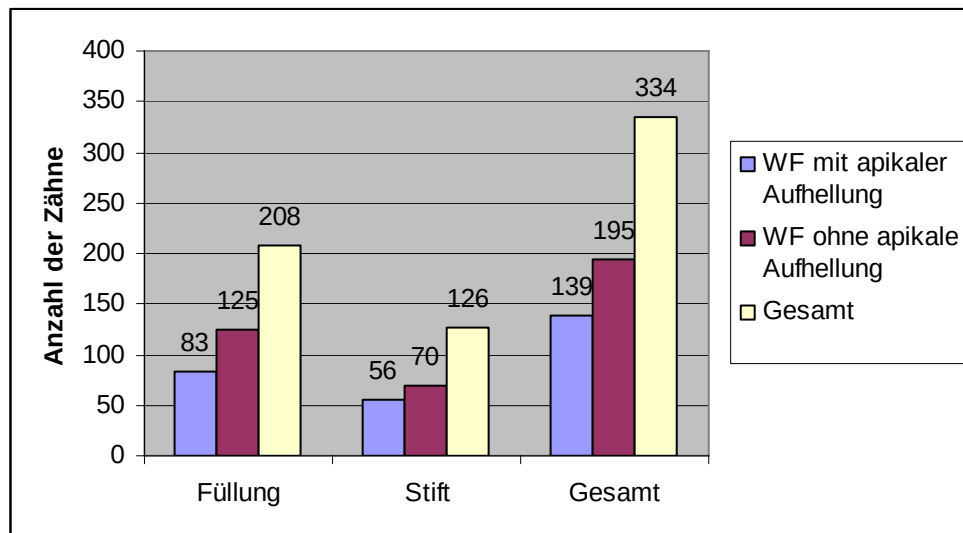


Abbildung 25: Vergleich der apikalen Gesundheit bei Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Füllungen und Stiften

5.2.11 Gegenüberstellung von Kronen und Stiftversorgungen

Auch bei der Gegenüberstellung von Kronen versus Stiftversorgungen (gegossene und geschraubte zusammengefasst) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der apikalen Gesundheit wurzelkanalbehandelter Zähne ($p = 0,093$) (siehe Abbildung 26).

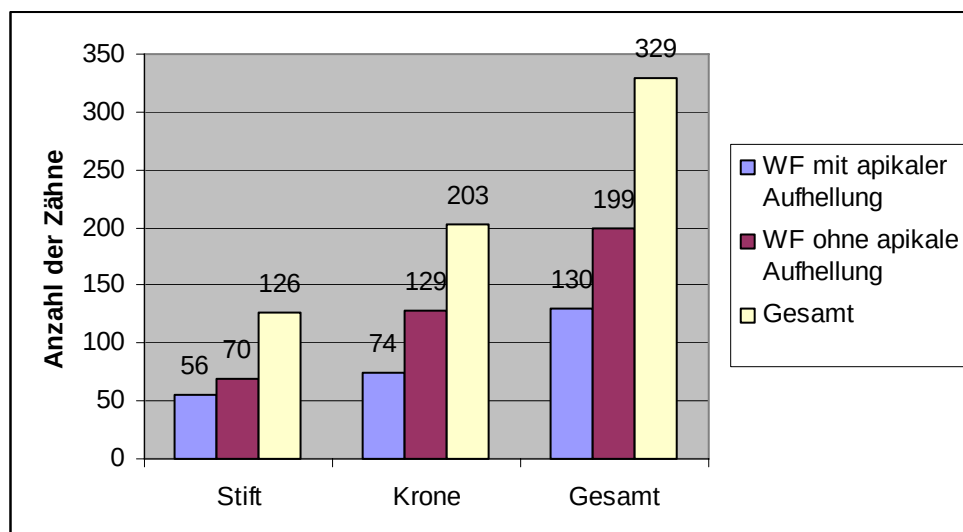


Abbildung 26: Vergleich der apikalen Gesundheit bei Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit Stiften und Kronen

5.2.12 Gegenüberstellung von gegossenen und geschraubten Stiften

Die Gegenüberstellung von gegossenen und geschraubten Stiften ergab ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Prävalenz apikaler Aufhellungen an wurzelkanalgefüllten Zähnen ($p = 0,533$) (siehe Abbildung 27).

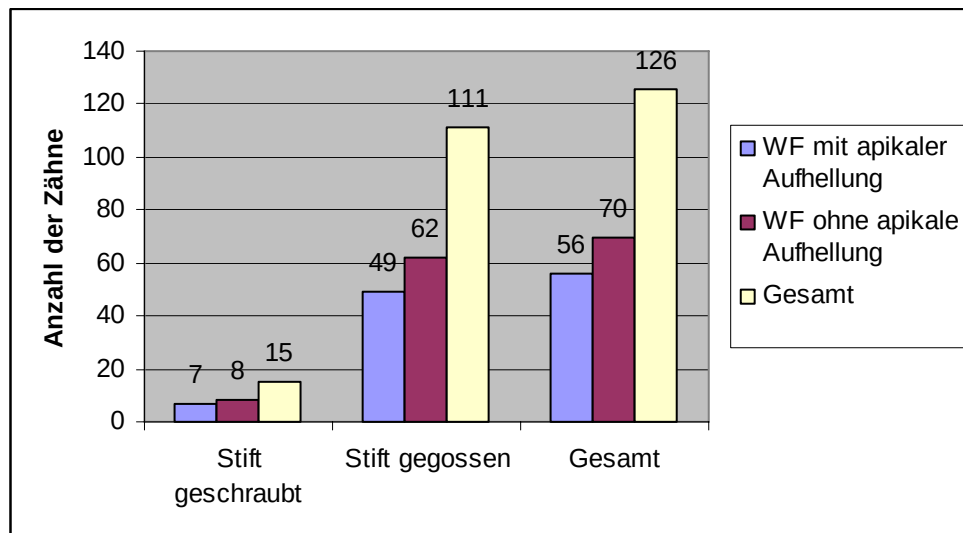


Abbildung 27: Vergleich der apikalen Gesundheit bei Versorgung wurzelkanalgefüllter Zähne mit geschraubten und gegossenen Stiften

5.2.13 Einfluss des Vorhandenseins einer Deckfüllung

Bei der Unterscheidung wurzelkanalgefüllter Zähne nach dem Vorhandensein bzw. der Abwesenheit von Deckfüllungen, zeichnete sich bezüglich der Prävalenz apikaler Parodontitis ein deutlicher Unterschied ab (siehe Abbildung 28). Zähne ohne jegliche Deckfüllung (10,5 % aller untersuchten wurzelkanalgefüllten Zähne) wiesen häufiger apikale Läsionen auf, als wurzelkanalgefüllte Zähne mit Deckfüllung ($p = 0,021$). Für die Berechnung wurden alle Arten und Qualitäten der Deckfüllungen zusammengefasst.

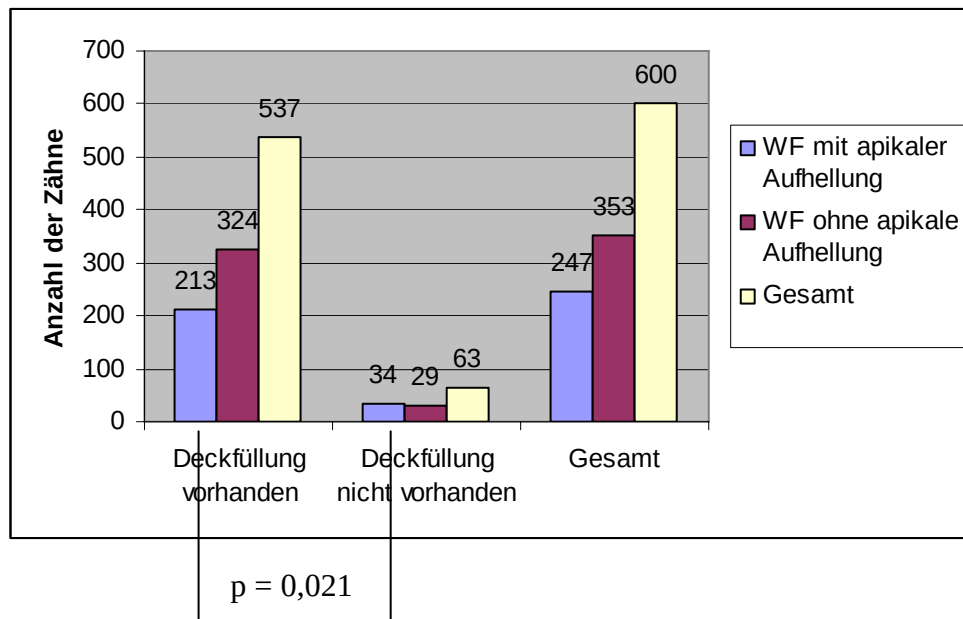


Abbildung 28: Einfluss des Vorhandenseins einer Deckfüllung auf die apikale Gesundheit wurzelkanalgefüllter Zähne

6 Diskussion

6.1 Diskussion von Material und Methode

6.1.1 Herkunft des Materials

Obwohl die Panoramaschichtaufnahmen am Zentrum für Zahnmedizin, Berlin gemacht wurden, sind dort bis zum Zeitpunkt der Aufnahme keine Behandlungen erfolgt. Im Zeitraum von 1989 - 1991 wurden routinemäßig bei jedem Patienten zur Eingangsbefundung des gesamten Kausystems Panoramaschichtaufnahmen angefertigt. Es ist daher anzunehmen, dass die meisten Patienten bis zu diesem Zeitpunkt in privaten Zahnarztpraxen oder in den anderen Zahnkliniken des Großraumes Berlin versorgt wurden und somit das ungefähre Behandlungsniveau reflektieren. Der Fall der Berliner Mauer am 09. November des Jahres 1989 kann in den folgenden Jahren 1990 - 91 dazu geführt haben, dass auch Patienten aus der ehemaligen DDR die Klinik aufsuchten. Damit wäre es möglich, dass auch Panoramaschichtaufnahmen von diesen Patienten untersucht wurden. Über die Qualität der ostdeutschen zahnmedizinischen Versorgung lässt sich nur spekulieren. Mit Sicherheit gab es Unterschiede in den Behandlungsmethoden, aber auch in den verwendeten Materialien. Weiterhin lässt sich vermuten, dass die Klinik einen Anlaufpunkt für schwierige Patientenfälle darstellt, die in der zahnärztlichen Praxis nicht mehr befriedigend behandelt werden konnten. Somit ist letztlich nicht hundertprozentig zu klären, ob es sich um ein durchschnittliches oder um ein außergewöhnliches Patientengut handelt. Auch wenn die vorliegende Untersuchung alle Altersgruppen umfasst und alle Zähne des Ober- und Unterkiefers mit einbezieht, repräsentiert sie dennoch nur einen kleinen Teil der Berliner Bevölkerung. Wollte man Daten repräsentativ für Berlin gewinnen, bedürfte es eines anderen Studienaufbaus und größeren Patientenkollektives.

6.1.2 Auswahl des Materials

Die Auswahl der 500 Panoramaschichtaufnahmen erfolgte nach dem Zufallsprinzip, so wie es in vielen internationalen und nationalen Studien durchgeführt wurde. Einige Autoren werteten Patientendaten ausschließlich radiologisch aus (129, 130, 152, 164, 167, 182, 183) andere wiederum untersuchten die Patienten klinisch und radiologisch. Weiterhin kann bei der radiologischen Untersuchung zwischen Zahnfilmen und Panoramaschichtaufnahmen unterschieden werden. Kirkevang *et al.* (2001), Tronstad *et al.* (2000) und Hommez *et al.* (2002) untersuchten beispielsweise Röntgenzahnfilme (153, 167, 168). Dagegen stützen sich Klimek *et al.* (1995) und Hülsmann *et al.* (1991) auf die Untersuchung von Panoramaschichtaufnahmen (148, 149). Obwohl Faktoren wie die Überlagerung schichtferner Knochenstrukturen über Zähne und eine niedrigere Auflösung verglichen mit Röntgenzahnfilmen bekannt sind, wurden in der vorliegenden Untersuchung Panoramaschichtaufnahmen zur Befundung verwendet. Das ist darauf zurückzuführen, dass Panoramaschichtaufnahmen zur Aufnahmediagnostik bei jedem neuen Patienten angefertigt wurden. Für eine Diagnostik mittels Einzelbildstatus, welche vorteilhafter Weise eine höhere Auflösung erzielen würde, fehlte jedoch die rechtfertigende Indikation bei einer Erstuntersuchung. Das bedeutet, dass die ausgewählten Panoramaschichtaufnahmen die einzige Basis darstellten, auf der für eine Gruppe von 500 Patienten ein realistischer Querschnitt des Behandlungsniveaus und der Prävalenz erfasster Daten erstellt werden konnte. Natürlich kann es aufgrund der erwähnten Nachteile der Panoramaschichtaufnahmen zu nicht eindeutig erkennbaren Befunden gekommen sein, weshalb einige der endodontisch behandelten Zähne von der Bewertung ausgeschlossen werden mussten ($n = 16$). Die restlichen Zähne konnten jedoch wie bereits ausführlich dargestellt, gut beurteilt werden.

Es gilt weiterhin zu überlegen, ob durch die Ausschlusskriterien nicht eine gewisse Verschiebung der Ergebnisse stattgefunden haben könnte. So gehören die aussortierten Aufnahmen, beispielsweise die, die mit Behelfstechnik durchgeführt wurden, zu den behinderten Patienten. Da bekannt ist, dass bei behinderten Patienten die Mund- und Zahnpflege nicht unbedingt Priorität hat,

lässt sich vermuten, dass bei Erfassung dieser Daten mehr apikale Aufhellungen ermittelt worden wären. Trotzdem war eine Einbeziehung dieser Aufnahmen in das Untersuchungsmaterial der vorliegenden Studie nicht möglich, da bestimmte Faktoren die Bildqualität massiv beeinträchtigten. Zu diesen Faktoren gehören Bewegungsunschärfen aber auch nicht in der Schicht liegende Zähne aufgrund von verschiedenen Dysgnathien.

6.1.3 Kalibrierung

Vor Beginn der Auswertung erfolgte eine Kalibrierung mit zwei erfahrenen Zahnärzten des Universitätsklinikums. Die vor Beginn der radiologischen Auswertung festgestellte Übereinstimmung zwischen den erfahrenen Zahnärzten und dem Auswertenden lag bei 80,0%. Die Konstanz der Übereinstimmung des Auswertenden mit sich selbst lag bei 94,85% (intra-observer reliability). Im Vergleich mit anderen Autoren, weisen die genannten Werte der vorliegenden Studie eine hohe Übereinstimmung auf. Die Gleichheit der Auswertung verschiedener Behandler stellt immer eine Schwierigkeit dar, wenn Vergleiche mit anderen Autoren gezogen werden sollen. Durch die Kalibrierung vor Beginn der Auswertung, wird die Aussagekraft der Ergebnisse verbessert und die Fehlerquote reduziert. Der in der Einleitung beschriebene PAI stellt ebenfalls eine Möglichkeit dar, die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchern zu kalibrieren. Jedoch wurde in der vorliegenden Untersuchung der PAI nicht benutzt, weil nur die Panoramaschichtaufnahme als diagnostisches Mittel für eine Querschnittsuntersuchung in Frage kam. Somit bestand auch nicht die Möglichkeit mit den von Ørstavik vorgegebenen Kategorien 1-5 in Einzelzahnfilmen vergleichend zu untersuchen. Dass eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien trotz allem gegeben ist, wurde bereits in vorangegangenen Kapiteln dargestellt. Die Beurteilung der apikalen Radioluzenzen erfolgte demzufolge nach der Empfehlung von De Cleen *et al.* (1993) (142). Eine Erhebung des PAI erschien außerdem nicht notwendig, da wie in der Studie von Delano *et al.* (2001) dargestellt, keine Unterschiede zwischen beiden Methoden festgestellt werden konnten (181).

6.1.4 Eingeschränkte Beurteilbarkeit von Panoramaschichtaufnahmen

Panoramaschichtaufnahmen sind heutzutage eine wichtige Möglichkeit in der Diagnostik der Mund-Kiefer-Gesichtsregion. Jedoch nicht immer werden alle wichtigen Strukturen eindeutig dargestellt. Alle im Strahlengang befindlichen Körperteile werden in der Schichtaufnahme übereinander projiziert. Beispielsweise führen Additionseffekte, wie die Überlagerung von schichtfernen Knochenstrukturen der Wirbelsäule im Bereich der Unterkieferfrontzähne zum Teil zu nicht eindeutig beurteilbaren Röntgenbefunden dieser Region. Ein ähnliches Bild kann sich im Oberkiefer darstellen, wenn der harte Gaumen oder der Nasenknorpel als röntgenopake Struktur die Diagnostik möglicher pathologischer Prozesse an den oberen Frontzähnen erschwert. Auch Subtraktionseffekte wie sie beispielsweise vom Canalis nasopalatinus verursacht werden, können zu Fehlinterpretationen führen. Zur genaueren Darstellung sind daher in unklaren Fällen intraorale Zahnfilmaufnahmen mit einer überlagerungsarmen Darstellung und deutlich höherer Auflösung indiziert (184). Unter Umgehung der störenden Strukturen, kann ein Verdachtsbefund bestätigt oder verneint werden. Dies war jedoch bei den untersuchten Patienten nicht erfolgt, womit in der Region der Frontzähne über eine erhöhte Fehlerquote nachgedacht werden könnte. Entkräftet wird dieser Gedanke jedoch dadurch, dass solche Zähne nicht mit in die Datenberechnung einfließen. Trat bei zu untersuchenden Panoramaschichtaufnahmen in der vorliegenden Studie eine starke Überlagerung mit anderen Strukturen auf, so dass keine Auswertung möglich war, wurde der betroffene Zahn als „nicht auswertbar“ erfasst. Insgesamt waren wie bereits erwähnt von den 616 wurzelkanalgefüllten Zähnen lediglich 16 Zähne betroffen, die von der Bewertung ausgeschlossen wurden. Dabei handelte es sich um Zähne die durch Überlagerungen beispielsweise der Wirbelsäule bei Unterkieferfrontzähnen oder des harten Gaumens bei Oberkieferfrontzähnen nicht erkennbar waren. Da dies nur 2,6% aller Zähne sind, ist nicht anzunehmen, dass dies das Ergebnis entscheidend beeinflusst hätte.

Weiterhin ist die Bildqualität einer Röntgenaufnahme entscheidend für die korrekte Befundung. Sie wird unter anderem durch folgende Faktoren beeinflusst:

1. Die Größe des Objektes und dessen Position zum Röntgenfilm
(Patienteneinstellung im Gerät), sowie dazwischen liegende Strukturen und deren Absorptionsverhalten.
2. Den Bildkontrast, die Bildschärfe und das Auflösungsvermögen.
3. Die Strahlungsqualität, d. h. Stromstärke, Spannung und Expositionsdauer.

Die Positionierung aller Zähne in einer Schicht kann beispielsweise ein Problem bei Patienten mit einer relativen Vor- oder Rückverlagerung des Ober- / Unterkiefers darstellen (zum Beispiel Angle Klassifikation II/1 und III). Entstehende Unschärfen aufgrund nicht in der Schicht befindlicher Zähne, können das Problem der Überlagerung mit Sekundärschatten noch verstärken und dadurch zu einem kompletten Ausschluss aus der Bewertung führen. Das Auflösungsvermögen von Panoramaschichtaufnahmen (2,5-3 Lp/mm) ist wie eingangs beschrieben, vergleichsweise geringer als das von intraoralen Zahnfilmen (60-80 Lp/mm). Es besteht die Möglichkeit, dass durch das geringere Auflösungsvermögen von Panoramaschichtaufnahmen (185), verglichen mit intraoralen Zahnfilmaufnahmen eine reduziertere Erfassung apikaler Aufhellungen erfolgte, als in Wirklichkeit vorhanden war (184). Damit hätte der intraorale Zahnfilm eine deutlich höhere Aussagekraft als die Panoramaschichtaufnahme. Jedoch ist die Möglichkeit der Erfassung apikaler Läsionen und die Beurteilung der Qualität der Wurzelkanalfüllungen und Deckfüllungen unter den genannten Bedingungen der Materialauswahl, Einschluss- und Ausschlusskriterien sowie Kalibrierung vollständig gegeben. Somit ist es auch nicht unbedingt erforderlich, den PAI nach Ørstavik zu benutzen. Vielmehr scheinen sowohl die Diagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme also auch mit dem Zahnfilm zu funktionieren.

6.2 Diskussion der Erfassung und Interpretation des Röntgenbefundes

Wie bereits von Friedman in seinem Werk „Treatment Outcome and Prognosis of Endodontic Therapy, 1998“ (180) beschrieben und vormalig durch Ingle 1994 belegt, ist die Erfahrung des Behandlers ausschlaggebend für den Erfolg der Therapie. Ebenso sollte betont werden, dass die Erfahrung des Evaluierenden dieser Studie ausschlaggebend für die korrekte Erfassung aller wirklich vorhandenen pathologischen Befunde ist. Wie bereits Eckerbom *et al.* (1986) (186) belegen, ist eine Kalibrierung mehrerer Untersucher notwendig. Zu ähnlichen Ergebnissen wie Friedman (1998) kommen wie einleitend beschrieben auch Goldman *et al.* (1972, 1974) und Brynolf (1970) (175-177, 180). In verschiedenen anderen Studien finden sich Hinweise, dass nicht nur die Winkeleinstellungen und Kontraste, sondern besonders die individuelle Interpretation Unterschiede in der Befundung von Röntgenaufnahmen ausmachen (21, 187, 188). Man kann also davon ausgehen, dass eine unbekannt hohe Fehlerquote durch Subjektivität verursacht wird. Diese Fehlerquote ist nicht bestimmbar. Es sollte angestrebt werden, sie so gering wie möglich zu halten. Dies geschah in der vorliegenden Studie durch die Kalibrierung des Auswerters mit erfahrenen Klinikmitarbeitern sowie durch eine Bestimmung der eigenen Reproduzierbarkeit. Andererseits ist diese Fehlerquelle in allen derartig aufgebauten Untersuchungen zu finden. Damit ist wiederum eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit denen anderer Autoren gegeben.

6.3 Diskussion der radiologischen versus klinischen Untersuchung

Beim Lesen von Studien, deren Ergebnisse ausschließlich auf der Erfassung von röntgenologischen Befunden beruhen, mag kritisch angeführt werden, dass bei diesen Untersuchungen, ebenso wie bei der vorliegenden Untersuchung, der klinische Befund überhaupt nicht beachtet wurde. Es ist bekannt, dass durchaus klinisch Beschwerden im Sinne einer apikalen Parodontitis an einem Zahn vorliegen können, der sich röntgenologisch noch als unauffällig darstellt. Dabei handelt es sich dann um eine neu entstandene akute Entzündung.

Häufiger scheint es aber der Fall zu sein, dass Zähne klinisch lange Zeit unauffällig sind, keine Beschwerden bereiten, aber röntgenologisch apikale Aufhellungen aufweisen. Das heißt, dass sowohl bei der klinischen als auch bei der radiologischen Untersuchung nicht immer alle Befunde erfasst werden können, weshalb die Kombination beider Methoden möglicherweise die zutreffendsten Ergebnisse bringen würde. Für die vorliegende Studie und für alle anderen ähnlich konzipierten Untersuchungen bleibt somit immer eine Restfehlerquote unbekannter Höhe. Gleiches gilt für die Beurteilung der Deckfüllungen. Kritisch zu betrachten ist die Frage, welche Art der Beurteilung koronaler Restaurationen näher am reellen Befund liegt. Die radiologische Auswertung wird schwerpunktmäßig die approximalen Zahnbereiche darstellen, die in der klinischen Untersuchung schwer zu kontrollieren sind. Im Gegensatz dazu beurteilt die klinische Untersuchung besser die okklusalen, bukkalen und oralen Zahnflächen, deren mögliche kariöse Defekte im Röntgenbild nur sehr schwer zu erfassen sind. Jedoch werden selbst bei der Zusammenlegung von klinischer und radiologischer Beurteilung noch immer unentdeckte Spalträume bleiben, die das Eindringen von Bakterien ermöglichen. Logisch erschiene allerdings, dass die Ergebnisse dieser Zusammenlegung näher an der klinischen Wirklichkeit lägen, als eine rein radiologische oder rein klinische Beurteilung.

Weiterhin sollte die Tatsache diskutiert werden, dass alle Wurzelkanalbehandlungen erfasst wurden, ohne die Pathogenese und Behandlungsumstände (beispielsweise Gangränbehandlung oder Vitalextirpation) der einzelnen Pulpa zu betrachten. Ebenso unberücksichtigt bleibt die Verwendung unterschiedlicher Wurzelkanalaufbereitungs- und Desinfektionsmethoden, die Frage nach der Verwendung von Kofferdam sowie verwendeter Wurzelkanalfüllmethoden und Materialien. Es wird offensichtlich, wie viele verschiedene Faktoren das klinische und radiologische Ergebnis einer Behandlung und damit auch das dieser Querschnittsstudie beeinflussen. Es stellt sich in der vorliegenden Untersuchung jedoch vielmehr die Frage nach der Qualität von Wurzelkanalbehandlungen und Deckfüllungen als die Frage danach, welche Faktoren in welcher Form das Endergebnis einer Wurzelkanalbehandlung beeinflussen.

6.4 Diskussion der Versuchsbedingungen und Versuchsdurchführung

Wie in der von de Cleen *et al.* (1993) durchgeführten Studie wurden in der vorliegenden Untersuchung die Röntgenaufnahmen in einem abgedunkelten Raum an einem speziell für die Röntgenbilddiagnostik vorgesehenen Tisch mit Unterlicht befundet (142). Die Randbeleuchtung außerhalb der Aufnahme wurde mit einer schwarzen Blende abgedeckt. Zur Erfassung und Dokumentation des Befundes einzelner Zähne, wurden nochmals zwei separate schwarze Abdeckungen benutzt, um das restliche Röntgenbild auszublenden. Dadurch konnte die Genauigkeit der Auswertung erhöht werden, da das Auge im abgedunkelten Raum nicht durch zusätzliches Unterlicht geblendet wurde. Sicherlich ist von einer baldigen Ermüdung der Augen unter diesen Bedingungen auszugehen. Um diesem Umstand entgegen zu wirken, wurden nach 30 Minuten Röntgenbildbetrachtung jeweils mindestens fünf bis zehn Minuten Pause eingelegt, um die Konzentration zu gewährleisten. Um weiterhin Fehler durch Überanstrengung der Augen zu vermeiden, lag die Gesamtauswertungszeit pro Tag bei ca. zwei Stunden.

6.5 Diskussion zur Bewertung mehrwurzeliger Zähne

Bei mehrwurzeligen Zähnen galt immer das schlechteste Kriterium als ausschlaggebend für den ganzen Zahn. So konnten, wie bereits erwähnt, beispielsweise zwei von drei Wurzeln korrekt gefüllt worden sein. Zeigte die dritte Wurzel eine zu kurze Wurzelkanalfüllung oder einen Aufbereitungsfehler oder ein weiteres nicht akzeptables Kriterium, wurde die gesamte Wurzelkanalfüllung als inkorrekt eingestuft. Der Patient jedoch verliert meistens auch den ganzen Zahn und nur selten eine einzelne Wurzel, wenn die Behandlung erfolglos ist. Daher wurde entschieden, in der vorliegenden Untersuchung nicht einzelne Wurzeln sondern ganze Zähne als eine Einheit zu betrachten. So führten auch Klimek *et al.* (1995) ihre Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalbehandlungen durch (149). Das gleiche Vorgehen zeigt sich in vielen anderen Studien, wie beispielsweise auch bei Ray und Trope (1995), Kirkevang *et al.* (2001), Lupi-Pegurier *et al.* (2002)

und Hülsmann *et al.* (1991) (148, 151, 152, 162). Um die bereits mehrfach angesprochene Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der vorgenannten und anderer Studien zu erzielen, wurden in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls Zähne und nicht einzelne Wurzeln als eine statistische Einheit betrachtet.

6.6 Diskussion der fehlenden Verlaufskontrolle

Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine Querschnittsstudie handelt, war es nicht möglich und auch nicht Sinne dieser Untersuchung, einen Behandlungsfall über einen langen Zeitraum mehrfach zu kontrollieren. Der Untersucher wusste nicht, wie alt die zu beurteilende Wurzelkanalfüllung war. Eine Verlaufskontrolle des apikalen Heilungsprozesses war nicht möglich. Apikale Transluzenzen, die röntgenologisch als Zeichen einer apikalen Parodontitis gewertet wurden, hätten eine bereits heilende Läsion darstellen können. Solche Zähne wurden jedoch in die Gruppe der apikal erkrankten Zähne eingestuft. Somit wäre in diesem Fall eine Wurzelkanalbehandlung als nicht erfolgreich eingestuft worden. Die Tatsache, dass nach erfolgter Wurzelkanalbehandlung eine Reduktion einer vorhandenen apikalen Aufhellung eintritt, spricht dafür, dass die bakterielle Entzündung verringert wurde. Wäre das nicht der Fall, wäre die in der Einleitung dargestellte Pathogenese der *Parodontitis apicalis* anzuzweifeln, da der Knochenabbau über die mittels Entzündungsmediatoren verursachte Osteoklastenaktiverung erfolgt. Es fragt sich nur, ob die Entzündung auch vollständig beseitigt wurde oder ob es sich um eine sogenannte „unvollständige“ Ausheilung handelt. Wie jedoch bekannt ist, wurden bei der Untersuchung apikaler Restaufhellungen nach Wurzelkanalbehandlung, die sich nicht vollständig zurückgebildet hatten, Bakterien gefunden. Andererseits wurden Zähne mit röntgenologisch nicht vorhandener apikaler Transluzenz als gesund eingestuft, wobei eine spätere Verlaufskontrolle möglicherweise Zeichen einer apikalen Parodontitis hätte aufzeigen können. Dieses Problem besteht jedoch in allen Querschnittsstudien, da jede Querschnittsstudie eine „Momentaufnahme“ der derzeitigen Situation darstellt. Aber auch eine Longitudinalstudie würde dieses Problem nicht immer

lösen können, da jeder Erfolg irgendwann einmal zu einem Misserfolg werden kann. In der Annahme, dass sich die Heilungs- und Entstehungsprozesse der apikalen Parodontitis zahlenmäßig annähernd die Waage halten, wie es Petersson *et al.* (1991) beschrieben (189), ist dadurch eine gewisse Fehlerquote einzukalkulieren. Diese dürfte jedoch in allen Untersuchungen dieser Art ähnlich hoch sein. Eine Querschnittsstudie hat im Gegensatz zu einer Longitudinalstudie den Vorteil, nicht einzelne Patienten über Jahre hinweg regelmäßig zu kontrollieren, sondern eine große Anzahl von Patienten zu einem bestimmten Zeitpunkt zu untersuchen. Dadurch gewinnt man eine ungefähre Orientierung, auf welchem Niveau sich die zahnärztlichen Behandlungsmaßnahmen in dieser Probandengruppe um 1990 befanden.

6.7 Diskussion zur Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen

Die Prävalenz der apikalen Aufhellungen an Zähnen liegt in der vorliegenden Untersuchung bei 6,0 %. Diese Werte stimmen mit Ergebnissen von Imfeld *et al.* 1991 (Schweiz) annähernd überein, die auf 8,5 % Gesamtprävalenz apikaler Parodontitis kamen (145). Hierbei muss beachtet werden, dass die Patienten in Imfeld's Untersuchung älter als 60 Jahre waren. Das bedeutet, dass die Daten zur Prävalenz apikaler Parodontitis nur bedingt vergleichbar mit denen der vorliegenden Untersuchung sind. Besser vergleichbar erscheinen jedoch die Daten zur Wurzelkanalfüllungsqualität. Nach Imfelds Ergebnissen waren 64 % aller Wurzelkanalfüllungen insuffizient, das heißt, sie wiesen Mängel in Bezug auf die Länge, Homogenität und / oder Aufbereitungsqualität auf. Der Wert deckt sich mit dem Ergebnis dieser Untersuchung, die 62,33 % insuffiziente Wurzelkanalfüllungen ermittelte. Auch De Moor (2000) fand annähernd die gleichen Werte, wie sie mit der vorliegenden Untersuchung ermittelt wurden. 6,6 % aller Zähne der Untersuchung wiesen periapikale Radioluzenzen auf, ebenso 40,4 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne (190). Dies scheint auf eine annähernd gleiche Behandlungsqualität in Belgien und Deutschland hinzudeuten. Dagegen fanden Petersson *et al.* (1986) (139) und Eckerbom *et al.* (1987) (143), dass in Schweden bis zu 13 % aller Zähne wurzelkanalbehandelt sind. Aber auch hier ist festzuhalten, dass Eckerbom *et al.* (1987) Patienten ab 60 Jahren untersuchten, womit deren Ergebnis ähnlich

differenziert betrachtet werden muss, wie das von Imfeld *et al.* (1991). Der von Petersson *et al.* (1986) und Eckerbom *et al.* (1987) genannte Wert von 13 % ist, verglichen mit der vorliegenden Studie, die eine breite Bevölkerungsschicht im Alter von 18 bis 90 Jahren untersuchte, auffällig hoch. Eine Erklärung dafür liegt möglicher Weise in dem höheren Patientenalter in der Studie von Eckerbom *et al.* Eine andere Erklärung dafür ist in dem höheren Bestreben der Skandinavier zu sehen, mehr Zähne mittels Wurzelkanalbehandlung zu erhalten, als zu entfernen. Aber auch das Alter der untersuchten Patienten spielt eine Rolle bei der Betrachtung der Ergebnisse, denn je älter ein Patient ist, desto höher ist erwartungsgemäß die Anzahl wurzelkanalbehandelter Zähne pro Patient. Dies wird in den Ergebnissen ersichtlich. Patienten unter 20 Jahren weisen eine geringe Anzahl an Wurzelkanalfüllungen pro Patient auf. Im Alter von bis zu 50 Jahren finden sich die meisten Wurzelkanalfüllungen. Ab 50 Jahren nimmt diese Häufung wieder ab, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass auch andere Probleme wie mögliche marginale Parodontitiden zum Zahnverlust geführt haben können. Untersuchungen der nächsten Jahre werden zeigen, ob auch in Deutschland das Niveau der schwedischen Behandlungsbemühungen erreicht wird oder nicht. Die Zahlen der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) sprechen für eine solche Tendenz in Deutschland (1).

40,1% aller wurzelkanalbehandelten Zähne in dieser Untersuchung weisen radiologische Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis auf. Andere Studien aus Deutschland (147, 149) zeigen eine ähnliche Prävalenz der apikalen Aufhellungen von 36 % bis 47 % an wurzelkanalbehandelten Zähnen. Hülsmann *et al.* wiesen 1991 in ihrer Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen eine fast doppelt so hohe Prävalenz apikaler Läsionen auf, wie es andere endodontisch - epidemiologische Untersuchungen zeigten (148).

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass bei Bewertung der Länge der Wurzelkanalfüllung, Homogenität und Vorhandensein von Aufbereitungsfehlern, insgesamt 37,66 % aller Wurzelkanalfüllungen als akzeptabel eingestuft wurden. Dieser Wert entspricht etwa den Ergebnissen

vieler internationaler Studien, die durchschnittlich 30 – 40 % aller Wurzelkanalfüllungen als korrekt einstufen (139, 141, 143, 144, 146, 147, 155, 190, 191). Abweichend davon stellten Boucher *et al.* in ihrer Untersuchung zur radiologischen Beurteilung der Prävalenz und technischen Qualität von Wurzelkanalfüllungen schlechtere Werte fest (150). Sie fanden, dass nur 20,8 % aller Wurzelkanalfüllungen den angeforderten Kriterien genügten. Die Autoren spekulierten, dass dies die Ursache für die hohe Prävalenz apikaler Parodontitis in ihrer Untersuchung sein könnte und beriefen sich auf Strindberg 1956, Sjögren 1990 und Andem 1996, die die hohe technische Qualität der Wurzelkanalaufbereitung und -füllung als absolute Voraussetzung für eine Prävention apikaler Parodontitis nachgewiesen haben (47, 49). Während die vorliegende Untersuchung zeigt, dass 43 % aller untersuchten Wurzelkanalfüllungen eine adäquate Länge aufweisen und entsprechend mit einem röntgenologischen Abstand von 0 bis 2 mm vom radiologischen Apex entfernt endeten, beobachteten Hülsmann *et al.* (1991), dass 87 % aller Wurzelkanalfüllungen zu kurz waren (148). Eine Erklärung für die überdurchschnittlich hohen Prozentzahlen an qualitativen Mängeln wie Länge, Homogenität und Randständigkeit, gaben Hülsmann *et al.* nicht.

Aufgrund der oben angeführten Kalibrierung des Untersuchers dieser Studie, der gleichen Materialwahl wie in einigen anderen Querschnittsstudien zu diesem Thema, nämlich Panoramaschichtaufnahmen und der Erfassung aller Zähne mit Ausnahme der Weisheitszähne, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse gut mit anderen Studien vergleichbar sind. Die Aussagekraft der vorliegenden Untersuchung wird damit gestärkt. Schwierig wird der Vergleich mit internationaler Literatur nur dann, wenn der Erfolg unterschiedlich definiert wird, so wie es in der Einleitung bereits dargestellt wurde. Ebenso schwierig wird es, wenn die untersuchten Zähne in einigen Studien nur bestimmte Zahn- oder Altersgruppen, in anderen Studien alle Zähne bzw. Altersgruppen umfassen. Eine Vergleichbarkeit ist in diesen Fällen fast unmöglich.

6.8 Diskussion möglicher Zusammenhänge zwischen der Qualität der Deckfüllung und der Qualität der Wurzelkanalfüllung auf das apikale Parodont wurzelkanalgefüllter Zähne

Die vorliegende Untersuchung ergibt partielle Übereinstimmungen sowohl mit den Ergebnissen von Ray und Trope 1995 (162) als auch mit den Ergebnissen von Tronstad und Asbjørnsen 2000 (167). Es stellt sich heraus, dass die Kombination von korrekter Wurzelkanalfüllung und akzeptabler Deckfüllung die besten Ergebnisse in Bezug auf das Verhindern der Entwicklung einer chronischen apikalen Parodontitis bringt. Das zeigt sich in den Ergebnissen von Ray und Trope (1995), Tronstad und Asbjørnsen (2000) sowie den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Dabei ist festzuhalten, dass Ray und Trope (1995) die Qualität der Deckfüllung in den Mittelpunkt für die apikale Gesundheit wurzelkanalgefüllter Zähne stellten, Tronstad und Asbjørnsen (2000) dagegen die Qualität der Wurzelkanalfüllung. Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass nur bei Vorliegen einer korrekten Deckfüllung und gleichzeitig korrekten Wurzelkanalfüllung die niedrigste Prävalenz apikaler Parodontitis zu finden ist. Das bedeutet, dass die alleinige Wurzelkanalaufbereitung, Desinfektion und korrekte Wurzelkanalfüllung, nicht ausreichend ist, um das apikale Gewebe vor einer erneuten bakteriellen Infektion zu schützen. Diese Tatsache untermauern auch die von Torabinejad *et al.* (1990) (160) und Chailertvanitkul *et al.* (1996) (161) erzielten Ergebnisse der Bakterienpenetrationstests. Daraus ist ableitbar, dass eine bakteriendichte Deckfüllung nach Abschluss der Wurzelkanalfüllung unbedingt erforderlich ist. Von Bedeutung scheint dabei vor allem die Wahl des Materials der Deckfüllung zu sein. Barthel *et al.* (1999) untersuchten 103 wurzelkanalgefüllte Zähne und verwendeten fünf verschiedene nicht adhäsive provisorische Füllmaterialien. Sie zeigten, dass nur Glasionomerzement oder die Kombination aus Glasionomerzement mit IRM (Intermediate Restorative Material) eine Barriere für Bakterien für ungefähr einen Monat darstellt. Barthel *et al.* (2001) (192) zeigten weiterhin, dass adhäsiven provisorischen Füllungen der Vorzug zu geben ist. Im Vergleich zu anderen provisorischen Füllungen wies das adhäsive Material (Clearfil) nach 5 bis 10 Monaten die geringste Bakteriendurchlässigkeit auf.

Es stellt sich ebenfalls heraus, dass die Kombination von inkorrekt gefüllten Wurzelkanal- und nicht vorhandener Deckfüllung, die schlechtesten Ergebnisse bezüglich der apikalen Gesundheit des Zahnes aufweist. Das gleiche hoch signifikante Ergebnis ($p < 0,001$) finden Boucher *et al.* (2002) in ihrer radiologischen Evaluation (150). Aus dem Jahr 2005 findet sich in der Literatur eine Studie von Siqueira *et al.* aus Brasilien (165). Die Autoren untersuchten die apikale Gesundheit wurzelkanalbehandelter Zähne in Hinblick auf die Qualität der Wurzelkanalfüllungen und Deckfüllungen. Die Ergebnisse von Siqueira *et al.* zeigten, dass die Qualität der Deckfüllung eine entscheidende Bedeutung hat. Liegt keine Deckfüllung vor, sind die Ergebnisse am schlechtesten. Werden Wurzelkanal- und Deckfüllung als korrekt eingestuft, finden die Autoren die geringste Prävalenz apikaler Aufhellungen. Damit werden die bisher angeführten wissenschaftlichen Ergebnisse einiger internationaler Studien, aber auch das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung bestätigt. Die Forderung nach einer bakteriendichten Deckfüllung an wurzelkanalgefüllten Zähnen wird hiermit unterstrichen.

6.9 Diskussion der Befundverteilung auf Ober- und Unterkiefer

In den Ergebnissen wurde deutlich, dass die Prävalenz apikaler Parodontitis an wurzelkanalgefüllten Zähnen im Oberkiefer signifikant niedriger ist als im Unterkiefer. Eine evidenzbasierte Erklärung dafür kann derzeit nicht gegeben werden. Vermutungen über Ursachen, die in der unterschiedlichen Wurzelkanalanatomie liegen könnten, erscheinen sehr unwahrscheinlich. In diesem Zusammenhang steht auch, dass die wurzelkanalbehandelten Prämolaren des Oberkiefers im Vergleich zu allen anderen wurzelkanalgefüllten Zähnen des Ober- und Unterkiefers statistisch signifikant die wenigsten apikalen Aufhellungen aufwiesen ($p < 0,001$). Über die zugrunde liegenden Ursachen kann man nur spekulieren, jedoch keine sinnvolle Erklärung geben.

6.10 Diskussion der Altersverteilung

Wie bereits im Ergebnisteil dargestellt, gehört über die Hälfte aller Patienten (53,8 %) der Altersgruppe 20 - 39 an. Die Anzahl der Patienten pro

Altersgruppe nimmt danach mit steigendem Alter ab. Das Alter des Patientenkollektivs liegt somit zum Zeitpunkt 1990 circa 10 - 20 Jahre unterhalb der Durchschnittswerte der Alterspyramide in Deutschland (*Quelle: Bundesinstitut für Statistik*). Als ursächlich dafür ist die Tatsache anzusehen, dass die Panormaschichtaufnahmen vieler älterer inzwischen zahnloser Patienten aussortiert wurden.

6.11 Diskussion der klinischen Relevanz der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen nicht nur die Notwendigkeit einer guten Wurzelkanalfüllung sondern gleichzeitig auch die einer dichten Deckfüllung. Es konnte gezeigt werden, dass eine schlechte Wurzelkanalfüllung nicht durch eine akzeptable Deckfüllung kompensiert werden kann. Aber auch die korrekte Wurzelkanalfüllung sollte umgehend mit einer möglichst bakteriendichten Deckfüllung versorgt werden, um den Erfolg der Behandlung zu sichern. Einzig die Kombination von guter Wurzelkanalfüllung und akzeptabler bakteriendichter Deckfüllung führen scheinbar gehäuft zum Erfolg der Behandlung, das bedeutet zum Ausheilen bzw. Nichtauftreten einer apikalen Aufhellung. Dies ist die Konsequenz, wenn man die Ergebnisse der vielen Studien vorgenannter Autoren zugrunde legt. Gemäß der Ergebnisse der Untersuchungen von Zaia *et al.* (2002) (193), Barthel *et al.* (1999) (41) und Cruz *et al.* (2002) (194) spielt auch die Wahl des Materials für die Deckfüllung eine entscheidende Rolle für einen bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanals. Ist keine Deckfüllung vorhanden, treten signifikant häufiger apikale Läsionen auf, als bei Zähnen mit vorhandener Deckfüllung ($p = 0,029$). Es stellt sich somit die Forderung nach einer sofortigen adhäsiven provisorischen Füllung oder wenn möglich einer definitiven Deckfüllung nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung (192). Wie bereits Torabinejad *et al.* (1990) (160) zeigten, führt die alleinige Versorgung mit einer Wurzelkanalfüllung ohne abschließende Deckfüllung zu einer massiven apikalen Belastung mit Bakterien. Die Bakterien penetrierten in den Versuchen von Torabinejad entlang der Wurzelkanalfüllung. Nach 19 Tagen der Kontamination mit *Staphylococcus epidermidis* und *Proteus vulgaris* waren mehr als 50 % der wurzelkanalgefüllten Zähne vollständig von

Bakterien penetriert (160). Es scheint, dass die Ergebnisse von Torabinejad in dieser Untersuchung bestätigt werden. Zwar wurde nicht die bakterielle Penetration selbst entlang der Wurzelkanalfüllung untersucht, wohl aber deren röntgenologische Manifestation als *Parodontitis apicalis*. Dies wäre jedenfalls die logische Folge, wenn man die Ergebnisse von Sundqvist's Dissertation (11) aus dem Jahr 1976 berücksichtigt.

Des Weiteren muss aus der Sicht von 1989 - 91 die Forderung hin zu einer besseren Wurzelkanalaufbereitungs- und füllqualität gehen. Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, entsprachen 1989 - 1991 noch immer 62,33 % aller Wurzelkanalfüllungen nicht den genannten Anforderungen. Bereits 1956 beschrieb Strindberg die Wichtigkeit der korrekten Wurzelkanalaufbereitung und -füllung, um eine Heilung im periapikalen Gewebe zu erreichen (49). Auch Sjögren *et al.* (1990) unterstrichen mit ihren Untersuchungsergebnissen diese Forderung (47). Eriksen *et al.* (1988) (163) zeigten, dass 64 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne keine periapikalen Veränderungen aufweisen. Jedoch sind in ihrer Untersuchung insgesamt nur 41 % der Wurzelkanalfüllungen als technisch mängelfrei ausgewiesen. Ähnliche Angaben fanden sich in der Untersuchung von Eckerbom *et al.* (1987) (143), die 26,4 % apikale Radioluzenzen an wurzelkanalbehandelten Zähnen nachwies, obwohl knapp 50 % aller Wurzelkanalfüllungen als mangelhaft beurteilt wurden. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse und der Menge an vorhandener Literatur ist festzuhalten, dass in Bezug auf die erfolgreiche endodontische Therapie literarisch abweichende Meinungen zu erkennen sind. Die Ursachen dafür mögen vielfältig sein und zum Teil schon in der Grundstruktur der einzelnen Studie und deren Patientenauswahl liegen. Es sollte entsprechend den Empfehlungen von Strindberg (49), Sjögren (47) und vielen anderen Autoren versucht werden, eine bezüglich der Länge, Homogenität und Aufbereitungsqualität adäquate Wurzelkanalbehandlung nach genannten Kriterien durchzuführen, denn in der Literatur findet sich immer wieder der eindeutige Zusammenhang zwischen schlechter Wurzelkanalfüllqualität und dem Auftreten apikaler Läsionen (113, 139-144, 158, 162, 163, 191, 195). Dies wurde für die Jahre 1989 – 1991 durch die vorliegende Studie bestätigt. Somit ergibt sich eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Ray und Trope, die ebenfalls bei der Kombination von

korrekten Wurzelkanalfüllungen mit akzeptablen Deckfüllungen die besten Ergebnisse fanden. Nicht bestätigt wurde die von Ray und Trope aufgestellte These, dass anscheinend Zähne mit guten Deckfüllungen signifikant seltener mit apikalen Aufhellungen assoziiert sind, als Zähne mit guten Wurzelkanalfüllungen. Aber auch die von Tronstad et al. aufgestellte Aussage konnte teilweise bestätigt werden. Die Autoren sagten aus, dass bei Vorhandensein einer korrekten Wurzelkanalfüllung eine akzeptable Deckfüllung die apikale Gesundheit zusätzlich unterstützt. Bei Vorhandensein inkorrekt gefüllter Wurzelkanäle, habe laut Tronstad et al. die Qualität der Deckfüllung keinen weiteren Einfluss auf die Gesundheit des periapikalen Gewebes. Auch in der vorliegenden Untersuchung ergaben sich dafür keine signifikanten Anhalte.

7 Schlussfolgerungen

Abschließend bleibt festzuhalten, dass in der Zeit um 1989 – 1991 in der untersuchten Berliner Population noch ein massiver Verbesserungsbedarf bezüglich der Qualität der Wurzelkanalbehandlungen festzustellen war. Dies wurde insbesondere deutlich an den ermittelten Werten wie Länge und Homogenität von Wurzelkanalfüllungen sowie der Prävalenz apikaler Parodontitis. Bei der Altersverteilung der Befunde findet sich keine Auffälligkeit, sondern eher eine zu der Patientenzahl je Altersgruppe annähernd proportionale Aufteilung. Über die Ursachen, weshalb die Wurzelkanalbehandlungen an Oberkieferzähnen, insbesondere an oberen Prämolaren besonders erfolgreich sind, kann nur spekuliert werden. Eine evidenzbasierte Erklärung dafür findet sich nicht. Die besten Ergebnisse bezüglich der apikalen Gesundheit wurzelkanalgefüllter Zähne erreichen anscheinend nur Zähne, die sowohl eine korrekte Wurzelkanalfüllung aufwiesen, als auch mit einer Deckfüllung versorgt waren, wobei die Qualität der Deckfüllung in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluss hatte. Es wurde gezeigt, dass eine schlechte Wurzelkanalfüllung nicht mit einer guten Deckfüllung kompensiert werden kann.

Unter Berücksichtigung aller Studien, die in der Literatur beschrieben wurden sowie den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung wird die entscheidende Rolle der Deckfüllung deutlich. Diese scheint bisher jedoch noch nicht ausreichend untersucht zu sein. Dahingehend bedarf es weiterer Studien, die sich intensiv mit diesem Thema auseinandersetzen.

8 Zusammenfassung

Mit der Untersuchung von Panoramaschichtaufnahmen von 500 Patienten des Zentrums für Zahnmedizin der Charité Berlin, früher Freie Universität Berlin, wurde eine endodontische Querschnittsstudie in Berlin durchgeführt, die bestimmte Behandlungsniveaus und Erfolge aus der Zeit um 1989 - 91 widerspiegelt. Die Ergebnisse wurden mit den zur Verfügung stehenden, ähnlich strukturierten Untersuchungen anderer Autoren verglichen.

Insgesamt wurden 11961 Zähne beurteilt. Über die Hälfte der 500 Patienten gehörten zur Altersgruppe zwischen 20 und 39 Jahren (53,8 %). Entsprechend proportional dazu verhielt sich auch die Anzahl der Wurzelkanalfüllungen pro Altersgruppe. Knapp die Hälfte aller Patienten wies keine Wurzelkanalbehandlungen auf ($n = 233$). Das heißt, dass circa die Hälfte aller Patienten ($n = 277$) die Summe aller Wurzelkanalbehandlungen auf sich vereinte. 5,2 % aller Zähne waren wurzelkanalbehandelt. 6,0 % aller Zähne wiesen radiologische Anzeichen einer chronisch apikalen Parodontitis auf. Insgesamt 40,1 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne zeigten Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis. Die Präsenz von Wurzelkanalbehandlungen in diversen Zahnregionen (Frontzähne, Prämolaren, Molaren) war ähnlich. Es fanden sich 37% bei Frontzähnen, 33 % bei Prämolaren, 30 % bei Molaren. 43 % aller Wurzelkanalfüllungen zeigten eine akzeptable Länge, 43 % waren zu kurz, 10 % zu lang und 4 % unvollständig. 71 % wurden als homogen, 29 % als inhomogen bzw. unvollständig erfasst. 5 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne wiesen Aufbereitungsfehler wie Perforationen, *Viae falsae*, Begradigungen oder Instrumentenfragmente auf. Von den 600 wurzelkanalbehandelten Zähnen waren 208 mit einer Füllung, 203 mit einer Krone, 126 mit einem Stift versorgt. 63 Zähne hatten keine Deckfüllung (10,5 %).

Wurzelkanalbehandelte Zähne des Oberkiefers wiesen signifikant seltener apikale Läsionen auf als wurzelkanalbehandelte Zähne des Unterkiefers. Im Vergleich mit allen anderen Zahngruppen, wiesen die wurzelkanalbehandelten

Prämolaren des Oberkiefers signifikant seltener apikale Läsionen auf. Zähne mit zu kurzen Wurzelkanalfüllungen zeigten signifikant häufiger apikale Aufhellungen als Zähne mit korrekten Wurzelkanalfüllungen. Der Vergleich von wurzelkanalgefüllten Zähnen zeigte, dass homogen gefüllte Wurzelkanäle signifikant seltener mit apikalen Aufhellungen assoziiert waren als inhomogen gefüllte Wurzelkanäle. Unter Berücksichtigung aller Parameter wie Länge, Homogenität und Aufbereitungsfehler und der Einteilung in „akzeptable“ (37,66 %) und „inakzeptable“ (62,33 %) Wurzelkanalfüllungen, ergab sich, dass zuletzt genannte Wurzelkanalfüllungen hoch signifikant mit apikalen Aufhellungen assoziiert waren. Bei der statistischen Berechnung ergab sich für die Summe aller Aufbereitungsfehler eine signifikante Häufung apikaler Radioluzenzen im Vergleich zu Zähnen ohne Aufbereitungsfehler.

Es wurde der Zusammenhang zwischen der Qualität der Deckfüllung und dem Auftreten von radiologischen Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis an wurzelkanalbehandelten Zähnen aufgezeigt: War keine Deckfüllung vorhanden, traten signifikant häufiger apikale Aufhellungen auf, als bei Zähnen mit vorhandener Deckfüllung. Die Art der Deckfüllung eines wurzelkanalbehandelten Zahnes hatte keinen Einfluss auf die apikale Gesundheit des Zahnes.

Die Ergebnisse zeigen das zahnärztliche Behandlungsniveau von 500 Patienten im Zeitraum von 1989 - 1991. Es wird offensichtlich, dass nur die Kombination von guter Qualität der Deckfüllung mit guter Qualität der Wurzelkanalfüllung die apikale Gesundheit wurzelkanalbehandelter Zähne zu verbessern scheinen. Die Ergebnisse unterstreichen die Forderung nach einer erheblichen Verbesserung der Qualität der Wurzelkanalbehandlungen zur Zeit um 1989 – 1991 in Berlin, denn es wurde gezeigt, dass eine schlechte Wurzelkanalfüllung nicht mit einer guten Deckfüllung kompensiert werden kann. Dies genauer zu untersuchen, bedarf es weiterer Studien zu diesem Thema.

9 Summary

The present investigation of panoramic x-rays of 500 patients treated at the Dental Care Centre at Charité, Berlin, is an endodontic cross-sectional study carried out in Berlin. It reflects certain levels of treatment and success during the time period between 1989 and 1991. The results were compared with available, similarly structured investigations of other authors.

A total of 11961 teeth were assessed. More than half of the 500 patients were in the age group between 20 and 39 years (53.8 %). Accordingly, the presence of root canal fillings group occurred proportionally to age. Almost half of the total number of patients did not show and root canal treated teeth ($n = 233$). Therefore, the total amount of root canal treatments was found in about half of the patients ($n = 277$). 5.2 % of all teeth investigated received root canal treatment. 6.0 % of all teeth had radiological signs of chronic apical periodontitis. A total of 40.1 % of all teeth which had root filled teeth showed signs of chronic apical periodontitis. The presence of root filled teeth in different tooth regions (front teeth, premolars and molars) was approximately equal. 37 % could be seen in front teeth, 33 % in premolars and 30 % in molars. 43 % of all root canal fillings showed an acceptable length, 43 % were too short, 10 % too long and 4 % incomplete. 71 % were recorded as homogenous, 29 % as inhomogenous and incomplete, respectively. 5 % of all teeth that root filled teeth showed treatment errors such as perforations, *Viae falsae*, straightenings or separation of root canal instruments. Of the evaluated 600 teeth, 208 had a coronal filling, 203 had a crowns. 126 teeth had dental posts. 63 teeth did not have coronal restorations (10.5 %).

Maxillary teeth with former root canal treatment showed significantly fewer apical osteolysis than those of the mandible. Maxillary root filled premolars showed significantly fewer apical lesions than any other tooth group examined in this investigation. Teeth with root canal fillings that were too short showed significantly more frequent apical lucencies than teeth with correct root fillings. Homogeneously root filled teeth are significantly more rarely associated

with apical lucencies than inhomogenously filled root canals. Considering all parameters such as length, homogeneity and treatment errors as administering the results into “acceptable” (37.66 %) and “unacceptable” (62.33 %) root canal fillings the unacceptable root canal fillings were significantly more associated with apical rarefactions. If all treatment errors were regarded together als “bad” filling as opposed to “good” ones, it could be seen that “bad fillings were significantly more often associated with apical lucencies when compared to goot fillings.

It was shown that there is a correlation between the quality of the coronal restoration and the incidence of radiological signs of chronic apical periodontitis in root filled teeth: If there was no coronal restoration present, apical rarefactions appeared significantly more frequently than in teeth which had a coronal filling. In contrast to this, if a tooth received correct root canal treatment and was provided with a radiologically acceptable coronal filling, there was a lower prevalence of apical lucencies. The kind of the coronal filling had no influence on the apical health condition of the root canal filled teeth.

These results show the quality of dental treatment of 500 patients during the time period between 1989 and 1991. It became obvious that only the combination of a good quality of a coronal restoration and a good quality of the root canal filling seem to have a positive influence on the apical health of root canal filled teeth. The results clearly underline the requirement for a considerable improvement in the quality of root canal treatment because it was shown that a bad quality of a root filling can not be compensated by a good coronal restauration. To do more detailed research in this field it will be necessary to carry out more studies.

10 Literaturverzeichnis

1. KZBV. Statistische Daten zur vertragszahnärztlichen Versorgung. 2003.
2. Cox CF., Bergenholtz G., Heys DR., Syed SA., Fitzgerald M., et al. Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. J Oral Pathol 1985; 14: 156-68.
3. Cox CF. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. Oper Dent 1987; 12: 146-52.
4. Bergenholtz G. Inflammatory response of the dental pulp. Journal of Endodontics 1981; 7: 100-4.
5. Baume LJ. Dental pulp conditions in relation to carious lesions. Int Dent J 1970; 20: 309-337.
6. Harndt R. Pulpitis an nicht kariösen Zähnen. Dtsch Zahnärztekalendar 1967; 26: 87-95.
7. Möller AJ., Fabricius L., Dahlen G., Sundqvist G., Happonen RP. Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. Eur J Oral Sci 2004; 112: 207-15.
8. McNicholas S., Torabinejad M., Blankenship J., Bakland L. The concentration of prostaglandin E2 in human periradicular lesions. J Endod 1991; 17: 97-100.
9. Makkes PC., van Velzen SK., van den Hooff A. Response of the living organism to dead and fixed dead, enclosed isologous tissue. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1978; 46: 131-44.
10. Kakehashi S., Stanley HR., Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1965; 20: 340-9.
11. Sundqvist G. Bacteriologic studies of necrotic pulps. Dissertation. Umeå: University of Umeå; 1976.
12. Bergenholtz G. Microorganisms from necrotic pulp of traumatized teeth. Odont Revy 1974; 25: 347-58.
13. Allard U., Nord CE., Sjöberg L., Strömberg T. Experimental infections with *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sanguis*, *Pseudomonas*

- aeruginosa*, and *Bacteroides fragilis* in the jaws of dogs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1979; 48: 454-62.
14. Robinson HBG., Boling LR. The anachoretic effect in pulpitis. I. Bacteriologic studies. J Am Dent Assoc 1941; 28: 268-82.
 15. Burke GW., Knighton HT. The localization of microorganisms in inflamed dental pulps of rats following bacteremia. J Dent Res 1960; 39: 205-14.
 16. DGZMK. Zahnärztliche Eingriffe und Endokarditisprophylaxe. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 1999.
 17. Fabricius L., Dahlén G., Öhman A.E., Möller A.J.R. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. Scand J Dent Res 1982; 90: 133-44.
 18. Langeland Block RM, Grossman LI. A histopathologic and histobacteriologic study of 35 periapical endodontic surgical specimens. Journal of Endodontics 1977; 3: 8-23.
 19. Stern MH., Mackler BF., Dreizen S. A quantitative method for the analysis of human periapical inflammation. J Endod 1981; 7: 70-4.
 20. Dahlén G., Haapasalo M. Microbiology of apical periodontitis. Essential Endodontology 1998: 107-30.
 21. Brynolf I. A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. Odont Revy 1967; 18: 1-176.
 22. Nair PNR, Pajarola G, Schroeder HE. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1996; 81: 93-102.
 23. Mortensen H., Winther JE., Birn H. Periapical granulomas and cysts. An investigation of 1600 cases. Scand J Dent Res 1970; 78: 241-50.
 24. Priebe WA, Lazansky JP, Wuehrmann AH. The value of the roentgenographic film in the differential diagnosis of periapical lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1954; 23: 979-983.
 25. Baumann L., Rossman SE. Clinical, roentgenologic and histopathologic findings in teeth with apical radiolucent areas. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1956; 9: 1330-6.
 26. Linenberg WB, Waldron CA, DeLaune GF. A clinical, roentgenographic, and histopathologic evaluation of periapical lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1964; 17: 467-72.
 27. Bhaskar SN. Periapical lesions - types, incidence and clinical features. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966; 21: 657-61.

-
28. Lalonde ER. A new rationale for the management of periapical granulomas and cysts. An evaluation of histopathological and radiographic findings. *J Am Dent Assoc* 1970; 80: 1056-9.
 29. Horch HH., Becker J., Deppe H., Eskici A., Härle F., et al. Zahnärztliche Chirurgie - Praxis der Zahnheilkunde. In; 2003. 179-186, 189, 305.
 30. Ehrmann EH. The endodontic management of the acute pulpal or periapical lesion. *Aust Dent J* 1972; 17: 279-82.
 31. Matthews D., Sutherland S. Clinical practice guidelines on emergency management of acute apical periodontitis and acute apical abscess. *Evidence-based Dentistry* 2004;5:7-11. *Evid Based Dent* 2004; 5: 84.
 32. Fava LR. Acute apical periodontitis: incidence of post-operative pain using two different root canal dressings. *Int Endod J* 1998; 31: 343-7.
 33. Torabinejad M. Mediators of acute and chronic periradicular lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 511-21.
 34. Reichart P., Hausamen J., Becker J., Neukam F., Schliephake H., et al. Zahnärztliche Chirurgie. In: Band 1; 2002. 300, 499-502, 593-596.
 35. Nair PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004; 15: 348-81.
 36. Nair RPN. Pathology of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, (Herausgeber). *Essential Endodontology*. Oxford: Blackwell Science; 1998. 68-105.
 37. Pilz W., Plathner CH., Taatz H. Grundlagen der Kariologie und Endodontie. In. 2. Ausgabe; 1974. 615-634.
 38. Ketterl W., Günther H., Heidemann D., Herforth A., Horch HH. Zahnerhaltung 2 Praxis der Zahnheilkunde Band 3. In. 2. Auflage; 1987. 13-52.
 39. Ketterl W., Haunfelder D., Heidemann D., Klaiber B., König KD. Zahnerhaltung 1 Praxis der Zahnheilkunde Band 2. In; 1987.
 40. Pelka M, Möckel M, Petschelt A. Die konservative Therapie der apikalen Parodontitis. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1996; 51: 231-34.
 41. Barthel CR., Moshonov J., Shuping G., Ørstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999; 32: 370-5.
 42. Ørstavik D., Kerekes 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* 1991; 24: 1-7.

-
43. Ørstavik D., Haapasalo M. Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 142-9.
 44. Nerwich A., Figdor D., Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 1993; 19: 302-6.
 45. Molander A., Reit C., Dahlén G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide in root canals pretreated with 5% iodine potassium iodide. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 205-9.
 46. Barthel CR., Lösche GM., Zimmer S., Roulet JF. Dye penetration in root canals filled with AH26 in different consistencies. *J Endod* 1994; 20: 436-9.
 47. Sjögren U., Hagglund B., Sundqvist G., Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990; 16: 498-504.
 48. Matsumoto T., Nagai T., Ida K., Ito M., Kawai Y., et al. Factors affecting successful prognosis of root canal treatment. *J Endod* 1987; 13: 239-42.
 49. Strindberg LZ. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontol Scand* 1956; 14: 1-175.
 50. van der Meer WJ., Stengenga B. Root canal retreatment or surgical apicectomy. *Dutch Review* 2004; 11: 430-4.
 51. Katebzadeh N., Sigurdsson A., Trope M. Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study. *International Endodontic Journal* 2000; 33: 60-66.
 52. Ørstavik D. Reliability of the periapical index scoring system. *Scand J Dent Res* 1988; 96: 108-11.
 53. Ørstavik D., Kerekes K., Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 20-34.
 54. Ingle JJ. Endodontic instruments and instrumentation. In: *Int Endodontics*: Lea & Febiger; 1957. 75-79.
 55. Goerig AC., Michelich RJ., Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod* 1982; 8: 550-4.
 56. Abou-Rass M., Frank AL., Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *Journal of the American Dental Association* 1980; 101: 792-4.

-
57. Morgan LF., Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod* 1984; 10: 491-8.
 58. Fava LR. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod* 1983; 9: 76-80.
 59. Schaller HG, Götze W, Schommer G. Vergleichende Untersuchungen über den Dentinabrieb und die Dentinoberfläche nach Bearbeitung mit maschinell angetriebenen Systemen zur Wurzelkanalaufbereitung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1987; 42: 784-8.
 60. Hülsmann M, Bertzbach F. Die Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle mit Handinstrumenten und maschinellen Aufbereitungshilfen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1989; 44: 448-51.
 61. Hülsmann M, Bahr R, Gambal A. Die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung mit dem Endoplaner-Winkelstück: Reinigungswirkung, Formgebung und Arbeitssicherheit. *Acta Med Dent Helv* 1998; 3: 189-95.
 62. Rödiger T., Hülsmann M., Mühge M., Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 919-928.
 63. Siqueira JF., Rôças IN., Favieri A., Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 2000; 26: 331-4.
 64. Baumgartner JC., Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 1992; 18: 605-12.
 65. Byström A., Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18: 35-40.
 66. Caliskan MK., Sen BH. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 215-21.
 67. Calt S., Serper A., Ozcelik B., Dalat M. D. pH changes and calcium ion diffusion from calcium hydroxide dressing materials through root dentin. *J Endod* 1999; 25: 329-31.
 68. Guldener PHA. Die Stifttechnik in der Endodontie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1971; 81: 52-69.
 69. Seltzer S. Root canal filling materials. *Endodontology: Biological considerations in endodontic procedures*. In. 2. Ausgabe: Lea & Febiger, Philadelphia; 1988. 281-325.

-
70. Rhome BH., Solomon EA., Rabinowitz JL. Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron. *J Endod* 1981; 7: 458-61.
 71. Moorer WR., Genet JM. Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide component. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53: 508-17.
 72. Spångberg L., Langeland K. Biologic effects of dental materials. 1. Toxicity of root canal filling materials on HeLa cells in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 35: 402-14.
 73. Pascon EA., Spångberg LS. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *J Endod* 1990; 16: 429-33.
 74. Byström A., Happonen RP., Sjögren U., Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 58-63.
 75. Friedman S., Mor C. The success of endodontic therapy-healing and functionality. *J Calif Dent Assoc* 2004; 32: 493-503.
 76. Huuonen S., Lenander-Lumikari M., Sigurdsson A., Ørstavik D. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc oxide-eugenol-based sealer. *Int Endod J* 2003; 36: 296-301.
 77. Friedman S., Abitbol S., Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: Initial treatment. *J Endod* 2003; 29: 787-93.
 78. Wang N., Knight K., Dao T., Friedman S. Treatment outcome in endodontics-The Toronto Study. Phases I and II: apical surgery. *J Endod* 2004; 30: 751-61.
 79. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod* 1976; 2: 166-75.
 80. Waechter. Untersuchungen über das Wurzelfüllmittel Diaket. *Zahnärztl Welt* 1953; 8: 281-284.
 81. Gettleman BH., Messer HH., ElDeeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 1991; 17: 15-20.
 82. Keresztesi K, Kellner G. Wurzelfüllung mit AH26. Experimentelle und klinische Untersuchungsergebnisse. *Österr Zeitschr Stomatol* 1972; 68: 354-67.
 83. Tschamer H. Prüfung einiger Wurzelfüllmaterialien auf ihre Eigenschaften, insbesondere Abschlußdichte. *Stoma* 1960; 13: 172-191.

-
84. Götze W. Die Wurzelkanalfüllung mit Guttapercha. Dtsch Zahnärztekalendar 1987; 87: 91-8.
 85. Wiener BH., Schilder H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. I. Evaluation of setting times. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1971; 32: 768-77.
 86. Petschelt A, Oberschachtsiek H. Wandständigkeit verschiedener Wurzelfüllmaterialien bei Zentralstifttechnik (REM-Untersuchung). Deutsche Zahnärztliche Zeitung 1985; 40: 308-11.
 87. Beatty RG., Vertucci FJ., Zakariasen KL. Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. Int Endod J 1986; 19: 237-41.
 88. Yared GM., Bou Dagher FE. Elongation and movement of the gutta-percha master cone during initial lateral condensation. J Endod 1993; 19: 395-7.
 89. Larder TC., Prescott AJ., Brayton SM. Gutta-percha: a comparative study of three methods of obturation. J Endod 1976; 2: 289-94.
 90. Lorton L., Peters DD., Wong M. Reproduction of canal detail by gutta percha points using six different filling techniques. J Dent Res 1981; 60: 353.
 91. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. Dent Clin North Am 1967; 11: 723-44.
 92. Santopolo J. The use of warm gutta-percha in endodontics. N Y State Dent J 1984; 50: 215-8.
 93. Benner MD., Peters DD., Grower M., Bernier WE. Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using ⁴⁵Ca. J Endod 1981; 7: 500-8.
 94. Goodman A., Schilder H., Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1981; 51: 544-51.
 95. Guldener PHA. Endodontie: Wurzelkanalaufbereitung und -füllung. Überholte, bewährte und neuere endodontische Maßnahmen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1989; 99: 1019-28.
 96. Oberschachtsiek H, Petschelt A. Einfluß verschiedener Techniken und Materialien auf Wandständigkeit und Homogenität von Wurzelfüllungen (REM-Untersuchung). Deutsche Zahnärztliche Zeitung 1985; 40: 304-7.
 97. Wong M., Peters D. D., Lorton L. Comparison of gutta-percha filling techniques, compaction (mechanical), vertical (warm), and lateral condensation techniques, Part 1. J Endod 1981; 7: 551-8.

-
98. Geurtsen W. Die thermische Kondensation von Guttapercha. Kritik einer neuen Wurzelfüllmethode. Zahnärztl Woche Rundsch 1983; 92: 54-6.
 99. Fors U., Jonasson E., Berquist A., Berg JO. Measurements of the root surface temperature during thermo-mechanical root canal filling in vitro. Int Endod J 1985; 18: 199-202.
 100. Götze W, Seehofer P, Kappert H. Temperaturmessungen (in vitro) bei verschiedenen Methoden der Wurzelkanalfüllung mit erwärmter Guttapercha. Deutsche Zahnärztliche Zeitung 1984; 39: 291-3.
 101. Hardie E. Heat transmission to the outer surface of the tooth during the thermo-mechanical compaction technique of root canal obturation. International Endodontic Journal 1986; 19: 73-7.
 102. Kersten HW. Evaluation of three thermoplasticized gutta-percha filling techniques using a leakage model in vitro. Int Endod J 1988; 21: 353-60.
 103. Luccy CT., Weller RN., Kulild JC. An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. J Endod 1990; 16: 170-2.
 104. Jurcak JJ., Weller RN., Kulild JC., Donley DL. In vitro intracanal temperatures produced during warm lateral condensation of Gutta-percha. J Endod 1992; 18: 1-3.
 105. Yee FS., Marlin J., Krakow AA., Gron P. Three-dimensional obturation of the root canal using injection-molded, thermoplasticized dental gutta-percha. J Endod 1977; 3: 168-74.
 106. LaCombe JS., Campbell AD., Hicks ML., Pelleu GB. A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. J Endod 1988; 14: 445-50.
 107. ElDeeb ME. The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. J Endod 1985; 11: 84-6.
 108. Ritchie GM., Anderson DM., Sakumura JS. Apical extrusion of thermoplasticized Gutta-percha used as a root canal filling. J Endod 1988; 14: 128-32.
 109. Gutmann JL., Creel DC., Bowles WH. Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part I. In vitro heat levels during extrusion. J Endod 1987; 13: 378-83.
 110. Gutmann JL., Rakusin H., Powe R., Bowles WH. Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part II. In vivo response to heat levels generated. J Endod 1987; 13: 441-8.

-
111. Adenubi JO., Rule DC. Success rate for root fillings in young patients. *Brit Dent J* 1976; 141: 227-241.
 112. Åkerblom A., Hasselgren G. The prognosis for endodontic treatment of obliterated root canals. *J Endod* 1988; 14: 565-7.
 113. Allen RK., Newton CW., Brown CE. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *J Endod* 1989; 15: 261-6.
 114. Barbakow FH., Cleaton-Jones PE., Friedman D. An evaluation of 566 cases of root canal therapy in general dental practice. 2. Postoperative observations. *J Endod* 1980; 6: 485-9.
 115. Barbakow FH., Cleaton-Jones PE., Friedman D. Endodontic treatment of teeth with periapical radiolucent areas in a general dental practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 51: 552-9.
 116. Molven O., Halse A. Success rates for gutta-percha and Kloroperka N-0 root fillings made by undergraduate students: radiographic findings after 10-17 years. *Int Endod J* 1988; 21: 243-50.
 117. 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* 1997; 30: 297-306.
 118. Tamse A., Heling B. Success of endodontically treated anterior teeth in young and adult patients. *Ann Dent* 1973; 32: 20-27.
 119. Friedman S., Löst C., Zarrabian M., Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod* 1995; 21: 384-90.
 120. Heling B., Shapira J. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth, with or without negative culture. *Quintessence International* 1978; 8: 79-84.
 121. Heling B., Tamse A. Evaluation of the success of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970; 30: 533-6.
 122. Jokinen MA., Kotilainen R., Poikkeus P., Poikkeus R., Sarkki L. Clinical and radiographic study of pulpectomy and root canal therapy. *Scand J Dent Res* 1978; 86: 366-73.
 123. Kerekes K., Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979; 5: 83-90.
 124. Sundqvist G., Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, (Herausgeber). *Essential Endodontology*. Oxford: Blackwell Science; 1998. 242-77.

-
125. Engström B., Hard AF., Segerstad L., Ramström G., Frostell G. Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal treatment. *Odontol Revy* 1964; 15: 257-270.
 126. Engström B., Lundberg M. The correlation between positive culture and the prognosis of root canal therapy after pulpectomy. *Odontol Revy* 1965; 16: 193-203.
 127. Ingle J.I., Beveridge E., Glick D., Weichman J. The Washington study. In: Ingle JJ, Bakland LK, (Herausgeber). *Endodontics*. 4th. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. 25-44.
 128. Zeldow BJ., Ingle JJ. Correlation of the positive culture to the prognosis of endodontically treated teeth: a clinical study. *J Am Dent Assoc* 1963; 66: 23-27.
 129. Smith CS., Setchell DJ., Harty FJ. Factors influencing the success of conventional root canal therapy - a five-year retrospective study. *Int Endod J* 1993; 26: 321-33.
 130. Seltzer S., Bender IB., Turkenkopf S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. *Journal of the American Dental Association* 1963; 53: 651-62.
 131. Selden HS. Pulpoperiapical disease: diagnosis and healing. A clinical endodontic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 37: 271-83.
 132. Morse DR., Esposito JV., Pike C., Furst ML. A radiographic evaluation of the periapical status of teeth treated by the gutta-percha-eucapercha endodontic method: a one-year follow-up study of 458 root canals. Part III. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 56: 190-7.
 133. Morse DR., Esposito JV., Pike C., Furst ML. A radiographic evaluation of the periapical status of teeth treated by the gutta-percha-eucapercha endodontic method: a one-year follow-up study of 458 root canals. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 56: 89-96.
 134. Morse DR., Esposito JV., Pike C., Furst ML. A radiographic evaluation of the periapical status of teeth treated by the gutta-percha-eucapercha endodontic method: a one-year follow-up study of 458 root canals. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 607-10.
 135. Swartz DB., Skidmore AE., Griffin JA. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983; 9: 198-202.
 136. Harty FJ., Parkins BJ., Wengraf AM. Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases. *Br Dent J* 1970; 128: 65-70.
 137. Shah N. Nonsurgical management of periapical lesions: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988; 66: 365-71.

-
138. Bergenholtz G., Lekholm U., Milthorpe R., Heden G., Odesjo B., et al. Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res* 1979; 87: 217-24.
 139. Petersson K., Petersson A., Olsson B., Hakansson J., Wennberg A. Technical quality of root fillings in an adult Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 99-102.
 140. Petersson K., Lewin B., Hakansson J., Olsson B., Wennberg A. Endodontic status and suggested treatment in a population requiring substantial dental care. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 153-8.
 141. Buckley M., Spångberg LS. The prevalence and technical quality of endodontic treatment in an American subpopulation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79: 92-100.
 142. De Cleen MJ., Schuurs AH., Wesselink PR., Wu MK. Periapical status and prevalence of endodontic treatment in an adult Dutch population. *Int Endod J* 1993; 26: 112-9.
 143. Eckerbom M., Andersson JE., Magnusson T. Frequency and technical standard of endodontic treatment in a Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 245-8.
 144. Eriksen HM., Bjertness E. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in middle-aged adults in Norway. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7: 1-4.
 145. Imfeld TN. Prevalence and quality of endodontic treatment in an elderly urban population of Switzerland. *J Endod* 1991; 17: 604-7.
 146. Allard U., Palmqvist S. A radiographic survey of periapical conditions in elderly people in a Swedish county population. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 103-8.
 147. Weiger R., Hitzler S., Hermle G., Lost C. Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 69-74.
 148. Hülsmann M, Lorch V, Franz B. Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelfüllungen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1991; 46: 296-99.
 149. Klimek J., Kockapan C, Borchert J. Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in den Jahren 1983 und 1991. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995; 50: 154-6.
 150. Boucher Y., Matossian L., Rilliard F., Machtou P. Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a French subpopulation. *Int Endod J* 2002; 35: 229-38.

-
151. Lupi-Pegurier L., Bertrand MF., Muller-Bolla M., Rocca JP., Bolla M. Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. *Int Endod J* 2002; 35: 690-7.
 152. Kirkevang LL., Hörsted-Bindslev P., Ørstavik D., Wenzel A. Frequency and distribution of endodontically treated teeth and apical periodontitis in an urban Danish population. *Int Endod J* 2001; 34: 198-205.
 153. Kirkevang LL., Hörsted-Bindslev P., Ørstavik D., Wenzel A. A comparison of the quality of root canal treatment in two Danish subpopulations examined 1974-75 and 1997-98. *Int Endod J* 2001; 34: 607-12.
 154. Hugoson A., Koch G., Bergendahl T. Oral health of individuals aged 3-80 years in Jönköping, Sweden, in 1973 and 1983. II. A review of clinical and radiographic findings. *Swed Dent J* 1986; 10: 175-194.
 155. Saunders WP., Saunders EM., Sadiq J., Cruickshank E. Technical standard of root canal treatment in an adult Scottish sub-population. *Br Dent J* 1997; 182: 382-6.
 156. Bergström J., Eliasson S., Ahlberg K. Periapical status in subjects with regular dental care habits. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987; 15: 236.
 157. Marques MD., Moreira B., Eriksen HM. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. *Int Endod J* 1998; 31: 161-5.
 158. Eckerbom M., Andersson JE., Magnusson T. A longitudinal study of changes in frequency and technical standard of endodontic treatment in a Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 27-31.
 159. Boltacz-Rzepkowska E., Pawlicka H. Radiographic features and outcome of root canal treatment carried out in the Lodz region of Poland. *Int Endod J* 2003; 36: 27-32.
 160. Torabinejad M., Ung B., Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 1990; 16: 566-9.
 161. Chailertvanitkul P., Saunders WP., MacKenzie D., Weetman DA. An in vitro study of the coronal leakage of two root canal sealers using an obligate anaerobe microbial marker. *Int Endod J* 1996; 29: 249-55.
 162. Ray HA., Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28: 12-8.

-
163. Eriksen HM., Bjertness E., Ørstavik D. Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban adult population in Norway. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 122-6.
 164. Kirkevang LL, Ørstavik D, Hörsted-Bindslev P, A Wenzel. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in a Danish population. *Int Endod. J.* 2000; 33: 509-15.
 165. Siqueira JF., Rocas IN., Alves FR., Campos LC. Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root canal fillings in a Brazilian population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 369-74.
 166. Alves J., Walton R., Drake D. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. *J Endod* 1998; 24: 587-91.
 167. Tronstad L., Asbjørnsen K., Døving L., Pedersen I., Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 218-221.
 168. Hommez GM., Coppens CR., De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J* 2002; 35: 680-9.
 169. Qvist J., Qvist V., Mjör IA. Placement and longevity of amalgam restorations in Denmark. *Acta Odontol Scand* 1990; 48: 297-303.
 170. Qvist V., Thylstrup A., Mjör IA. Restorative treatment pattern and longevity of amalgam restorations in Denmark. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 343-9.
 171. Qvist V., Thylstrup A., Mjör IA. Restorative treatment pattern and longevity of resin restorations in Denmark. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 351-6.
 172. Qvist V. Resin restorations: leakage, bacteria, pulp. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 127-52.
 173. Ricucci D., Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries--a histobacteriological study of treated cases. *Int Endod J* 2003; 36: 787-802.
 174. Ingle JJ., Beveridge EE., Glick DH., Weichman JA. Modern endodontic therapy. *Endodontics* 1994; 4: 27-53.
 175. Goldman M., Pearson AH., Darzenta N. Endodontic success - who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33: 432-7.

-
176. Goldman M., Pearson AH., Darzenta N. Reliability of radiographic interpretations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38: 287-93.
 177. Brynolf I. Radiographic periapical diagnosis. I. Reproducibility of interpretation. *Sven Tandläk Tidsskr* 1970; 63: 339-344.
 178. Grondahl K., Sundén S., Grondahl HG. Inter- and Intraobserver variability in radiographic bone level assessment at Branemark fixtures. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 243-50.
 179. Molven O., Halse A., Fristad I. Long-term reliability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease. *Int Endod J* 2002; 35: 142-147.
 180. Friedman S. Treatment outcome and prognosis of endodontic therapy. In: Ørstavik D, Pitt Ford T, (Herausgeber). *Essential Endodontology*. Oxford: Blackwell Science; 1998. 367-401.
 181. Delano EO., Ludlow JB., Ørstavik D., Tyndall D., Trope M. Comparison between PAI and quantitative digital radiographic assessment of apical healing after endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92: 108-15.
 182. Ørstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in men. *Int Endod J* 1996; 29: 150-5.
 183. Ørstavik D., Hörsted-Binslev P. A comparison of endodontic treatment results at two dental schools. *Int Endod J* 1993; 26: 248-54.
 184. Farman AG., Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99: 485-9.
 185. Benz C., Mouyen F. Evaluation of the new Radiovisiography system image quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 627-631.
 186. Eckerbom M., Andersson JE., Magnusson T. Interobserver variation in radiographic examination of endodontic variables. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 243-6.
 187. Reit C., Hollender L. Radiographic evaluation of endodontic therapy and the influence of observer variation. *Scand J Dent Res* 1983; 91: 205-12.
 188. Zakariasen KL., Scott DA., Jensen JR. Endodontic recall radiographs: how reliable is our interpretation of endodontic success or failure and what factors affect our reliability? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57: 343-7.

-
189. Petersson K., Hakansson R., Hakansson J., Olsson B., Wennberg A. Follow-up study of endodontic status in an adult Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7: 221-5.
 190. De Moor RJ., Hommez GM., De Boever JG., Delme KI., Martens GE. Periapical health related to the quality of root canal treatment in a Belgian population. *Int Endod J* 2000; 33: 113-20.
 191. Odesjo B., Hellden L., Salonen L., Langeland K. Prevalence of previous endodontic treatment, technical standard and occurrence of periapical lesion in a randomly selected adult, general population. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 265-72.
 192. Barthel.CR., Zimmer S., Wussogk R., Roulet JF. Long-term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. *J Endod* 2001; 27: 559-62.
 193. Zaia AA., Nakagawa R., De Quadros I., Gomes BP., Ferraz CC., et al. An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microrleakage in root-filled teeth. *Int Endod J* 2002; 35: 729-34.
 194. Cruz EV., Shigetani Y., Ishikawa K., Kota K., Iwaku M., et al. A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. *Int Endod J* 2002; 35: 315-20.
 195. Petersson K. Endodontic status of mandibular premolars and molars in an adult Swedish population. A longitudinal study 1974-1985. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 13-8.

11 Abkürzungen

AH26	Produktname eines Sealers
IRM	Intermediate Restorative Material
Lp/mm	Linienpaare pro Millimeter
NaOCl	Natriumhypochlorit
NiTi - Instrumente	flexible Wurzelkanalinstrumente aus Nickel und Titan
OK	Oberkiefer
OPTG	Orthopanthomogramm
PA	Parodontal-
PAI	Periapical Index
PGE ₂	Prostaglandin E ₂
UK	Unterkiefer
WF	Wurzelkanalfüllung
WSR	Wurzelspitzenresektion

12 Genehmigungen/Urheberrecht

Die Genehmigung des Institutes für Pathologie, Campus Benjamin Franklin der Charité Berlin, Leiter: Prof. Dr. Stein, zum Abdruck und zur Verwendung des Histologischen Referenzschnittes der Abbildung 1 in dieser Untersuchung liegt durch Prof. Dr. Anagnostopoulos vor. Weiterhin ist die Genehmigung zur Verwendung von Abbildungen, Fotos und Röntgenaufnahmen des Archives der Abteilung für Oralchirurgie und zahnärztliche Röntgenologie nachfolgend einsehbar.



**Genehmigung zur Verwendung von Dias bzw. Fotos aus dem
Abteilungsarchiv für eine Dissertation**

Hiermit erhält Herr Andreas Roloff, wissenschaftlicher Mitarbeiter unserer Abteilung, die Genehmigung, für seine Arbeit erforderliche Dias oder andere Aufnahmen aus unserem Archiv für seine Dissertation mit dem Thema:

”Untersuchung der Prävalenz der Parodontitis apicalis in einer Berliner Population und des Einflusses der Qualität von Wurzelkanalfüllungen sowie von Deckfüllungen auf das apikale Parodont.“

zu verwenden.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Reichart", with a stylized flourish at the end.

Univ.-Prof. Dr. Peter A. Reichart

Leiter der Abteilung für Oralchirurgie und zahnärztliche Röntgenologie
des Zentrums für Zahnmedizin, Charité Berlin

Föhrer Strasse 15, 13353 Berlin

13 Danksagung

Mein Dank gilt

- **Frau PD Dr. med. dent. Claudia Barthel** für die hilfreiche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit,
- **Herrn Dr. Ch. Scheifele** und **Frau Wanda Schrade** für die Hilfe bei der Nutzung des Archivs der Abteilung für zahnärztliche Röntgenologie, des Zentrums für Zahnmedizin, Campus Virchow, der Humboldt Universität Berlin
- **Herrn Prof. Dr. K.-R. Jahn**, Leiter der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin, für die Möglichkeit der Nutzung der klinischen Einrichtung,
- **Herrn Dr. med. dent. Ralf Müller-Hartwich** für die Hilfe bei Problemen mit Hardware und Software
- **meiner Familie.**

14 Lebenslauf

Name: Andreas Roloff
Geburtstag: 17.04.1977
Familienstand: ledig
Vater: Physiker
Mutter: Zahnärztin

Ausbildung:

1983-1996	Schulausbildung (Abitur)
1996-97	Zivildienst
1997-2003	Studium der Zahnheilkunde
2004-2005	Assistenz Zahnarzt in freier Praxis
2004-2006	Mitarbeiter und Weiterbildungsassistent für Oralchirurgie in der Abteilung für Oralchirurgie und zahnärztliche Röntgenologie des Zentrums für Zahnmedizin, Charité Campus Virchow Humboldt Universität zu Berlin
Seit 05.2006	Weiterbildungsassistent für Oralchirurgie in der Praxis für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Dr. Uwe Sander Kurfürstendamm 213, 10719 Berlin

15 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass diese Dissertation von mir selbst angefertigt wurde und ohne unzulässige Hilfe Dritter verfasst wurde. Sie stellt auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dar. Die benutzte Literatur ist vollständig angegeben.

Andreas Roloff

16 Abstract

Es wurden 500 Panoramaschichtaufnahmen aus der Zeit um 1989 - 91 untersucht. Insgesamt wurden 11961 Zähne beurteilt. Über die Hälfte der 500 Patienten gehörten zur Altersgruppe zwischen 20 und 39 Jahren (53,8 %). Knapp die Hälfte aller Patienten wies keine Wurzelkanalbehandlungen auf (n = 233). 5,2 % aller Zähne waren wurzelkanalbehandelt. 6,0 % aller Zähne wiesen radiologische Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis auf. Insgesamt 40,1 % aller wurzelkanalgefüllten Zähne zeigten Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis. Die Präsenz von Wurzelkanalbehandlungen in diversen Zahnregionen (Frontzähne, Prämolaren, Molaren) war ähnlich. Es fanden sich 37% bei Frontzähnen, 33 % bei Prämolaren, 30 % bei Molaren. 43 % aller Wurzelkanalfüllungen zeigten eine akzeptable Länge, 43 % waren zu kurz, 10 % zu lang und 4 % unvollständig. 71 % wurden als homogen, 29 % als inhomogen bzw. unvollständig erfasst. 5 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne wiesen Aufbereitungsfehler wie Perforationen, *Viae falsae*, Begradigungen oder Instrumentenfragmente auf. Von den 600 wurzelkanalbehandelten Zähnen waren 208 mit einer Füllung, 203 mit einer Krone, 126 mit einem Stift versorgt. 63 Zähne hatten keine Deckfüllung (10,5 %). Wurzelkanalbehandelte Zähne des Oberkiefers wiesen signifikant seltener apikale Läsionen auf als wurzelkanalbehandelte Zähne des Unterkiefers. „Inakzeptable“ Wurzelkanalfüllungen (62,33 %) waren hoch signifikant mit apikalen Aufhellungen assoziiert. War keine Deckfüllung vorhanden, traten signifikant häufiger apikale Aufhellungen auf, als bei Zähnen mit vorhandener Deckfüllung. Die Art der Deckfüllung eines wurzelkanalbehandelten Zahnes hatte keinen Einfluss auf die apikale Gesundheit des Zahnes. Es wird offensichtlich, dass nur die Kombination von guter Qualität der Deckfüllung mit guter Qualität der Wurzelkanalfüllung die apikale Gesundheit wurzelkanalbehandelter Zähne zu verbessern scheinen. Die Ergebnisse unterstreichen die Forderung nach einer erheblichen Verbesserung der Qualität der Wurzelkanalbehandlungen, denn es wurde gezeigt, dass eine schlechte Wurzelkanalfüllung nicht mit einer guten Deckfüllung kompensiert werden kann. Diese Aspekte genauer zu untersuchen, bedarf es weiterer Studien zu diesem Thema.