Aus der **Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde**

**Westdeutsche Kieferklinik,**

**Universitätsklinikum Düsseldorf,**

**Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Direktor: **Univ.-Prof. Dr. med. Wolfgang H.-M. Raab**

# Prävalenz von apikalen Parodontitiden sowie die Häufigkeit und Qualität endodontischer Behandlungen in einer Berliner Population

## Dissertation

**zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin**

**Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

**vorgelegt von**

Yevgeni Viktorov

**2006**

Als Inauguraldisseratation 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

## LITERATURVERZEICHNIS


1 EINLEITUNG 6

2 LITERATURÜBERSICHT 8

2.1 Endodontie 8

2.1.1 Ätiopathologie pulpaler und periapikaler Erkrankungen 8

2.1.2 Systemische Auswirkung der endodontischen Infektion 10

2.1.3 Grundprinzipien der Therapie pulpaler Erkrankungen 11

2.2 Radiologie in der Endodontie 14

2.2.1 Prinzip der Orthopantomographie, ihre Vor- und Nachteile 14

2.2.2 Orthopantomogramm versus Zahnfilm in der Diagnostik der apikalen Veränderungen 15

2.2.3 Die Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit der periapikalen Radiographie 17

2.2.3.1 Diskrepanz zwischen unterschiedlichen Untersuchern - Interobserver Varibility (IEV) 17

2.2.3.2 „Intraobserver variability“ (IAV) 19

2.3 Behandlungserfolg in der Endodontie 20

2.3.1 Methoden der Beurteilung 20

2.3.2 Kriterien der Beurteilung 21

2.4 Endodontische Epidemiologie 23

2.4.1 Querschnittstudien zur Prävalenz der endodontischen Behandlung, Qualität der Wurzelkanalfüllungen und apikalen Pathologie 23

2.4.1.1 Deutschland 25

3 FRAGESTELLUNG 27

4 MATERIAL UND METHODEN 28

4.1 Untersuchungsmaterial 28

4.1.1 Patientenkollektiv 28

4.1.2 Röntgengerät und Röntgenfilme 28

4.2 Auswertung der Röntgenbilder 28

4.3 Beurteilungskriterien 29

4.4 Statistische Auswertung 32

5 ERGEBNISSE 33

5.1 Allgemeine Befunde 33
5.1.1 Zahnbestand, parodontaler Zustand 34

5.2 Bewertung endodontisch behandelter Zähne 35
5.2.1 Häufigkeit der Patienten mit Wurzelfüllungen (WF) 35
5.2.2 Prävalenz und Häufigkeitsverteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne 36
5.2.3 Qualität der Wurzelfüllungen 38
5.2.3.1 Homogenität der Wurzelfüllungen 38
5.2.3.2 Länge der Wurzelfüllungen 39
5.2.3.3 Aufbereitungsfehler 40
5.2.3.4 Gesamtqualität der endodontischen Versorgung (Länge, Homogenität sowie Aufbereitungsfehler zusammengefasst) 41
5.2.4 Qualität der koronalen Versorgung 41

5.3 Apikaler Status 42
5.3.1 Prävalenz der Patienten und der Zähne mit apikaler Parodontitis 42
5.3.2 Apikale Parodontitis bei wurzelkanalgefüllten Zähnen 44
5.3.3 Apikale Parodontitis bei nicht wurzelkanalgefüllten Zähnen 45

5.4 Einfluss der Qualität der endodontischen Behandlung auf den apikalen Status 46

5.5 Einfluss der Qualität der koronalen Versorgung auf den apikalen Status der endodontisch behandelten Zähne 47

6 DISKUSSION 48

6.1 Diskussion der Untersuchungsmethoden 48
6.1.1 Diskussion zum Studiendesign 48
6.1.2 Radiologische Diagnostik und Auswertung 50

6.2 Diskussion der Ergebnisse 53
6.2.1 Oraler Status der Patienten 53
6.2.2 Prävalenz der endodontisch behandelten Zähne 53
6.2.3 Qualität der endodontischen Behandlungen 55
6.2.3.1 Beurteilung der Länge und Homogenität der Wurzelfüllungen 56
6.2.4 Qualität der koronalen Versorgung 60
6.2.5 *Prävalenz der* apikalen Parodontitis 61

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN 64

8 ZUSAMMENFASSUNG 66

9 SUMMARY 68

10 LITERATURVERZEICHNIS 69

11 ANHANG 83

11.1 Danksagung 83

11.2 Lebenslauf 84

# 1 Einleitung

Die langfristige und umfassende Erhaltung der oralen Gesundheit und frühestmögliche Heilung der eingetretenen Schäden sind die wichtigsten Ziele der Zahnheilkunde. Ein rechtzeitig durchgeführtes und regelmäßig wiederholtes Prophylaxeprogramm gewinnt immer mehr an Bedeutung. Falsche Ernährungslenkung und eine mangelhafte Mundhygiene können jedoch trotz aller Bemühungen und Erfolge der modernen Präventivzahnmedizin zu fortschreitender kariöser Destruktion und darauf folgender Zerstörung der klinischen Krone führen. Leider wird der Zahnarzt häufig von Patienten erst zu einem Zeitpunkt konsultiert, wenn klinische Beschwerden auftreten und bereits das pulpale Gewebe mit in die Zerstörung einbezogen ist. Ist die Schädigung der Pulpa irreversibel, verbleibt in diesen Fällen häufig nur die endodontische Behandlung als letzter Versuch den Zahn als funktionsfähige Kaueinheit zu erhalten.

Ziel einer solchen Behandlung ist es die Ausbreitung der Entzündung der Pulpa in das periradikuläre Gewebe zu verhindern bzw. eine schon vorhandene Entzündung zu heilen. Noch vor wenigen Jahrzehnten nur für die Behandlung der einwurzeligen Zähne vorbehalten, etablierte sich die Methodik der endodontischen Behandlungen (dank neuer Behandlungsmethoden, Materialien und Therapieansätze) in der routinemäßigen Anwendung auch im Seitenzahngebiet.

Die Grundprinzipien einer Wurzelkanalbehandlung haben sich in den vergangenen Jahren nur wenig verändert und gehen aus der mikrobiellen Genese der Erkrankung hervor. Kontrolle der Infektion ist das Hauptanliegen der Endodontie. Mechanische und chemische Reinigung des Wurzelkanalsystems zur Reduktion der bakteriellen Infektion, Formgebung zur Ermöglichung der Füllung und ein bakteriendichter koronaler Verschluss zu Verhinderung der Rekontamination sind die biologischen Voraussetzungen der erfolgreichen endodontischen Behandlung.

Ob eine Wurzelkanalbehandlung als ein Erfolg oder Misserfolg angesehen werden kann, lässt sich leider erst nach einer gewissen Zeit feststellen. Allein das Fehlen von klinischen Befunden lässt keine Aussage über den Erfolg der Behandlung zu. Eine radiologische Darstellung des periapikalen Gewebes ist unentbehrlich. Sie vervollständigt die Untersuchung und erlaubt die asymptomatischen, chronisch verlaufende, pathologische Prozesse im periapikalen Bereich zu diagnostizieren.

Die Notwendigkeit solch einer röntgenologischen Untersuchung macht die Durchführung der epidemiologischen Studien zur Prävalenz und Qualität von Wurzelkanalfüllungen sowie zur Verbreitung der apikalen Parodontitiden erheblich schwieriger als z. B. die Durchführung klinischer kariesepidemiologische Studien. In der Regel ist es nicht

vertretbar, für epidemiologische Fragestellungen solche Maßnahmen wie die Anfertigung von Röntgenbildern anzuwenden.

Die Anwendung von Übersichtsaufnahmen (Orthopantomogramme) des Kieferbereichs von Patienten erlaubt alle vorhandenen Zähne bei relativ niedrigen Strahlungsdosen darzustellen. Diese Röntgenbilder werden mittlerweile routinemäßig angewendet und eignen sich gut als Untersuchungsmaterial für endodontisch-epidemiologische Fragestellungen.

Neue Erkenntnisse über die systemischen Auswirkungen chronischer Infektionen im oralen Bereich [1, 2, 3, 4] verschieben die epidemiologische Forschung über die Verbreitung solcher pathologischer Prozessen in der Bevölkerung auf eine interdisziplinäre, fachübergreifende und letztendlich auf eine sozi-ökonomische Diskussionsebene.

Es wird offensichtlich, dass die Kenntnisse über die Prävalenz der chronischen apikalen Pathologien und Qualität der Wurzelkanalfüllungen von immenser Bedeutung sind. Sie helfen den Überblick über die Erkrankungsverteilung in der Population sowie qualitative und quantitative Defizite in der endodontischen Versorgung herauszuarbeiten und diese ggf. zu vermeiden. Diese Fragestellungen sind nicht nur von großer medizinischer Bedeutung (schließlich ist die apikale Parodontitis eine chronische Infektion im oralen Bereich), sie erlauben uns die Schwerpunkte der Behandlung sowie deren Bedarf für die Zahnmedizin des 21. Jahrhunderts in Deutschland vorherzusagen.

# 2 Literaturübersicht

## 2.1 Endodontie

Das Wort Endodontie kommt aus dem Griechischen und bedeutet „Wissenschaft über das, was sich **im** Zahn befindet“. Seit mehreren Jahrhunderten befasst sich dieser Teilbereich der Zahnmedizin mit der Ätiologie, Epidemiologie, Pathologie, Prävention und Therapie von Erkrankungen der Pulpa und des periapikalen Gewebes.

### 2.1.1 Ätiopathologie pulpaler und periapikaler Erkrankungen

Die Zahnpulpa bildet den Weichgewebskern des Zahnes. Sie steht über das *foramen apicale* sowie zumeist über laterale und interradikuläre Kanäle mit dem Parodontium und somit dem Gesamtorganismus in Verbindung. Während früher nur der Begriff der *pulpa dentis* als Synonym für das Endodont verwendet wurde, stellen indes entwicklungsgeschichtlich, biologisch und funktionell die Pulpa und das umgebende Dentin eine Einheit dar, die heute umfassender als *Endodont* bezeichnet wird [5, 6]. Histologisch besteht die Pulpa hauptsächlich aus lockerem Bindegewebe mit gelartiger Konsistenz. Es finden sich kollagene sowie präkollagene Fibrillen und Fasern, Lymph- und Blut-Gefäße, Nerven sowie verschiedene Zellen. Bei letzteren sind Fibroblasten, Odontoblasten und Abwehrzellen zu unterscheiden [7].

Durch ihre exponierte Stelle sind die Zähne und ihr Endodont mannigfachen Gefährdungen ausgesetzt. Zahlreiche pulpale Erkrankungen können die Folge sein. Eine Pulpaschädigung kann durch chemische, mechanische, bakterielle, osmotische oder thermische Reize verursacht werden.

Die Karies stellt die wichtigste Gefährdung der Pulpa dar. Die Bakterien, die eine Kariesläsion besiedeln, können eigenständig oder durch ihre Metabolite und Toxine eine Entzündung der Pulpa verursachen, die wiederum zur Nekrose der Pulpa und einer periapikalen Osteolyse führen kann. Die Schlüsselrolle der Mikroorganismen in den Pathologien der Pulpa ist ausführlich untersucht und bewiesen. So zeigten bereits die „klassischen“ Experimente von Bergenholtz und Lindhe [8], dass ein in ein Zahn eingebrachter Plaqueextrakt eine Entzündung der Pulpa verursachen kann.

Überschwellige Reize werden von der Pulpa nicht anderes als in den anderen Körpergeweben mit einer Entzündung beantwortet. Die akute Form der Pulpitis geht mit einer Proliferation der kleinen Blutgefäße [9] und Fibroblasten einher [10]. Das so entstandene Gewebe ist von Granulozyten, Makrophagen und Plasmazellen durchsetzt [11]. Wird die Körperabwehr durch einen lang anhaltenden Reiz im Entzündungsgebiet überfordert, kommt es zu einem lokalen Absterben der Pulpa – es

entsteht eine Nekrose. Die bakterielle Besiedelung ist hierbei im Wesentlichen auf diese nekrotischen Areale beschränkt. In allen anderen Pulpabereichen sind selten Mikroorganismen zu finden, sie sind als steril zu bezeichnen [11, 12, 13].

Werden die Noxen, die zu einer Pulpitis führen nicht ausgeschaltet, breitet sich die pulpale Entzündung weiter aus, um sich schließlich über das *foramen apicale* oder laterale Kanäle ins periapikale Gebiet auszudehnen. Daraufhin kann die gesamte Pulpa nekrotisch werden. In diesem Stadium können die Abwehrmechanismen des Wirtsorganismus die Mikroorganismen in der Pulpahöhle nicht mehr erreichen. Die pathogene Mikroflora kann sich ungehindert vermehren und entzündliche Reaktion an der Wurzelspitze unterhalten. Etabliert sich diese Entzündung periapikal, wird sie oftmals vom Bindegewebe abgekapselt. Es entsteht ein so genanntes apikales Granulom – eine von Lymphozyten und Plasmazellen dominierte entzündliche Infiltration [14]. Die durch Zytokine gesteuerte Migration der Prä-Osteoklasten in das periradikulare Gewebe mit anschließender osteoblastengesteuerter Proliferation und Umwandlung in reife Osteoklasten führt zu einer apikalen Knochenresorption [15], die mit einer Verzögerung von zwei bis drei Wochen in Form eines erweiterten Parodontalspaltes radiologisch erkennbar wird [16].

Eine sterile Nekrose des Pulpagewebes alleine kann keine Entzündung am Periapex auslösen. Mehrere Studien haben diese, auch als hollow–tube Hypothese bekannte Theorie widerlegt [17, 18, 19]. Auch zählt die Arbeit von Kakehashi und Mitarbeiter [20] zu den bedeutendsten Argumenten der mikrobiellen Theorie der Entstehung einer *Parodontitis apicalis*. Die Forscher evaluierten die pulpale Reaktion der Zähne bei normalen und keimfreien Laborratten auf einen bakteriellen Reiz. Die Untersucher stellten fest, dass die Pulpen der keimfreien Tiere auch im direkten Kontakt zur Mundhöhle vital blieben. Die Pulpen der unsteril aufgezogenen Tiere zeigten sich dagegen bereits 8 Tage nach der Eröffnung völlig nekrotisch und mit Zeichen einer periapikalen Parodontitis. Die Feststellung, dass eine offene Verbindung von der Mundhöhle zur Pulpa bei keimfreien Tieren weder zu einer Pulpitis noch zu einer *Parodontitis apicalis* führt, ließ keine Fragen zur Ätiologie der apikalen Parodontitis offen. Weitere Tierexperimente an Affen [21] und Hunden [22, 23] sowie klinische Studien [24, 25, 26] konnten immer wieder die Korrelation zwischen der Präsenz von Mikroorganismen im Wurzelkanal und periapikalen Entzündungszeichen bestätigen.

### 2.1.2 Systemische Auswirkung der endodontischen Infektion

Eine mikrobielle Besiedelung und Nekrose der Pulpa hat nicht nur lokale, sondern auch allgemeine Auswirkungen auf den gesamten Organismus. Diese können nach Thoden van Velzen [6] in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Infektionsausbreitung *per continuitatem*

Durch die Mobilisierung der Abwehrmechanismen im periapikalen Bereich, entsteht hier ein Gleichgewicht zwischen der schädigenden Noxe und dem Abwehrvermögen, das über Jahre bestehen kann. Sind allerdings die Mikroorganismen zu virulent oder die Körperabwehr geschwächt, kann sich die Entzündung weiter in die Weichteile, in die Gefäße, in den Sinus maxillaris sowie in die Markräume und Kompakta der Kieferknochen ausbreiten. Durch die gefährliche Nähe zu den lebenswichtigen Organen kann es zu ernsten, selbst lebensbedrohlichen Zuständen führen. In einer Beobachtung von Schulz [27] an 3314 Patienten verlief die Ausbreitung pyogener Weichteilinfektionen im maxillo-zerviko-fazialen Bereich in 5% der Fälle sehr ernst und bei 15% lebensbedrohlich. Die Mortalität betrug 0,2%.

- Allgemeine und lokale Krankheitserscheinungen in anderen Bereichen des Organismus

Die Hypothese, eine Infektion im oralen Bereich könne bestimmte systemische Erkrankungen verursachen, wurde in Arbeiten von Miller [28] und später Hunter postuliert und wird nun schon seit mehr als 100 Jahren auf den Seiten der renommierten medizinischen und zahnmedizinischen Blättern kontrovers diskutiert. 1924 hat der amerikanische Mediziner F. Billings den Prozess der Dessimination der Bakterien von einem Bereich im Organismus in die anderen mit dem Terminus „fokale Infektion“ beschrieben [29]. Jahrelang wurden die Ursachen für viele systemische Erkrankungen im dentalen Gebiet gesehen. Viele gesunde Zähne wurden als Folge extrahiert [30]. Später, als die wahre Ätiologie vieler Leiden erkannt wurde, schien die fokale Theorie an Bedeutung zu verlieren.

Erst neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Immunpathologie beleuchteten die „fokale Infektion“ aus einer anderen Sichtweise. Untersuchungen der letzten Jahre zeigten, dass die Freisetzung von Entzündungsmediatoren und Zytokinen im Rahmen einer chronischen oralen Infektion durchaus auch systemische Auswirkungen haben kann.

Die neusten klinischen Forschungsergebnisse zu diesem Thema sind jedoch äußerst

kontrovers. So berichten viele, meist epidemiologische Studien über Assoziationen zwischen chronischen oralen Erkrankungen und erhöhtem Risiko für koronare Herzkrankheit (KHK) [2, 3, 4]. Mehrere wissenschaftliche Untersuchungen fanden einen Zusammenhang zwischen dem Ausprägungsgrad einer Parodontitis und dem Risiko einer KHK [31] oder beschrieben einen Zusammenhang zwischen der Präsenz parodontaler Destruktionen und einem gehäuften Auftreten von Frühgeburten bei Schwangeren [32, 33, 34]. Andere Autoren wiederum konnten diese Beobachtungen nicht bestätigen [35, 36 37].

Die Ähnlichkeit der ätiopathologischen Prozesse bei einer marginalen Parodontitis und einer apikalen Parodontitis verleitet dazu anzunehmen, dass chronisch endodontische Erkrankungen ebenso einen Einfluss auf die systemische Gesundheit haben könnten. Die *bis dato* zu diesem Thema durchgeführte Untersuchung bestätigt zwar diese Hypothese nicht [1] zeigt aber, dass es weiterer wissenschaftlicher Erkenntnisse auf diesem Gebiet bedarf, um die Frage nach „fokalen Infektionen“ endgültig beantworten zu können.

### 2.1.3 Grundprinzipien der Therapie pulpaler Erkrankungen

Die Therapie von pulpalen Erkrankungen sollte ätiologisch ausgerichtet sein und das Ziel einer vollständigen Reinigung des Wurzelkanalsystems mit anschließendem bakteriendichtem Verschluss verfolgen. Erfolg der klinischen Maßnahmen ist von der kumulativen Wirkung von mechanischer Aufbereitung, Desinfektion und Obturation des Endodonts abhängig.

Die vollständige Kanalaufbereitung sollte erst erfolgen, nachdem die Arbeitslänge bekannt ist. Sie entspricht der Distanz zwischen koronalem und apikalem Referenzpunkt. Apikal liegt dieser idealerweise am *foramen physiologicum,* das nicht mit der anatomischen Wurzelspitze identisch ist. Mehrere mikroskopische Untersuchungen zeigten, dass in mehr als 90% aller untersuchten Zähne das *foramen physiologicum* koronal des Wurzelapex liegt und die durchschnittliche Entfernung vom *Foramen* bis zum *Apex* 0,5 bis 0,7 mm beträgt [38, 39]. Obwohl viele klinische Arbeiten sich mit der Definition einer idealen Arbeitslänge befassten, die die besten therapeutische Ergebnisse liefern soll, bleibt diese Frage weiterhin ein Streitpunkt zwischen den unterschiedlichen endodontischen Schulen. Die Verfechter auf einer Seite nehmen eine mögliche Überinstrumentierung und Verletzung des periapikalen Gewebes in Kauf und wählen den radiologischen Apex als Endpunkt der Wurzelkanalaufbereitung. Dieses, von Schilder vorgeschlagene Vorgehen soll die Reinigung des Wurzelkanals in seiner gesamten Länge ermöglichen und die absolute Entfernung des infizierten Gewebe sichern [40]. Auf der anderen Seite stehen Wissenschaftler, die die Kanalaufbereitung bis zum physiologischen Apex befürworten, der sich in der Regel im Bereich von 0 bis 2mm koronal des

radiologischen Apex befindet. Dieses Vorgehen basiert auf den Ergebnissen vieler longitudinaler Studien über den Erfolg endodontischer Behandlungen. Es wurde festgestellt, dass die Länge der Wurzelfüllungen 1-2 mm koronal des radiologischen Apex am günstigsten ist. Die zu kurzen und zu langen Füllungen zeigten hochsignifikant schlechtere Therapieergebnisse. Diese Untersuchungsdaten unterstützten die Verfechter der zweiten Gruppe und dienten dazu, die ideale Arbeitslänge im Durchschnitt 1 mm vor dem radiologischen Wurzelapex festzulegen [41, 42, 43]. Eine vor kurzem erschienene Metaanalyse, die die Korrelation zwischen der Länge der Obturation und der erreichten Therapieerfolge betrachtete, zeigte, dass die Wurzelkanäle, deren Wurzelfüllung 0 bis 1 mm vor dem Apex endete die besten Aussichten auf ein therapeutischen Erfolg haben [44].

Die Aufbereitung des komplexen Wurzelkanalsystems setzt sich aus zwei interagierenden Einzelkomponenten zusammen: die Desinfektion und Reinigung des endodontischen Hohlraumsystems und die Formgebung zur Aufnahme einer dichten, wandständigen Wurzelkanalfüllung. Dieses kann mit verschiedenen Techniken erreicht werden, Standard-Technik [45], Step-back-Technik [46] und Step-down–Technik [47] sind nur einige Beispiele. Der Einsatz neuartiger mechanischen Aufbereitungsinstrumente führt zu Optimierung der Kanalaufbereitung und ermöglicht auch in stark gekrümmten Kanälen gute, reproduzierbare Aufbereitungsergebnisse ohne iatrogene Schädigungen zu produzieren [48].

So effektiv und viel versprechend die neuen Kanalbearbeitungssysteme auch sein mögen, so ist es weiterhin unmöglich alle Bakterien zu eliminieren [49, 50, 51, 52]. Die mechanische Kanalaufbereitung wird deshalb durch chemische Aufbereitung mit antibakteriellen Lösungen ergänzt. Durch eine Spülflüssigkeit, die als Schmier- und Transportmedium wirkt, wird der Abtransport der Gewebereste aus den mechanisch unzugänglichen Bereichen des Kanalsystems erreicht und so die Effektivität der Reinigung gesteigert. Etliche Spüllösungen stehen für die Behandlung zur Verfügung. Das am meisten angewandte und effektivste Spülmittel ist Natriumhypochlorit. In unterschiedlichen Konzentrationen besitzt es neben der antimikrobiellen Wirkung auch die Eigenschaft, nekrotisches Gewebe aufzulösen [53, 54] und Lipopolysaccharide zu neutralisieren [55]. Natriumhypochlorit gilt heute als Standardmedium zur Wurzelkanalspülung.

Aber auch die chemomechanische Reinigung hat ihre Grenzen. Viele Arbeiten konnten zeigen, dass das Wurzelkanalsystem auch nach einer gründlichen Kanalaufbereitung nicht steril ist und sich häufig Restbakterien im Wurzelkanalsystem nachweisen lassen [56, 57, 58, 59]. Temporäre Anwendung von medikamentösen Einlagen mit dem Ziel eine

weitere Keimreduktion zu erreichen ermöglichen es, die bakterielle Last im Endodont weiter zu reduzieren, erlaubt allerdings nicht die absolute Sterilität des Kanalsystems zu sichern [59, 60]. Die letzte Möglichkeit einen Erfolg zu erzielen, ist die vorhandenen Keime vom periapikalen Gewebe durch eine Obturation fernzuhalten. Die Aufgabe der Wurzelkanalfüllung besteht darin, den Wurzelkanal hermetisch dicht und biokompatibel bis zum *foramen physiologicum* zu verschließen, um eine Reinfektion sowohl von koronal als auch von apikal her zu verhindern. In der endodontischen Literatur werden die verschiedenartigen Wurzelkanalfüllmethoden beschrieben. Letztendlich ist die korrekte Fülllänge, die Homogenität und Dichtigkeit der Wurzelkanalfüllung für den Langzeiterfolg von entscheidender Bedeutung [61].

## 2.2 Radiologie in der Endodontie

Der Zahnarzt ist im Rahmen der endodontischen Behandlung zur Diagnostik, für die Längenbestimmung, eine Verlaufskontrolle oder zur Erfolgsbeurteilung auf radiologische Maßnahmen angewiesen. Röntgenbilder liefern Informationen über Anatomie, die Zahl, Form und Länge der Wurzeln und Wurzelkanäle sowie Krankheitsprozesse in Pulpa und Periapex. Es stehen mehrere Röntgenuntersuchungstechniken mit verschiedenen Indikationen zur Verfügung [62].

1. Intraorale Aufnahmen (Zahnfilme, Bissflügelaufnahmen, Aufbissaufnahmen).
2. Extraorale Aufnahmen (Übersichtsaufnahmen des Ober- oder Unterkiefers).
3. Panoramaaufnahmen (Panoramaschichtaufnahmen).

Obwohl die Anwendung von intraoralen Zahnfilmen zur Dokumentation und Verlaufskontrolle einer konservierenden oder prothetischen Behandlung in der Zahnmedizin weiterhin unverzichtbar bleibt, erlangen die Panoramaüberschichtaufnahmen immer mehr an Bedeutung. Sie sind mittlerweile zu einem sicheren diagnostischen Hilfsmittel bei Beginn einer systematischen zahnärztlichen Therapie geworden. Für endodontisch-epidemiologische Fragestellungen sind die Übersichtsaufnahmen gut geeignet.

### 2.2.1 Prinzip der Orthopantomographie, ihre Vor- und Nachteile

Die Panoramaschichtaufnahme wurde aus der Tomographie entwickelt und folgt deshalb in jeder Beziehung den Prinzipien der Schichtaufnahmetechnik. 1954 entwickelte Paatero den ersten Orthopantomographen, bei dem sich die Röntgenröhre und Filmkassette um den Kopf des Patienten bewegten. Die Darstellung einer Schicht ergibt sich dadurch, dass nur die Stellen des Objekts scharf abgebildet werden, die mit der gleichen linearen Geschwindigkeit vom Strahlenbündel durchlaufen werden, mit der sich der Film bewegt. Anteile des Objektes, die bezogen auf den Strahlgang davor oder dahinter liegen, werden mit niedrigerer bzw. mit höherer Geschwindigkeit projiziert und damit verwischt [62, 63].

Die so entstandene Aufnahme (Orthopantomogramm, OPTG) bietet dem Untersucher eine umfassende Darstellung der knöchernen Strukturen des Kausystems. Sie liefert nicht nur eine panoramaartige Abbildung aller Zähne, sondern auch einen Überblick über den gesamten Unterkiefer und Kieferhöhle einschließlich der Kiefergelenke. Hierbei werden häufig pathologische, klinisch asymptomatische Prozesse gefunden [64].

Ein Vorteil der Orthopantomographie besteht in der relativ niedrigen Strahlenbelastung für

den Patienten. Im Vergleich zu einem intraoralen Einzellbildstatus (radiologische Darstellung aller Zähne mittels 14 intraoraler Einzellbilder) sind die Werte der Hautoberflächendosis am Kopf mindestens zehnmal geringer. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass rechte und linke Seite getrennt abgebildet werden und damit ein Seitenvergleich möglich ist. Werden die durchschnittlichen Zeiten angeschaut, die für die Anfertigung der Aufnahmen benötigt werden, wird festgestellt, dass man bei einem Orthopantomogramm durchschnittlich 2 Minuten und 31 Sekunden braucht, wogegen ein Röntgenstatus circa 5 Minuten und 36 Sekunden in Anspruch nimmt [63].

Leider stellt ein OPTG eine zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Objektes dar. Dies kann zu Überlagerungen der in einer Schicht gelegenen skelettalen Strukturen, aber auch von Weichgewebe und lufthaltigen Räumen führen, die sich als scheinbare Dichtenunterschiede der Knochen darstellen. Neben Geräte- und Bedienungsfehlern sind es Doppeldarstellungen und durch die Verstärkerfolien bedingte Einbußen an Detailschärfe, die zum Verlust an diagnostisch auswertbaren Bildanteilen führen [65]. Die zusätzliche Schwächung der Röntgenstrahlen durch Absorption durch die Wirbelsäule führt zur Entstehung eines Röntgenschattens, was unvermeidlich zu Befundeinbußen im Frontzahnbereich führt [62, 64, 66]. Ständige Weiterentwicklung der technischen Hilfsmittel, sowie die Möglichkeit einer digitalen Bildverarbeitung versuchen die Handicaps der Schichtaufnahmen zu eliminieren und bringen eine kontinuierliche Verbesserung in der Bildqualität mit sich.

### 2.2.2 Orthopantomogramm versus Zahnfilm in der Diagnostik der apikalen Veränderungen

Seit der Einführung der Orthopantomographie in Klinik und Praxis haben sich mehrere Untersuchungen damit befasst festzustellen, ob dieses Röntgenverfahren ebenso gut wie die konventionelle Zahnfilmtechnik geeignet ist pathologische Befunde im Kieferbereich zu diagnostizieren. Einerseits, wie schon oben erwähnt, bietet die Orthopantomographie den Vorteil, bei geringer Strahlenexposition und minimalem Bedienungsaufwand schnell eine panoramaartige Abbildung von Ober- und Unterkieferzähnen zu erhalten, andererseits wurde deutlich, dass aufnahmetechnisch bedingt Fehler und Irrtümer bei der Auswertung dieser Röntgenbilder auftreten können [65].

Viele Forschungsgruppen hatten die Möglichkeiten und Grenzen von Übersichtsaufnahmen in der Darstellung von periapikalen Läsionen untersucht, wobei der intraorale Röntgenstatus stets als ein Goldstandard zum Vergleich diente.

Über eine weitgehende Korrelation der Befunde bei beiden radiologischen Techniken berichtete die Untersuchung von Freitag und Weber [64]. Die Forscher verglichen die

Röntgendarstellung der periapikalen Region von 1022 Zähnen auf OPTG´s und auf Zahnfilmen und stellten eine gleiche Häufigkeit osteolytischer Prozessen in beiden fest. Der periapikale Status der untersuchten Zähne wurde in allen Kieferregionen mit Ausnahme der Frontzähne im Oberkiefer identisch bewertet.

Eine identische Untersuchung von Ahlqwist *et al*. [67] evaluierte die Reproduzierbarkeit von Schichtaufnahmen im Vergleich zu intraoralen Röntgenbildern in der Diagnostik periapikaler Gesundheit. Die Forschergruppe konnte eine Sensitivität bei der Auswertung von OPTG-Aufnahmen von 76 % bei den einwurzeligen Zähnen und von 90% bei den mehrwurzeligen Zähnen zeigen. Eine weitere Studie von Molander *et al*. [68] ergab eine Übereinstimmung der apikalen Diagnose beim Vergleich von Panoramaaufnahmen und Einzellbildern in 96% der Fälle. Diese Ergebnisse wurden von anderen Forschungsgruppen bekräftigt. Sie fanden oft leichte, allerdings statistisch nicht signifikante Unterschiede in den Diagnostikmöglichkeiten von Schichtaufnahmen im Vergleich zu intraoralen Aufnahmen [69, 70].

Deutlich schlechtere diagnostische Aussagekraft von OPTG-Aufnahmen für eine endodontische Diagnostik zeigten dagegen Grasser und Barth [66]. In einer Studie an 845 Zähnen fanden sie eine Befundübereinstimmung zwischen Orthopantomogrammen und Einzellbildern bei posterioren Zahngruppen zwischen 55 bis 63% und bei den anterioren Zähnen zwischen 52 bis 56%. Einige andere Autoren berichten darüber, dass periapikale Läsionen in Schichtaufnahmen weniger häufig diagnostiziert werden als auf Einzelbildern. Diese Tendenz der Unterbewertung der Prävalenz von periapikalen Läsionen auf Orthopantomogrammen im Vergleich zu den Einzel-Staaten wird von mehreren Wissenschaftlern bestätigt [71, 72]. Einige Forschungsarbeiten zeigten stärkere Unterschiede in der diagnostischen Interpretation zwischen den Untersuchern bei der Auswertung von OPTG´s als bei der Auswertung von intraoralen Einzellbildern [73].

Schlussfolgernd lässt sich folgendes sagen: Die Panoramaschichtaufnahme ist in der Diagnostik periapikaler Prozesse dem Zahnfilm nicht immer und ohne weiteres unterlegen, sondern kann in vielen Fällen und in Abhängigkeit von der betroffenen Region der Kiefer eine ebenso brauchbare Röntgendarstellung ergeben. Unter diesem Aspekt und unter Berücksichtigung der beträchtlichen Reduktion der Strahlenbelastung, sowie des Zeitaufwandes sind die Orthopantomogrammaufnahmen für endodontisch-epidemiologische Studien, wo es darum geht so viel wie möglich Information bei so wenig wie möglich Strahlenbelastung zu bekommen, geeignet zu bezeichnen. Für die feine, detailreiche radiologische Diagnostik im Rahmen der praktischen endodontischen Maßnahmen war und bleibt allerdings auch weiterhin der intraorale Einzellbild unentbehrlich.

### 2.2.3 Die Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit der periapikalen Radiographie

Da Röntgenaufnahmen nicht gelesen, sondern interpretiert werden, fließt eine zusätzliche und entscheidende Größe in die Auswertung der Aufnahmen mit ein - nämlich der Untersucher. Dementsprechend werden verschiedene den Untersucher beeinflussende Faktoren, wie sein physiologischer und psychologischer Zustand, seine Erfahrung, sowie Zeitpunkt der Auswertung einen bedeutenden Einfluss auf das Ergebnis der Untersuchung haben [74].

Das komplizierte diagnostische Puzzle der periapikalen Veränderungen wird aus den einzelnen Bausteinen, nämlich der Qualität des Röntgenbildes, der Wahrnehmung des Sehorgans, dem Wissen und schließlich der Entscheidung des Betrachters zusammengefügt [75]. Derselbe Untersucher kann dementsprechend bei wiederholter Interpretation zu unterschiedlichen diagnostischen Ergebnissen am selben Bild kommen (im Englischen als „*Intraobserver variation“* bezeichent), beziehungsweise die Ergebnisse sind von verschiedenen Untersuchern, die dasselbe Bild auswerten nicht immer deckungsgleich (im Englischen als „*Interobserver variation“* bezeichnet).

#### *2.2.3.1 Diskrepanz zwischen unterschiedlichen Untersuchern - Interobserver Varibility (IEV)*

Schon Anfang der siebziger Jahre wurden die ersten Untersuchungen zu diesem Thema publiziert. Bei Goldman *et al.* [74] wurden 253 zufällig ausgesuchte Röntgenbilder von Zähnen (sowohl endodontisch behandelt als auch nicht behandelt) sechs Zahnmedizinern unabhängig von einander zur Beurteilung der periapikalen Gesundheit vorgestellt. Am Ende der Studie wurde die diagnostische Übereinstimmung von allen Untersuchern in jedem einzelnen Fall kontrolliert.

Weniger als die Hälfte der Fälle wurden von allen sechs Untersuchern identisch diagnostiziert. Die Diagnose-Übereinstimmung betrug nur 47%. Die Untersuchung wurde nun fortgesetzt. Diesmal sollten die Zahnärzte nur die endodontisch behandelten Zähne betrachten und beurteilen, wie viele eine periapikale Aufhellung hatten. Die Übereinstimmung fiel wieder mit weniger als 50% aus. Nun reduzierten die Untersucher die Anzahl der in der Studie teilnehmenden Personen auf drei und teilten die 6 Ärzte in zwei Gruppen zu je 3 Personen. Die IEV erreichte diesmal „ganze“ 63% in der Gruppe von ersten drei und von 60% in der Gruppe der nächsten drei. In der genauen Betrachtung der Ergebnisse fiel den Forschern auf, dass die Untersucher, die eine große Anzahl der Patienten selbst behandelt hatten mehr Fälle als „erfolgreich abgeschlossen“ bewerteten. Es wurde deutlich, dass sowohl die individuelle Einstellung des Zahnarztes

als auch seine Objektivität die Beurteilung der periapikalen Gesundheit beeinflussen können.

Die Folgepublikationen mit ähnlichen Designs bekräftigten das Problem der diagnostischen Dissonanz in der Endodontie. Bei Reit und Hollender [75] bewerteten sechs Untersucher den periapikalen Status an 119 endodontisch versorgten Wurzeln. Die Interindividuelle Diskrepanz fiel auch hier jeweils mit 37% für den gesunden und mit 27 % für den pathologischen Periapex sehr stark auf. In einer Untersuchung von Zakariasen *et al*. [76] sollten vier Endodontisten unabhängig von einander den Gesundheitszustand von 330 endodontisch behandelten Zähne radiologisch beurteilen. Die IEV erreichte in dieser Untersuchung 38 % und war nach weiterer Differenzierung der Fälle sowohl von der anatomischen Lage der Zähne als auch von der technischen Qualität der Röntgenbilder unabhängig.

In der Intention die diagnostische Aussagekraft der Röntgenbilder in der Endodontie zu standardisieren und eine bessere Übereinstimmung zu erreichen wurden eine Reihe weiteren Untersuchungen gestartet.

Reit und Hollender [75] stellten fest, dass eine bessere Übereinstimmung zwischen den Untersuchern erreicht wird, wenn sie vor dem Experiment untereinander kalibriert werden. Die strenge Definition der Kriterien führt zu einer Reduktion der interindividuellen Diskrepanzen [77]. Eckerbom *et al.* [78] erzielten eine Minimierung falscher Diagnosen und eine bessere Übereinstimmung durch vorher festgelegte und streng einzuhaltende Bewertungskriterien, sowie eine Kalibrierung der Untersucher vor der Auswertung. Das wiederholte Üben und gemeinsame Besprechen der diagnostisch schwierigen Fälle bei der Auswertung erlaubte fragliche Grenzfälle besser einzuordnen und dadurch beste Ergebnisse zu erreichen [79, 80, 81].

Die Untersuchung von McCaul *et al*. [82] befasste sich mit dem Thema, welchen Einfluss die Erfahrung und der jeweilige Tätigkeitsschwerpunkt auf die Entscheidungsfindung bezüglich der Diagnostik im periapikalen Bereich hat. Spezialisten der Endodontie, Oralchirurgie, Prothetik sowie allgemeintätige Zahnmediziner unterschiedlicher Berufsalter sollten 20 radiologische Aufnahmen auf die Ab- bzw. Anwesenheit einer apikalen Radioluzenz untersuchen. Es wurde gezeigt, dass die Spezialisten der Endodontie in ihrer Diagnose signifikant häufiger eine Übereinstimmung fanden als die anderen Zahnmedizinergruppen. Die Spezialisten der anderen Gebiete der Zahnheilkunde erreichten die zweitbesten IEV vor den allgemeintätigen Zahnärzten. Die Untersuchung fand außerdem heraus, dass die Ausdehnung der periapikalen Läsion entscheidend die Auswertung beeinflusste. Die großen, auf dem Röntgenbild gut erkennbaren Radioluzenzen wurden von allen Zahnmedizinern mit den besten

Übereinstimmungsquoten erkannt.

Es wurde nach weiteren Faktoren, die die Interpretation eventuell beeinflussen können von Wissenschaftlern untersucht. Die Gruppe von Patel *et al* analysierte die Auswirkung der optischen Umgebung auf die radiologische Auswertung [83]. Es stellte sich heraus, dass die beste Spezifität und Sensitivität (jeweils 78%) für periapikale Veränderungen in einem verdunkelten Raum mit Hilfe eines Röntgenbetrachters zu erzielen waren. Die Optimierung der Sensitivität der Auswertung wurde zusätzlich durch den Einsatz von Vergrößerungshilfen erreicht.

Die Einführung der digitalen Radiographie und der Computer-unterstützten Bildverarbeitung hat zu einer Reihe von Vergleichen mit der konventionellen Röntgenologie geführt. Die bis *dato* publizierten Studien zeigen zwar eine Gleichwertigkeit beider Verfahren auf dem Gebiet der periapikalen Diagnostik. Sie demonstrieren allerdings keine Verbesserung der Diagnostik durch die digitale Bildbearbeitung [84, 85, 86].

#### *2.2.3.2 „Intraobserver variability“ (IAV)*

Interpretiert dieselbe Person gleiche Röntgenbilder zu zwei verschiedenen Zeitpunkten, sollte zu erwarten sein, dass die Auswertungsergebnisse übereinstimmen. Wie allerdings einige Studien zeigten, ist dies nicht immer der Fall. In der Fortsetzung der von Goldmann im Jahr 1972 publizierten Studie (siehe 2.2.3.1.) ließen die Forscher drei von sechs ehemaligen Studienteilnehmern dieselben Röntgenbilder nach zwei Jahren erneut auswerten. Die Gegenüberstellung der eigenen Auswertungsergebnisse für jeden Studienteilnehmer nach zwei Jahren zeigte eine Übereinstimmung der Diagnosen in 72 bis 88% der Fälle [87]. Eine Folge-Untersuchung von Zakariasen *et al*. präsentierte ähnliche Ergebnisse Die IAV Werte lagen bei 70 bis 87% bei 4 Studienteilnehmern [76].

In der Untersuchung von Molven *et al.* [80] ließen die Forscher je einen Spezialisten für Endodontie und Radiologie den apikalen Status von 257 endodontisch behandelten Wurzeln untersuchen. Die wiederholte Auswertung nach 10 bis 17 Jahren sollte die individuellen Diagnostikunterschiede über die Zeit kontrollieren. Es wurden sehr gute IAV-Werte von 83% erzielt. Die Autoren erklären solche Ergebnisse durch die lange Berufserfahrung und Übung der Untersucher sowie durch die gute Qualität der Röntgenbilder.

## 2.3 Behandlungserfolg in der Endodontie

### 2.3.1 Methoden der Beurteilung

Zur Beurteilung des Erfolges einer Wurzelkanalbehandlung stehen generell drei Möglichkeiten zu Verfügung. Es können klinische oder radiologische Zeichen einer periapikalen Entzündung untersucht werden oder es kann schließlich eine histologische Untersuchung des periradikulären Gewebes vorgenommen werden.

Die klinische Kontrolle hat bei Vorliegen einer apikalen Parodontitis eine sehr unsichere und nicht ausreichende diagnostische Relevanz. Einerseits sind bestehende klinische Beschwerden, wie Schmerzen, Schwellung oder Fisteln ein ziemlich sicheres Zeichen für einen Misserfolg. Andererseits ist das Fehlen solcher klinischer Symptome kein Indiz dafür, dass eine Entzündungsfreiheit des Periapex vorliegt [88, 89]. Nicht desto trotz definierten Seltzer *et al.* [90], einen klinisch beschwerdefreien und funktionstüchtigen endodontisch behandelten Zahn als Erfolg, unabhängig von seinem radiologischen Befund.

Die röntgenologische Kontrolle ist eine der am häufigsten angewandten Methoden. Der radiologisch sichtbare entzündungsbedingte Mineralverlust im periradikulären Knochen dient oft als Hinweis auf eine in diesem Bereich ablaufende Entzündung. Ein radiologisch intakt erscheinendes Bild des periapikalen Knochens wird daher oft als Beweis für den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung dargeboten.

Die röntgenologische Diagnostik hat allerdings ihre Grenzen und Einschränkungen. Die Dicke der *lamina corticalis,* die Größe der Läsion, ihre Lage im Knochen – *corticalis oder spongiosa* – und schließlich die Projektion der Röntgenstrahlen - sind Faktoren, die die Darstellung eines pathologischen Prozesses periradikulär beeinflussen, was in mehreren *in vitro* Versuchen nachgewiesen wurde [91, 92, 93, 94]. Die Ergebnisse einiger Tierexperimente zeigen allerdings eine relativ hohe Übereinstimmung zwischen den radiologischen und histologischen Befunden [22, 95]. Beim Menschen dagegen zeichnet sich eine klare Unterbewertung des pathologischen Zustandes durch die Röntgenologie aus [96]. So zeigt die Untersuchung von Barthel *et al*. [97], dass eine radiologisch sichtbare Radioluzenz zwar in 81% mit einer Entzündung korrelierte; lag jedoch eine nicht diagnostizierte Radioluzenz vor, so war der Periapex nur zu 67% entzündungsfrei.

Es wird offensichtlich, dass letztlich die histologische Untersuchung als sichere Methode die Frage nach dem Erfolg über das Vorliegen einer periapikalen Entzündung und damit über Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung beantworten kann. Andererseits ist es auch

verständlich, dass aus ethischen Gründen solche Untersuchungen von höchstem Evidenzniveau nur auf Einzellfälle beschränkt bleiben [90, 96, 98, 99] und in der täglichen Praxis nicht praktikabel sind.

Die meisten Studien beurteilen daher die Ergebnisse endodontischer Maßnahmen, indem klinische und radiologische Befunde herangezogen werden.

### 2.3.2 Kriterien der Beurteilung

Strindberg [42] war einer der ersten, der Kriterien zur Beurteilung endodontischer Behandlungen eingeführt hat. In seiner longitudinalen Studie evaluierte er 529 wurzelkanalgefüllte Zähne basierend auf klinischen und radiologischen Befunden. Klinisch war jede therapierte Wurzel ein Erfolg, falls keine Beschwerden vorlagen, radiologisch kamen folgende Kriterien zur Bewertung:

Als **Erfolg** wurde jede Behandlung definiert, bei der die Wurzel:

a) einen nach Kontur, Weite und Struktur unauffälligen Parodontalspalt aufwies oder

b) einen nur um überstopftes Wurzelfüllmaterial geringfügig erweiterten Parodontalspalt aufwies

als **Misserfolg** wurde eine Behandlung definiert, bei der sich:

a) eine seit Beginn der Behandlung nur etwas kleiner gewordene periapikale Aufhellung,

b) eine gleich gebliebene periapikale Aufhellung,

c) eine seit Behandlungsbeginn neu entstandene oder sich seitdem vergrößert habende periapikale Aufhellung präsentierte

und als **unsicher** wurden Behandlungsergebnisse definiert, bei denen die Wurzeln:

a) nicht eindeutig erkennbar oder technisch unbefriedigend gefüllt waren, ohne dass eine Revision möglich war

   oder bei denen

b) der Zahn vor der Kontrolluntersuchung wegen einer nicht erfolgreichen Behandlung einer anderen Wurzel extrahiert wurde.

Reit und Gröndal [77] entwickelten einen weiteren Index zur radiologischen Beurteilung der periapikalen Region. Der so genannte *Periapical Probability Index* (PRI) versucht die

qualitative Bewertung des Periapex zu ermöglichen. Folgende Bewertungsstufen wurden eingeführt:

PRI 1: sicher kein pathologischer Befund
PRI 2: wahrscheinlich kein pathologischer Befund
PRI 3: pathologischer Befund unsicher
PRI 4: wahrscheinlich pathologischer Befund
PRI 5: sicherer pathologischer Befund

Im Jahr 1967 versuchte Brynolf [100] die radiologische Auswertung der apikalen Veränderungen durch histologische Befunde zu verifizieren. Als Ergebnis dieser Untersuchung entstand eine sehr detaillierte siebenstufige Skalierung der möglichen röntgenologischen periapikalen Befunde auf histologischer Basis. Ørstavik übernahm die histologisch-radiologische Graduierung von Brynolf als Grundlage für das Erstellen eines neuen Index zur Bestimmung der apikalen Parodontitis, der „periapikale Index“ oder PAI [101]. Der Index gibt fünf eindeutig definierte Kategorien wobei in der Studie jede Kategorie durch einen bzw. zwei Röntgenbilder aus der Brynolf-Untersuchung als visuelle Referenz präsentiert wird.

1. definitiv keine apikale Parodontitis vorhanden
2 wahrscheinlich keine apikale Parodontitis vorhanden
3. unsicher, ob eine apikale Parodontitis vorhanden ist
4. wahrscheinlich eine apikale Parodontitis vorhanden sowie
5. definitiv eine apikale Parodontitis vorhanden

Die Diagnosestellung basiert somit im Gegenteil zu allen anderen Indizes auf dem Vergleich der zu beurteilenden Aufnahme mit den „Referenz-Bildern“ aus der hisologisch-radiologischen Reihe von Brynolf. So wird bei jedem beliebigen Zahn eine histologisch basierte standardisierte Einschätzung des periapikalen Status ermöglicht.

Der Einsatz moderner Materialien und Techniken in der Endodontie führte zur Entwicklung von neuen, objektiven Methoden zu Beurteilung von periapikalen Veränderungen, um so den Einfluss der Untersucher so stark wie möglich zu reduzieren [102, 103]. Die computerunterstützte densitometrische Methode mit digitaler Verarbeitung erlaubt sehr genau und vor allem frühzeitig den Verlauf der periapikalen Entzündung zu evaluieren und zeigt eine starke Korrelation mit den histologischen Befunden [104] und bewerten Methoden [105].

Mannigfache Studien basieren ihre Auswertung auf verschiedenen Auswertungskriterien. Leider konnte sich bis *dato* kein allgemein anerkannter Index etablieren, was abschließende Vergleiche der Studien nur begrenzt ermöglicht.

## 2.4 Endodontische Epidemiologie

Epidemiologie ist die quantitative Erforschung der Verteilung und der Determinanten (Risikofaktoren) von Krankheiten (oder allgemeiner gefasst von Gesundheitszuständen) in Bevölkerungen und die Anwendung der Erkenntnisse auf die Kontrolle (Prävention und Behandlung) von Krankheiten [106].

### 2.4.1 Querschnittstudien zur Prävalenz der endodontischen Behandlung, Qualität der Wurzelkanalfüllungen und apikalen Pathologie

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche epidemiologische Studien mit Querschnittdesign über die Prävalenz der apikalen Parodontitis und den endodontischen Versorgungsgrad mit Bewertung der Qualität publiziert. Die Ergebnisse sind genauso heterogen wie die Konstellationen der Studiendesigns, Fragestellungen, sowie der Patientenauswahl. Zur besseren Übersicht sind die wichtigsten Ergebnisse der internationalen endodontisch-epidemiologischen Studien in der Tabelle 2.1 zusammengefasst. Epidemiologische Untersuchungen aus dem deutschen Raum werden gesondert detailliert im Kapitel 2.4.1.1 abgehandelt.

Tab. 2.1: internationale epidemiologische Studien über die Prävalenz der apikalen Parodontitiden und endodontischer Versorgung (AP – apikale Parodontitis, WF – Wurzelkanalfüllungen)

| Land | Studie | Pat. zahl | Zahn-zahl | Radiol. Unter-suchung | AP (%) | WF (%) | WF mit AP (%) | Population |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **USA** | Buckley & Spångberg., 1995 [107] | 208 | 5272 | Oraler Rö-Status | 4,1 | 5,5 | 31,3 | Patienten der Universität Conneticut |
| **Canada** | Dugas *et al*., 2003 [108] | 610 | 16148 | Oraler Rö-Status oder OPTG | 3,1 | 2,5 | 45,4 | Patienten aus der Universitätskliniken Toronto und Saskatchewan |
| **Irland** | Loftus *et al*., 2005[109] | 302 | 7427 | OPTG | 2,0 | 2,0 | 25 | Einwohner von Dublin |
| **Schottland** | Saunders *et al*., 1997 [110] | 340 | 8420 | Oraler Rö-Status | 4,9 | 5,6 | 58,1 | Patienten der Universität Dundee und Glasgow |
| **Frankreich** | Lupi-Pegurier *et al*., 2002 [111] | 344 | 7561 | OPTG | 7,3 | 18,9 | 31,5 | Patienten der Universität Nizza |
| **Frankreich** | Boucher *et al*., 2002 [112] | 208 | 5357 | Oraler Rö-Status | 7,4 | 19,1 | 29,7 | Patienten der Universität Paris |
| **Belgien** | De Moor *et al*., 2000 [113] | 206 | 4617 | OPTG | 6,6 | 6,8 | 40,4 | Patienten der Universität Gent |
| **Niederlande** | De Cleen *et al*., 1993 [114] | 184 | 4196 | OPTG | 6,0 | 2,3 | 39,2 | Patienten der Universität Amsterdam |
| **Schweiz** | Imfeld *et al*., 1991 [115] | 143 | 2004 | OPTG und Einzell-bilder | 8,4 | 20,3 | 30,5 | 66jährige Einwohner Zürichs |
| **Deutschland** | Weiger *et al*., 1997 [116] | 323 | 7897 | OPTG und Einzell-bilder | 3,0 | 2,7 | 61,0 | Patienten einer Praxis für Oralchirurgie in Stuttgart |
| **Deutschland** | Hülsman *et al*., 1991 [117] | 200 | 4845 | OPTG | / | 3,2 | 60,0 | Patienten der Universität Göttingen |
| **Weißrussland** | Kabak & Abbott, 2005 [118] | 1423 | 31212 | OPTG | 12 | 20 | 45 | Patienten der Universität, Minsk |
| **Litauen** | Sidaravicius *et al*., 1999 [119] | 147 | 3892 | OPTG und Einzell-bilder | 7,2 | 8,2 | 35,0 | 35-44 jährige Einwohner von Vilnius |
| **Griechenland** | Georgopoulou *et al*., 2005 [120] | 320 | 7664 | Oraler Rö-Status | 13,6 | 9,2 | 60 | Patienten der Universität von Athen |
| **Spanien** | Jiménez-Pinzón *et al*., 2004 [121] | 180 | 4453 | Oraler Rö-Status | 4,2 | 2,0 | 64,5 | Patienten der Universität Sevilla |
| **Portugal** | Marques *et al*.,1998 [122] | 179 | 4446 | OPTG | 2,0 | 1,5 | 21,7 | 30-39 alte Einwohner von Porto |
| **Dänemark** | Kirkevang *et al*., 2001 [123] | 614 | 15984 | Oraler Rö-Status | 3,4 | 4,8 | 52,2 | Bewohner von Aarhus |
| **Norwegen** | Hansen & Johanssen, 1976 [124] | 111 | 2981 | OPTG | 1,5 | 3,4 | 46 | 35jährige Einwohner von Oslo |
| **Norwegen** | Eriksen *et al*., 1995 [125] | 141 | 3917 | OPTG | 1,4 | 3,4 | 25,6 | 35jährige Einwohner von Oslo (1983) |
| **Norwegen** | Eriksen *et al*., 1995 [125] | 118 | 3282 | OPTG und Einzell-bilder | 0,6 | 1,3 | 38,1 | 35jährige Einwohner von Oslo (1993) |
| **Schweden** | Allard & Palmqvist, 1986 [126] | 183 | 2567 | Oraler Rö-Status | 9,8 | 17,6 | 27,0 | 65jährige und älter |
| **Schweden** | Bergström *et al*., 1987[127] | 250 | 6593 | Oraler Rö-Status | 3,5 | 6,5 | 28,8 | Stadteinwohner |
| **Schweden** | Eckerbom *et al*., 1987 [128] | 200 | 4889 | Oraler Rö-Status | 5,2 | 13,0 | 26,4 | Einwohner von Lulea |
| **Schweden** | Eckerbom *et al*., 1989 [129] | 200 | 4672 | Oraler Rö-Status | 5,6 | 14,7 | 21,5 | Gleiche Patienten wie oben, 5-7 Jahre danach |

#### *2.4.1.1 Deutschland*

Im Vergleich zu einigen anderen Ländern ist das Datenmaterial in Deutschland auf wenige Untersuchungen aus den diversen Regionen eingeschränkt. Im Folgenden werden die publizierten Ergebnisse vorgestellt.

Häufigkeit, Verteilung und Qualität der endodontischen Versorgung wurden anhand von 200 Orthopantomogrammen von Patienten der parodontologischen Abteilung der Universitätsklinik Göttingen untersucht [117]. Der Zustand der periapikalen Region wurde mit Hilfe des *Periapical Probability Index* (PRI) nach Reit und Gröndahl bewertet [77]. 3,2% von insgesamt 4845 Zähnen waren endodontisch behandelt. In 60% der Fälle wiesen diese Zähne eine periapikale Transluzenz auf.

Die Qualität der endodontischen Versorgung wurde folgendermaßen befundet. 87% der Wurzelkanalfüllungen endeten mehr als 2mm vor dem Apex und mehr als 60% zeigten Mängel in der Homogenität der Versorgung.

Eine der wenigen international publizierten Studien zur epidemiologischen Fragestellung aus Deutschland stammt von Weiger *et al*. [116]. Die Arbeitsgruppe untersuchte die endodontische Versorgung der Patienten einer oralchirurgischen Praxis im Zentrum von Stuttgart. 323 neue Patienten wurden klinisch und radiologisch (OPTG und/oder Einzelbild) von 2 Zahnärzten untersucht. Das mittlere Alter der Untersuchten betrug 35,2 Jahre. Insgesamt zeigten 3% der untersuchten Zähne entzündliche Zeichen am Periapex. Von 7897 untersuchten Zähnen waren 2,7% wurzelkanalbehandelt, 61 % davon wiesen eine periapikale Veränderung auf.

Die Qualität der untersuchten Versorgung wurde nur in 14% als adäquat bezeichnet, wobei sowohl die Länge als auch die Homogenität der Versorgung berücksichtigt wurde. 66% der Wurzelkanalfüllungen waren schlecht kondensiert, 56% endeten kürzer als 2mm vor dem Apex und 8,3% waren überfüllt.

Einige Wissenschaftler sind der Frage der Veränderung der endodontischen Behandlungsstandards über die Zeit nachgegangen. Wiederholte Querschnittsstudien wurden publiziert.

Klimek *et al*. [130] eruierten retrospektiv die Häufigkeit und Qualität der endodontischen Versorgung bei jeweils 500 Patienten der Universität Gießen der Jahrgänge 1983 und 1991 und verglichen sie miteinander. Prävalenz der wurzelkanalgefüllten Zähne ist von 3,2% im Jahr 1983 auf 4,6% im Jahr 1991 angestiegen. Signifikante Unterschiede fanden sich hinsichtlich der Länge sowie der periapikalen Staten in beiden Jahrgängen. Wenn 1983 35,8% der Kanäle auf eine adäquate Länge obturiert waren, stieg diese Zahl im Jahr

1991 auf 56,9% an. Die Homogenität der Wurzelkanalfüllungen, bei etwa 50% der Füllungen nicht ausreichend, blieb unverändert. Der apikale Status der endodontisch versorgten Zähne dagegen erfuhr in dem Untersuchungszeitraum eine signifikante Verbesserung. 1983 lag in der periapikalen Region bei 56,9% der Zähne ein pathologischer Befund vor, 1991 sankt dieser Anteil auf 45,8%.

In einer von Schulte *et al*. [131] an der Marburger Klinik durchgeführten Studie mit ähnlichem Design (Vergleich der Jahrgänge 1983 und 1992) betrug der Anteil der Patienten mit endodontisch versorgten Zähnen 1983 noch 26,8% und 1992 bereits 35,8%. Bei den 50 bis 70jährigen stieg der Anteil von 17,6% auf 33,3%. Die Prävalenz der apikalen Veränderung veränderte sich im Gegensatz zu den Untersuchungen von Klimek nur unwesentlich. So waren 1983 14,4% wurzelkanalbehandelten Zähne apikal pathologisch behaftet und 1993 13,7%. Beim Vergleich der technischen Qualität wurde ein mehr oder minder gleich bleibender Anteil an adäquat obturierten Kanälen festgestellt.

Eine weitere epidemiologische Untersuchung kommt aus der Arbeitsgruppe von Hülsmann und analysiert jeweils 100 Orthopantomogramme einzelner Jahrgänge zwischen 1976 und 1993 [132]. Die Erstpatienten der Universitätsklinik Göttingen wurden in die Auswertung eingeschlossen. Der Zustand der periapikalen Region wurde für alle vorhandenen Zähne mit Hilfe des PRI nach Reit und Gröndahl bewertet. Das Durchschnittsalter der Patienten schwankte zwischen 26,6 (1985) und 41,5 Jahren (1991). Der Anteil an endodontisch behandelten Zähnen lag zwischen 1,8% (1977) und 4,1% (1991) der bewerteten Zähne. Der apikale Status der endodontisch versorgten Zähne schwankte zwischen 13,6% der pathologischen Befunde im Jahr 1987 bis 40,6% im Jahr 1983. Bei der Auswertung der technischen Qualität der obturierten Kanäle zeigte sich, dass durchgängig mehr als die Hälfte der begutachteten Wurzelkanalfüllungen zu kurz und ebenfalls in mehr als 50% der Fälle die Homogenität der Füllung schon röntgenologisch unzureichend war. Die Autoren konnten keine Entwicklungstendenzen aus der vergleichenden Auswertung entnehmen.

# 3 Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden retrospektiven Querschnittsuntersuchung war es, die Prävalenz der apikalen Parodontitis und die Häufigkeit der endodontisch behandelten Zähne in einer Berliner Population zu evaluieren.

Die im Rahmen der radiologischen Auswertung erfolgte Beurteilung der Qualität von endodontischen Maßnahmen sollte Auskunft über die zum Zeitpunkt der Anfertigung der Röntgenaufnahmen üblichen endodontischen Behandlungsstandards geben.

Nebst diesen Fragestellungen wurde versucht zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen der Güte der koronalen Versorgung von endodontisch behandelten Zähne und der Prävalenz von apikalen osteolytischen Prozessen möglich ist.

# 4 Material und Methoden

## 4.1 Untersuchungsmaterial

### 4.1.1 Patientenkollektiv

Das Untersuchungsgut bestand aus 742 klinischen „Neuzugängen“ aus den Jahren 1999 bis 2001, bei denen anlässlich der Erstvorstellung in der Zahnklinik Nord der Humboldt–Universität zu Berlin ein Orthopantomogramm angefertigt worden war. Die Aufnahmen von Patienten wurden in umgekehrter Reihenfolge des Alphabets ausgewählt, bis eine Gesamtzahl von 742 erreicht war. Patienten mit Milch- oder Wechselgebiss sowie Zahnlose wurden aus der Studie ausgeschlossen.

### 4.1.2 Röntgengerät und Röntgenfilme

Die Röntgenaufnahmen wurden von erfahrenen Medizinisch Technischen Assistenten mit Hilfe von zwei Orthopantomographen in der Abteilung für Radiologie der Zahnklinik Nord der Charité angefertigt. Es standen ein Orthophos CD–Gerät der Firma Siemens sowie ein Gendex Orthoralix 9200 Gerät der Firma Dentsply zur Verfügung. Die üblicherweise angewandten Belichtungswerte waren 70kV, 0,6-0,8sec, 8-10mA. Als Röntgenfilme wurden Kodak T-MAT Filme mit Verstärkerfolien verwendet. Die Filmverarbeitung erfolgte in einem Entwicklungsautomaten Protec 45 Kompakt der Firma Protec Gerätebau GmbH unter standardisierten Bedingungen.

## 4.2 Auswertung der Röntgenbilder

Die Evaluation der Röntgenbilder wurde in einem abgedunkelten Raum ohne störende Lichteinflüsse mit Hilfe eines Röntgenbetrachters durchgeführt. Zur besseren Detailauswertung wurde eine Lichtabschirmung des Randes (schwarze Pappe) verwendet. Die unscharfen, qualitativ minderwertigen Röntgenbilder wurden wegen der Interpretationsschwierigkeiten aus der Studie ausgeschlossen.

Die definitive Begutachtung aller Röntgenbilder wurde von einem Untersucher durchgeführt. Da die Auswertung von Aufnahmen zwangsläufig zu subjektiven Interpretationen führt, wurde der Untersucher im Rahmen der Kalibrierung über die Kriterien der radiographischen Bewertung informiert. Diese Kalibrierung wurde von einem in der Evaluation von Orthopantomogrammen sehr erfahrenen Kollegen anhand von 25 Röntgenaufnahmen durchgeführt. Während der Auswertungsphase fand eine Kontrolle der Reproduzierbarkeit statt, die anschließend anhand von Kappa-Wert (0,86) dokumentiert wurde. Bei bestehenden Unklarheiten in der Interpretation wurde ein erfahrener Kollege zur Urteilsfindung hinzugezogen.

### 4.3 Beurteilungskriterien

Die röntgenologischen Befunde wurden in eine extra für die Untersuchung erstellte SPSS-Maske eingegeben. Alter, Geschlecht, Jahr der Aufnahme sowie Anzahl der Zähne wurden als erste Information auf dem Auswertungsbogen registriert.

Alle endodontisch behandelten oder periapikal auffälligen Zähne wurden einer weiteren Beurteilung unterzogen. Bei mehrwurzeligen Zähnen wurde die Wurzel mit dem schlechtesten Befund für den gesamten Zahn gewertet.

Als erstes wurden **die periapikale Verhältnisse** beurteilt, wobei es folgende Auswertungskriterien gab:

1. Apikale Aufhellung ohne endodontische Behandlung
2. Apikale Aufhellung mit endodontischer Behandlung
3. Keine apikale Aufhellung bei endodontischer Behandlung
4. Erweiterter parodontaler Spalt mit Wurzelkanalbehandlung
5. Erweiterter parodontaler Spalt ohne Wurzelkanalbehandlung

Die Wurzelspitzenresektionen (WSR) wurden ebenfalls als

6. WSR mit einer apikalen Aufhellung oder
7. WSR ohne einer apikalen Aufhellung ausgewertet

Radiologisch nicht auswertbare Zähne wurden als solche in dem Auswertungsbogen registriert.

Patienten ohne endodontisch behandelten oder apikal auffälligen Zähne wurden als „gesund“ bezeichnet.

Der Auswertung des periapikalen Zustands wurden folgende Kriterien zu Grunde gelegt:

- Apikale Gesundheit - ein nach Kontur, Weite und Struktur unauffälliger parodontaler Spalt
- Verbreiteter Parodontaler Spalt – Verbreiterung des apikalen Teils des parodontalen Ligaments um seine doppelte Breite, keine scharfe Begrenzung vorhanden
- Apikale Aufhellung – Radioluzenz in Verbindung mit dem apikalen Teil der Wurzel, die über die doppelte Breite des periapikalen Ligaments hinausgeht, Parodontaler Spalt nicht mehr erkennbar

Weitere Auswertungen widmeten sich der **Qualität der endodontischen Versorgung**

Die **Länge der Wurzelkanalfüllung** wurde folgendermaßen evaluiert:

1. 0-2mm vom Apex entfernt
2. mehr als 2mm vom Apex entfernt
3. überfüllt

**Die Homogenität**:

1. homogen und randdicht (radiologisch dichte, randständige Wurzelkanalfüllung ohne erkennbare Lufteinschlüsse)
2. inhomogen
3. unvollständig (Wurzelkanalfüllung, die sich nur auf den koronalen Wurzelkanalbereich beschränkte)

Als ein Charakteristikum der mechanischen Kanalbearbeitung wurden **Aufbereitungsfehler** registriert:

1. Perforationen
2. Begradigungen
3. Abgebrochene Kanalinstrumente
4. *Via falsa*

Der nachfolgende Teil des Auswertungsbogens behandelte die **Qualität der koronalen Versorgung** der endodontisch behandelten Zähne.

1. Füllungen
2. Kronen
3. Geschraubte Stifte
4. Zementierte Stifte

wurden registriert und nach ihrer Qualität in **akzeptable oder unakzeptable** Versorgungen eingeteilt. Als akzeptabel wurden solche Versorgungen bezeichnet, die einen radiologisch spalt- und kariesfreien Verschluss des Zahnes gewährleisteten.

Anschließend wurde der Zustand des **marginalen Parodontiums** beurteilt. Reichte der radiologische Knochenabbau bei einer *Parodontitis marginalis profunda* bis zum Apex, so war es meistens unmöglich mit Sicherheit den Befund einer parodontalen oder endodontischen Ätiologie zuzuordnen. Aus diesem Grund wurden solche Zähne in

den Bewertungsbogen mit aufgenommen ohne sie bei der Auswertung zu berücksichtigen.

Folgend wird die radiologische Auswertung von Panoramaschichtaufnahmen beispielhaft demonstriert.

Abbildung 4.1.

**Zahn 45** zeigt eine apikale Radioluzenz, die Wurzelfüllung ist homogen aber zu kurz. Koronal ist der Zahn mittels einer plastischen Füllung akzeptabler Qualität versorgt. **Zahn 46** ist apikal inflammatorisch behaftet, die Wurzelkanalfüllung ist zu kurz und homogen. Eine Krone mit überstehenden Rändern (inakzeptable Qualität) dient der koronaler Versorgung des Zahnes.

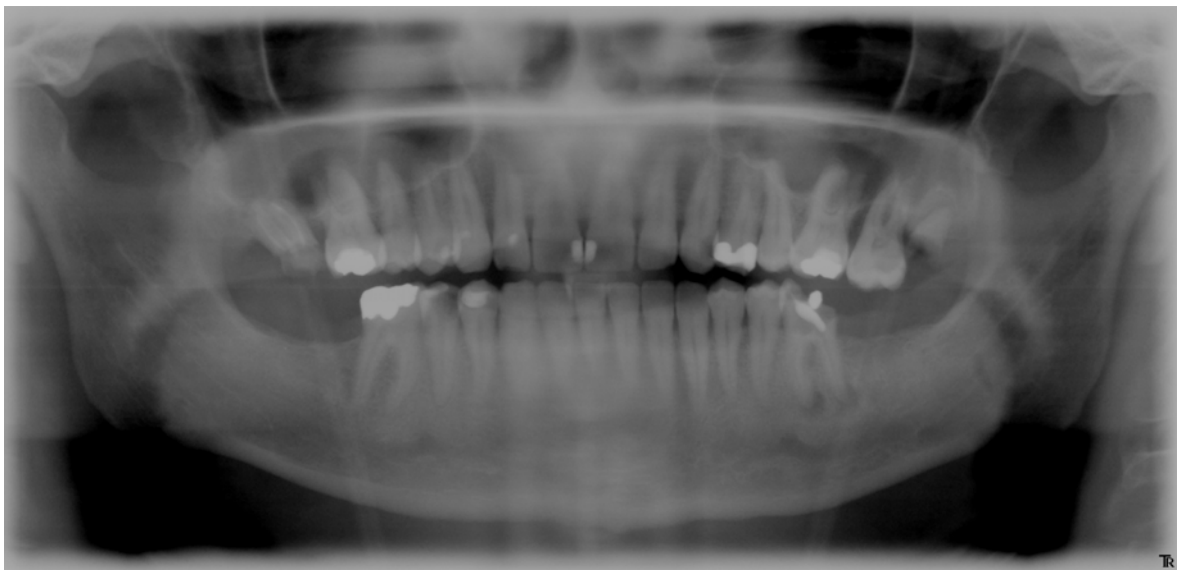

Abbildung 4.2.
*Die Weisheitszähne wurden aus der Auswertung ausgeschlossen.*

**Zahn 36** hat eine periapikale Radioluzenz. Eine Wurzelkanalfüllung ist nicht vorhanden. Die koronale Versorgung ist insuffizient und besteht aus einer plastischen Füllung. **Zahn 45** hat einen apikal erweiterten parodontalen Spalt bei fehlender Wurzelkanalfüllung. Eine Primärkaries ist vorhanden.

### 4.4 Statistische Auswertung

Am Ende der radiologischen Begutachtung wurden die erhobenen Parameter statistischen Auswertungen unterworfen. Dies erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 11.0 (Statistical Package for the Social Sciences), SPSS Inc. (Chicago, USA).

In dem ersten Teil der Auswertung wurden deskriptive statistische Tests durchgeführt. Die Häufigkeiten der erhobenen Befunde wurden ausgerechnet und in tabellarischer Form niedergelegt.

Der zweite Teil der statistischen Evaluation befasste sich mit den vergleichenden Tests. Die Zusammenhänge zwischen den Faktoren „Zahnlage“, „Länge der Wurzelfüllung“, „Homogenität der Wurzelfüllung“, „Art sowie Qualität der koronalen Restauration“ einerseits und dem Auftreten einer periradikulären Läsion andererseits wurden mittels des Chi Quadrat-Mehrfeldertest bestimmt.

Die Kohärenzen wurden nach den gängigen Signifikanzniveaus beurteilt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit „p“ bezeichnet und zwischen 0 und 1 angegeben. Der Begriff signifikant wurde benutzt, wenn p mindestens < 0,05 war.

# 5 Ergebnisse

## 5.1 Allgemeine Befunde

Nach Ausschluss der zahnlosen Patienten wurden insgesamt 742 Orthopantomogramme von den im Zentrum für Zahnmedizin der Charité in den Jahren 1999-2001 neu aufgenommenen Fällen in die Untersuchung einbezogen. Die Patienten wurden in acht Altersgruppen unterteilt (Tab 5.1.). Das Durchschnittsalter lag bei 44,8 Jahren, wobei der jüngste Patient 13 und der älteste 89 Jahre alt war. Die Gruppe der 40-49jährigen war mit 20,9% am stärksten vertreten (Abb. 5.1).

Intraindividuelle Unterschiede in der Auswertung der Röntgenbilder wurden im Laufe der Untersuchung mittels wiederholter Auswertung von 30 Röntgenbildern kontrolliert. Die interne Übereinstimmung erreichte 86% (kappa = 0,86).

Tabelle 5.1: Altersverteilung

| Altersgruppe | Häufigkeit N | Häufigkeit % |
|---|---|---|
| unter 20 | 36 | 4,8 |
| 20-29 | 137 | 18,3 |
| 30-39 | 118 | 15,9 |
| 40-49 | 156 | 20,9 |
| 50-59 | 130 | 17,5 |
| 60-69 | 111 | 15,1 |
| 70-79 | 44 | 6,0 |
| 80-89 | 10 | 1,5 |
| Insgesamt | 742 | 100 |

Wird die geschlechtliche Verteilung der Patienten betrachtet, so wird festgestellt, dass die Frauen mit 52,7% (n = 391) im Untersuchungsgut häufiger vertreten waren als die Männer mit 47,3% (n = 351).

### 5.1.1 Zahnbestand, parodontaler Zustand

Bei den 742 untersuchten Patienten wurden insgesamt 17948 Zähne gezählt. Im Durchschnitt machte das 24,19 Zähne pro Patient. Altersabhängig sank der mittlere Zahnbestand bei den Patienten von 30,6 Zähnen pro Patient in der Gruppe von unter 20jährigen bis zu dem niedrigsten Wert von 15,4 Zähnen pro Patient bei den 70-79jährigen (Abb.5.1). Die *parodontitis marginalis* war in der Untersuchungspopulation ein häufiger Befund. Die Auswertung des Zustandes des marginalen Parodonts ergab, dass nur 30,3% der Untersuchten keine radiologischen Zeichen einer marginalen Parodontitis aufwiesen und dementsprechend 69,7% der Untersuchten einen Knochenabbau hatten. Ein Vergleich der Krankheitsausprägung in beiden Geschlechtsgruppen zeigte keine Prävalenzunterschiede zwischen Frauen (62,3% erkrankt) und Männern (62,5% erkrankt). Eine weitere genauere Differenzierung des Schweregrades der marginalen Entzündung wurde nicht vorgenommen.

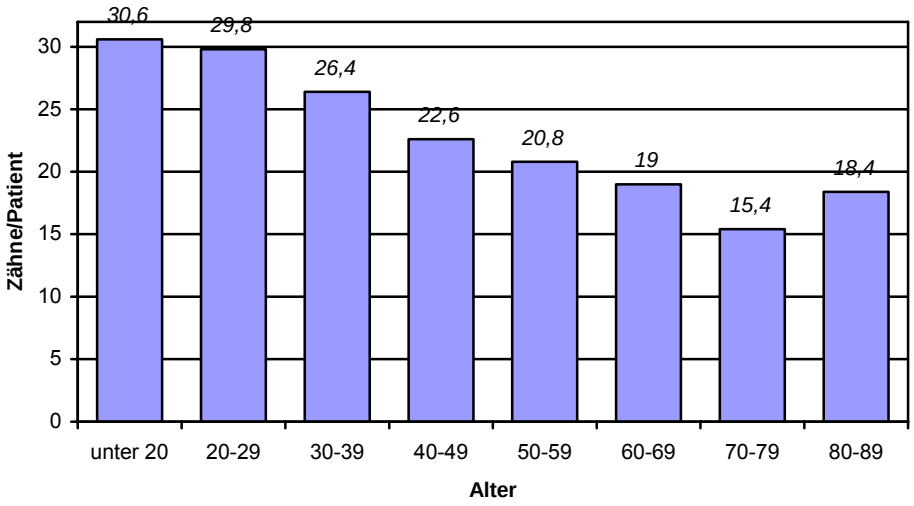


Abbildung 5.1: Altersabhängiger Zahnbestand der untersuchten Patienten.

## 5.2 Bewertung endodontisch behandelter Zähne

### 5.2.1 Häufigkeit der Patienten mit Wurzelfüllungen (WF)

Aus der Begutachtung der Röntgenbilder von 742 Patienten stellte sich heraus, dass 429 (57,8%) Patienten zumindest einen endodontisch behandelten Zahn aufwiesen. Die Anzahl der vorhandenen Wurzelfüllungen (WF) variierte zwischen minimal einer und maximal 12 Wurzelfüllungen pro Patient. Aufgeschlüsselt auf die Altersgruppen ergab sich eine Zunahme der Prävalenz an endodontischen Behandlungen mit dem Alter, wobei schon in der Gruppe der 30-39jährigen mehr als die Hälfte der Untersuchten die Erfahrung einer Wurzelkanalbehandlung gemacht hatten (Abb. 5.2). Bei genauerer Betrachtung der Anzahl der wurzelkanalgefüllten Zähne pro Patient stellte sich heraus, dass fast ein Viertel der Patienten nur eine Wurzelfüllung hatten, sowie die Patientenzahl mit über 5 Wurzelfüllungen äußerst gering war und unter einem Prozent lag (Tab.5.2).

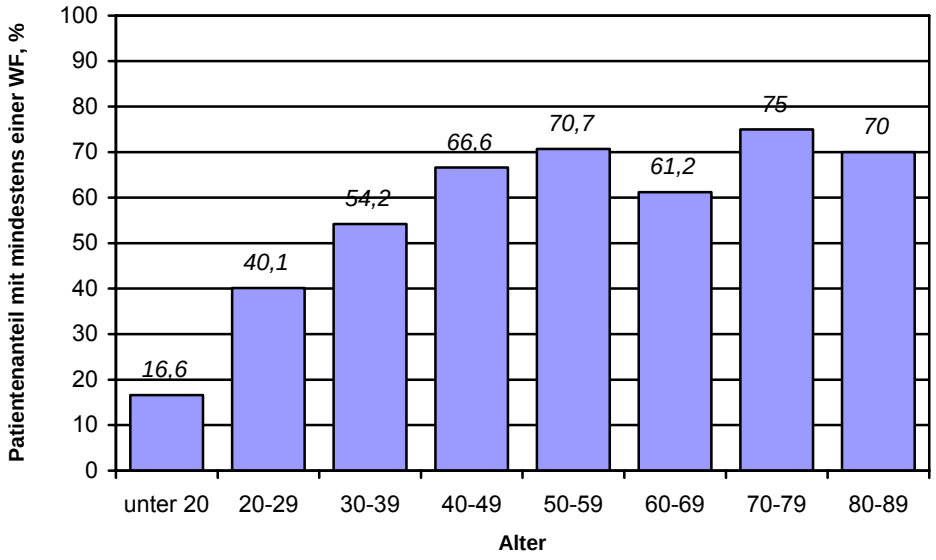


Abbildung 5.2: Anzahl der der Patienten mit mindestens einer Wurzelkanalfüllung in verschiedenen Altersgruppen

Tabelle 5.2: Verteilung der endodontisch behandelten Zähne pro Patient

| Wurzelfüllungen pro Patient | Häufigkeit, n | Häufigkeit, % |
|---|---|---|
| 0 | 313 | 42,2 |
| 1 | 175 | 23,6 |
| 2 | 106 | 14,3 |
| 3 | 61 | 8,2 |
| 4 | 37 | 5,0 |
| 5 | 19 | 2,6 |
| 6 | 12 | 1,6 |
| 7 | 6 | 0,8 |
| 8 | 5 | 0,7 |
| 9 | 5 | 0,7 |
| 11 | 2 | 0,3 |
| 12 | 1 | 0,1 |
| Gesamt | 742 | 100 |

### 5.2.2 Prävalenz und Häufigkeitsverteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne

Auf den Röntgenbildern von allen 742 untersuchten Patienten konnten insgesamt 17948 Zähne registriert werden. 1046 der 17948 registrierten Zähne waren endodontisch behandelt, was eine Prävalenz für die wurzelkanalgefüllten Zähne in unserer Population von 5,8% bildete. Die Frauen wiesen mehr endodontisch behandelte Zähne auf als die Männer (53% versus 47%). Die Zuordnung der wurzelkanalgefüllten Zähne auf die verschiedene Altersgruppen zeigte, dass die Anzahl der endodontisch behandelten Zähne mit dem Alter kontinuierlich steigt, um dann in der Gruppe der über 70jährigen ihr Maximum zu erfahren. Die Gruppe der ganz jungen Patienten zeigte die geringste Zahl der Zähne mit den Wurzelfüllungen (0,6%). Die Patienten über 70 Jahre zeigten dagegen die meiste Zahl der endodontisch behandelten Zähne (10,3%).

Zähne im Oberkiefer wurden fast doppelt so häufig endodontisch behandelt wie im Unterkiefer (Abb. 5.3). Nach der Evaluation der Zahngruppen stellte sich heraus, dass an Seitenzähnen häufiger eine endodontische Intervention notwendig war als an Frontzähnen, es wurde festgestellt, dass die Oberkieferfrontzähne am häufigsten wurzelkanalbehandelt waren, gefolgt von Prämolaren im Oberkiefer und Unterkiefer, Molaren im Unterkiefer und Molaren im Oberkiefer. Die Unterkieferfrontzähne zeichneten sich durch die geringste Prävalenz der endodontischen Behandlungen aus (Abb. 5.4 und 5.5).

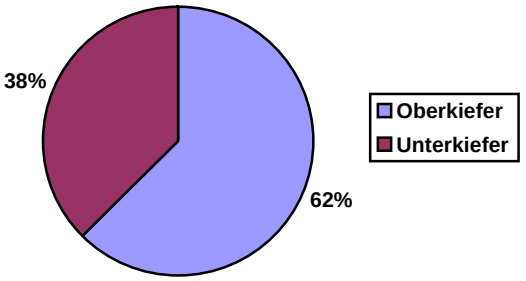


Abbildung 5.3: Verteilung der endodontischen Maßnahmen im Ober- und im Unterkiefer

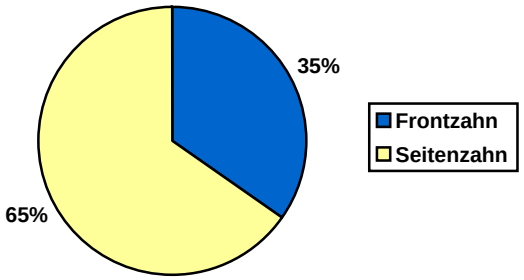


Abbildung 5.4: Verteilung der endodontischen Maßnahmen in der Front / im Seitenzahnbereich

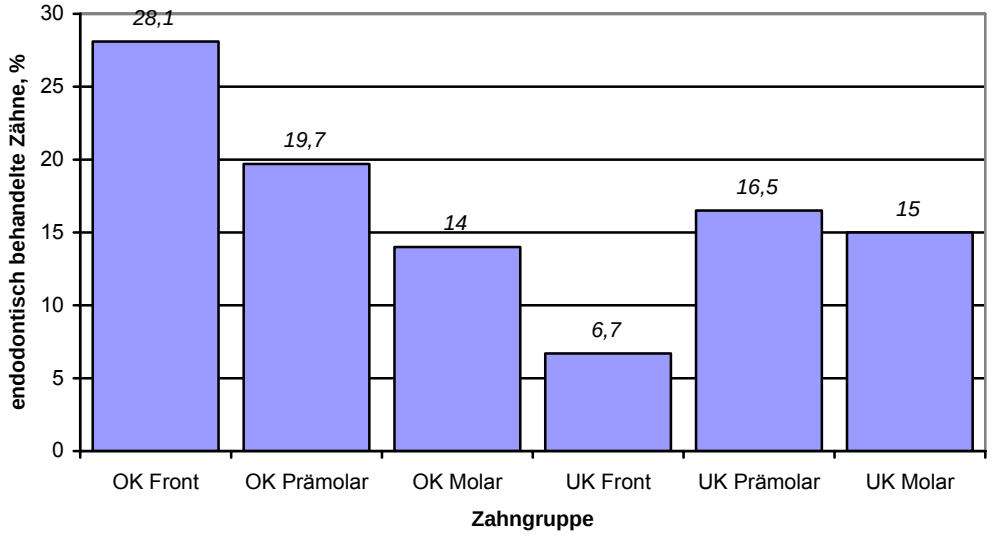


Abbildung 5.5: Verteilung der Wurzelfüllungen auf die unterschiedlichen Zahngruppen

### 5.2.3 Qualität der Wurzelfüllungen

#### *5.2.3.1 Homogenität der Wurzelfüllungen*

Die Abbildung 5.6 stellt die Bewertung der begutachteten Wurzelfüllungen hinsichtlich ihrer Homogenität dar. Es wird ersichtlich, dass fast zwei Drittel der endodontischen Versorgungen als homogen beurteilt wurden. Die genaue Aufschlüsselung der Homogenitätsgrade auf die Zahngruppen ergab jedoch Diskrepanzen. So zeigten über 40% der wurzelkanalgefüllten Molaren eine bezüglich der Homogenität inadäquate Obturation auf. Gefolgt von den Unterkieferfrontzähnen mit 38,9% waren die Unterkiefer- und Oberkieferprämolaren in 29% respektive 27% der Fälle inhomogen gefüllt. Die Oberkieferfrontzähne waren mit nur einem Anteil von 18,2% der inhomogenen Wurzelfüllungen die am besten obturierten Zähne (Tabelle 5.3).

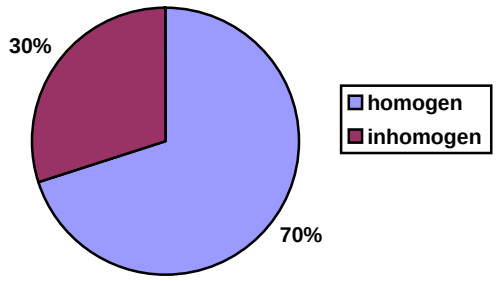


Abbildung 5.6: Homogenität der Wurzelfüllungen

Tabelle 5.3: Homogenität der Wurzelfüllungen
bezogen auf die verschiedenen Zahngruppen

| Zahngruppen | Homogen % | Inhomogen % |
|---|---|---|
| OK Front | 81,8 | 18,2 |
| OK Prämolar | 73,0 | 27,0 |
| OK Molar | 55,7 | 44,3 |
| UK Front | 61,1 | 38,9 |
| UK Prämolar | 71,0 | 29,0 |
| UK Molar | 59,0 | 41,0 |

#### *5.2.3.2 Länge der Wurzelfüllungen*

Was die Länge der evaluierten Wurzelfüllungen angeht, so stellte sich heraus, dass wenig mehr als die Hälfte (54,3%) aller Obturationen im Bereich von 0 bis 2 mm bis zum Apex endeten, 42,5% aller Wurzelfüllungen unterfüllt und 3,2% überfüllt waren (Abb.5.7). Die nähere Differenzierung nach Zahngruppen ergab, dass bei den Molaren sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer nur etwa 35% der Wurzelfüllungen eine adäquate Länge aufwiesen. Die Wurzelfüllungen von endodontisch behandelten Prämolaren im Ober- und Unterkiefer endeten in 47,6 bzw. 56,8% im Bereich der apikalen 2mm. Die gefüllten Wurzelkanäle der Frontzähne wurden mit 64,2% und 75% jeweils am häufigsten auf eine adäquate Länge obturiert (Tab. 5.4).

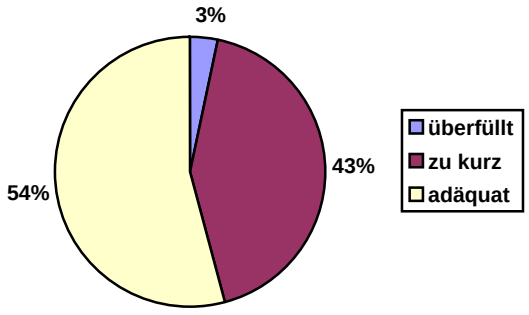


Abbildung 5.7: Apikale Dimension der Wurzelfüllungen

Tabelle 5.4: Apikale Dimension der Wurzelfüllungen differenziert nach Zahngruppen

| Zahngruppe | Länge der Wurzelfüllung | | |
|---|---|---|---|
| | zu kurz (%) | überfüllt (%) | akzeptabel (%) |
| OK Front | 19,9 | 5,1 | 75,0 |
| OK Prämolaren | 38,6 | 4,6 | 56,8 |
| OK Molaren | 57,1 | 1,8 | 32,1 |
| UK Front | 20,9 | 14,9 | 64,2 |
| UK Prämolaren | 48,8 | 3,6 | 47,6 |
| UK Molaren | 56,7 | 8,0 | 35,3 |

#### *5.2.3.3 Aufbereitungsfehler*

Bei der Beurteilung der Qualität der durchgeführten endodontischen Maßnahmen basierend auf den Röntgenbildern ist es leider nur indirekt möglich die mechanischen Kanalaufbereitungsmaßnahmen zu evaluieren. Die groben Qualitätsmängel werden allerdings in Form von Aufbereitungsfehlern auch radiologisch sichtbar. 17,6% der von uns untersuchten Wurzelkanalbehandlungen zeichneten sich durch solche Aufbereitungsdefizite aus. Die am häufigsten diagnostizierten Fehler waren scheinbar nicht aufbereitete Wurzeln (46,6% aller Aufbereitungsfehler), gefolgt von übersehenen Wurzelkanälen (30,1%). Eine Fraktur von Wurzelkanalinstrumenten wurde in 7,4% der Fälle festgestellt, *via falsa* und Perforationsverdacht in 5,1%. 4,5% aller Aufbereitungsfehler waren Begradigungen. Tabelle 5.5 stellt die Häufigkeit der Aufbereitungsfehler in unterschiedlichen Zahngruppen dar.

Tabelle 5.5: Aufbereitungsfehler in unterschiedlichen Zahngruppen

| Zahngruppe | Begradigung | | Perforationsverdacht | | Via falsa | | Instrumenten Fraktur | | Scheinbar nicht aufbereitet | | Nicht alle Wurzeln | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | n | % | N | % | n | % |
| OK Front | 0 | 0 | 3 | 1,7 | 5 | 2,8 | 1 | 0,6 | 7 | 4,0 | 0 | 0 |
| OK Prämolar | 0 | 0 | 1 | 0,6 | 1 | 0,6 | 4 | 2,3 | 9 | 5,1 | 4 | 2,3 |
| OK Molar | 2 | 1,1 | 2 | 1,1 | 0 | 0 | 1 | 0,6 | 26 | 14,8 | 33 | 18,7 |
| UK Front | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 6,25 | 0 | 0 |
| UK Prämolar | 0 | 0 | 1 | 0,6 | 3 | 1,7 | 3 | 1,7 | 12 | 6,8 | 2 | 1,1 |
| UK Molar | 6 | 3,4 | 2 | 1,1 | 0 | 0 | 4 | 2,3 | 17 | 9,6 | 14 | 8,0 |
| Gesamt | 8 | 4,5 | 9 | 5,1 | 9 | 5,1 | 13 | 7,4 | 82 | 46,6 | 53 | 30,1 |

#### *5.2.3.4 Gesamtqualität der endodontischen Versorgung (Länge, Homogenität sowie Aufbereitungsfehler zusammengefasst)*

Die Wurzelkanalfüllungen, die sowohl in Hinsicht auf die Länge als auch auf die Homogenität der Obturation den anerkannten endodontischen Standards entsprechen, wurden in ihrer gesamten Ausführung als qualitativ adäquat bezeichnet. Diese homogenen Wurzelfüllungen, die im Bereich von 0 bis 2mm bis zum Apex endeten und keine Aufbereitungsfehler aufwiesen stellten in unserer Populationen lediglich einen Anteil von 44,6%.

### 5.2.4 Qualität der koronalen Versorgung

Eine der Zielsetzungen dieser Arbeit war es, den möglichen Einfluss der Güte von koronalen Versorgungen auf den Erfolg einer endodontischen Behandlung festzustellen. Aus diesem Grund wurden alle wurzelkanalbehandelten Zähne zusätzlich auf das Vorhandensein einer koronalen Versorgung, sowie deren Qualität evaluiert. Die Ergebnisse der Auswertung sind aus den folgenden Abbildungen und Tabellen zu entnehmen. Fast alle (93,6%) endodontisch versorgte Zähne wiesen koronal eine Deckfüllung auf. Die Qualität der koronalen Versorgungen wurde allerdings nur in 64,5% der Fälle als adäquat bewertet (Abb. 5.8). Die genaue Differenzierung von koronalen Restaurationen ergab, dass 37,2% der endodontisch behandelten Zähne mittels einer Krone versorgt wurden, 27,7% mittels einer plastischen Füllung, 24,3% wiesen einen Stiftaufbau und 4,5% einen geschraubten Stift auf (Abb.5.9).

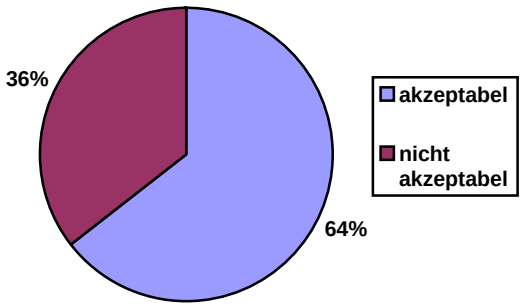


Abbildung 5.8: Qualität der koronalen Versorgung bei endodontisch behandelten Zähnen

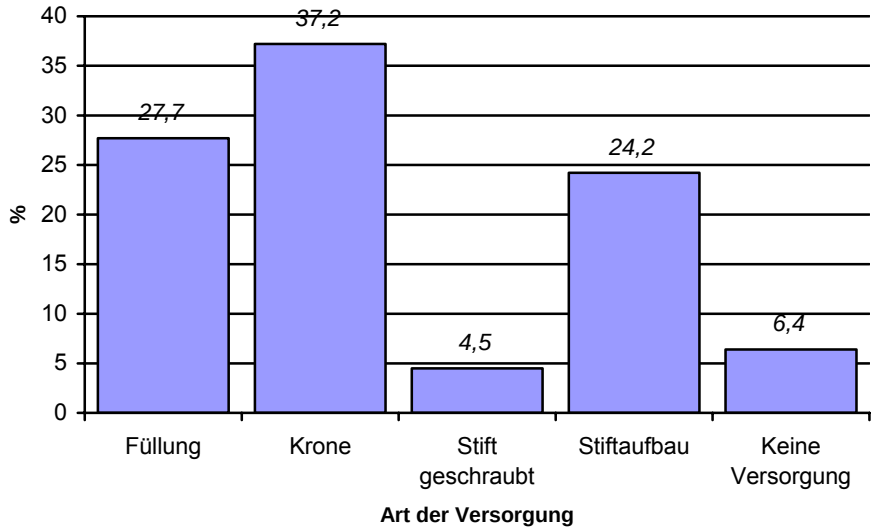


Abbildung 5.9: Art der koronalen Versorgung der endodontisch behandelten Zähne

## 5.3 Apikaler Status

### 5.3.1 Prävalenz der Patienten und der Zähne mit apikaler Parodontitis

Die Untersuchung bezüglich des Vorhandenseins apikal auffälliger Zähne zeigte, dass 358 der insgesamt 742 untersuchten Patienten mindestens einen Zahn mit Zeichen einer apikalen Pathologie aufwiesen. Mit anderen Worten zeigten 48,2% der untersuchten Patienten radiologische Zeichen einer therapiebedürftigen apikalen Parodontitis. Abbildung 5.10 zeigt den Anteil der von der *Parodontitis apicalis* betroffenen Patienten in unterschiedlichen Altersgruppen. Eindeutig wird die steigernde Tendenz in der Prävalenz einer apikalen Pathologie mit dem Alter erkennbar.

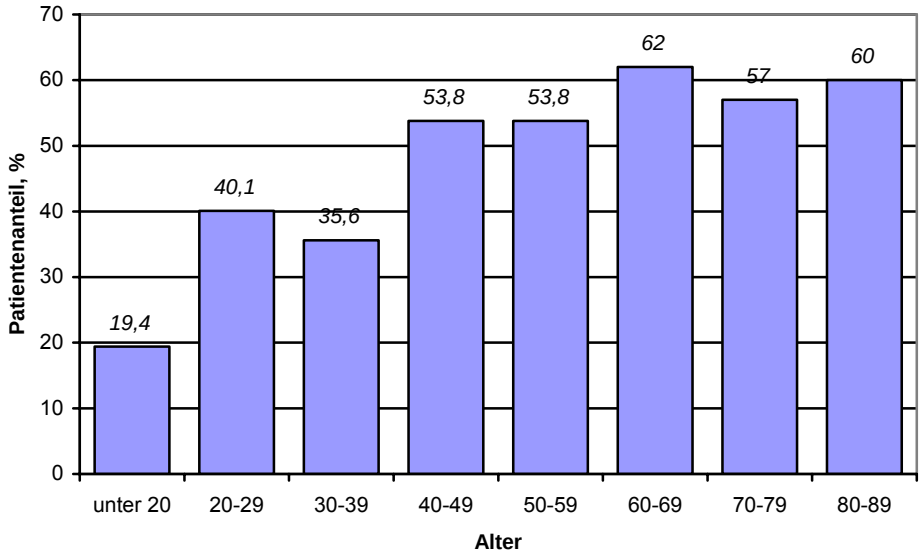


Abbildung 5.10: Anteil der von einer prä- oder postendodontischen Parodontitis apikalis betroffenen Patienten in verschieden Altersgruppen

Die Betrachtung der Gesamtzahl der untersuchten Zähne, die in unserer Population bei 17948 lag, ergab einen Anteil von 1124 Zähnen mit radiologischen Zeichen einer apikalen Entzündung. Somit waren 6,3% der untersuchten Zähne von einer apikalen Pathologie betroffen.

### 5.3.2 Apikale Parodontitis bei wurzelkanalgefüllten Zähnen

Die genaue Auswertung der endodontisch behandelten Zähne ergab, dass lediglich 52,3% (547) der wurzelkanalgefüllten Zähne keine Anzeichen einer apikalen Pathologie aufwiesen und somit einen endodontischen Erfolg darstellten. Die anderen 47,7% der Zähne zeichneten sich in 39,6% durch eine apikale Aufhellung und in 8,1% durch einen erweiterten parodontalen Spalt aus. Die genaue Verteilung der pathologischen Befunde auf die verschiedenen Zahngruppen stellt Tabelle 5.6 vor.

Tabelle 5.6: Prävalenz der apikal behafteten Zähne in verschieden Zahngruppen der endodontisch behandelten Fälle (die Zeile „Gesamt“ fasst die Gesamtheit der endodontischen Misserfolge zusammen).

| Zahngruppe | Apikale Aufhellung | | Erweiterte PA-Spalt | | Gesamt | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | % | n | % | n | % |
| **OK Front** | 88 | 22,2 | 21 | 20,4 | 119 | 23,8 |
| **OK Prämolaren** | 67 | 17,0 | 24 | 23,3 | 91 | 18,2 |
| **OK Molaren** | 65 | 16,4 | 17 | 16,5 | 82 | 16,4 |
| **UK Front** | 29 | 7,3 | 10 | 9,7 | 39 | 7,8 |
| **UK Prämolaren** | 62 | 15,7 | 16 | 15,5 | 79 | 15,8 |
| **UK Molaren** | 85 | 21,5 | 15 | 14,6 | 100 | 20,4 |

### 5.3.3 Apikale Parodontitis bei nicht wurzelkanalgefüllten Zähnen

Die Prävalenz der pathologischen apikalen Befunde in der Gruppe der endodontisch nicht behandelten Zähne zeigte eine Zahl von 536 Zähne mit der Diagnose einer apikalen Parodontitis und 89 Zähne mit dem erweiterten parodontalen Spalt in der Gesamtpopulation, was einen prozentuellen Anteil von 3,5% aller Zähne ausmachte. Die Verteilung dieser Zähne in unterschiedlichen Zahngruppen wird aus der Tabelle 5.7 ersichtlich. Die Unterkiefermolaren waren am häufigsten durch eine apikale Pathologie betroffen. Gefolgt von Oberkiefermolaren stellten sie zusammen mehr als die Hälfte der erkrankten Fälle in der Gruppe der endodontisch unbehandelten Zähne dar. Die Unterkieferprämolaren waren in 18,1% betroffen, die Oberkieferfrontzähne in 14,4% der Fälle. Am seltensten waren die Oberkieferprämolaren (14,4%) und die Unterkieferfrontzähne (11,3%) von einer apikalen Pathologie betroffen.

Tabelle 5.7: Verteilung nicht endodontisch behandelten, apikal behafteten Zähnen (Zeile „Gesamt“ fasst die Gesamtheit von apikal pathologischen, endodontisch unbehandelten Zähnen zusammen).

| **Zahngruppe** | **Apikale Aufhellung** | | **Erweiterte PA-Spalt** | | **Gesamt** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % |
| **OK Front** | 86 | 16,0 | 18 | 20,2 | 104 | 19,4 |
| **OK Prämolaren** | 64 | 12,0 | 13 | 14,6 | 77 | 14,4 |
| **OK Molaren** | 111 | 20,7 | 18 | 20,2 | 129 | 24,1 |
| **UK Front** | 57 | 10,6 | 4 | 4,5 | 61 | 11,3 |
| **UK Prämolaren** | 82 | 15,3 | 15 | 16,9 | 97 | 18,1 |
| **UK Molaren** | 136 | 25,4 | 21 | 23,6 | 157 | 29,3 |

## 5.4 Einfluss der Qualität der endodontischen Behandlung auf den apikalen Status

Eine vergleichende statistische Analyse mittels eines zweiseitigen Chi Quadrat-Tests sollte den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Erfolgsquoten einer endodontischen Behandlung bestimmen. Die entsprechenden Kreuztabellen werden den Leser aus Platzgründen erspart und durch die exakte Signifikanzzahl (p) ersetzt.

Zunächst wurde der Einfluss der Qualität der obturierten Kanäle auf die Prävalenz der apikalen Aufhellungen an den endodontisch behandelten Zähnen analysiert.

Sowohl die inakzeptable Länge als auch die inadäquate Homogenität der Wurzelfüllungen hatten einen hochsignifikanten mit apikalen pathologischen Prozessen assoziiert (p = 0,000). Wurden beide Parameter (Länge und Homogenität) zusammen betrachtet, so wurde ebenfalls festgestellt, dass es bei den Zähnen, die eine inakzeptable Länge und Homogenität der Obturation aufwiesen statistisch signifikant häufiger zu einem apikalen Parodontitis kam (p = 0,000).

Die Aufbereitungsfehler zeigten ebenso einen bedeutenden Einfluss auf die apikale Gesundheit. Zähne, die fehlerhaft aufbereitet worden waren, waren statistisch signifikant häufiger apikal behaftet als die Zähne ohne Aufbereitungsfehler (p = 0,000).

Abschließend wurden die Obturationsqualität und die Qualität der mechanischen Aufbereitung zusammenfassend auf ihren Einfluss auf den apikalen Status endodontisch behandelten Zähne statistisch ausgewertet. Es stellte sich heraus, dass der Erfolg einer endodontischen Maßnahme statistisch hochsignifikant von diesen Faktoren abhängt (p = 0,000). Tabelle 5.8 fasst die Ergebnisse der vergleichenden Statistik zusammen.

Tabelle 5.8: Einfluss der Qualität der Wurzelfüllungen auf die Prävalenz einer Parodontitis apikalis.

| Faktoren | Apikale Aufhellung häufiger | Exakte Signifikanz (p) |
|---|---|---|
| Inadäquate Länge der Wurzelfüllung | signifikant | 0,000 |
| Inadäquate Homogenität der Wurzelfüllung | signifikant | 0,000 |
| Inakzeptable Länge und Homogenität zusammengefasst (Obturationsqualität) | signifikant | 0,000 |
| Aufbereitungsfehler (Aufbereitungsqualität) | signifikant | 0,000 |
| Obturation und Aufbereitung zusammengefasst | signifikant | 0,000 |

## 5.5 Einfluss der Qualität der koronalen Versorgung auf den apikalen Status der endodontisch behandelten Zähne

Zähne, die keine koronale Versorgung aufwiesen, waren signifikant häufiger mit einer apikalen Parodontitis assoziiert, als Zähne mit koronaler Versorgung (p = 0,000).

Die nachfolgende Analyse untersuchte den Zusammenhang zwischen der Art der koronalen Versorgung und dem apikalen Status. Es stellte sich heraus, dass die Tatsache, ob der Zahn mittels einer plastischen Füllung, einer Krone oder eines Stiftes versorgt war, keinen Einfluss auf die Prävalenz einer apikalen Parodontitis hatte.

Wurden die Zähne gegenüber gestellt, deren Deckfüllungen eine akzeptable Qualität aufwiesen und die Zähne, deren Füllungen qualitative Mängel aufwiesen, so wurde signifikant häufiger eine apikale Parodontitis bei den koronal inakzeptabel versorgten Zähnen festgestellt (p = 0,000). Allein die Qualität und nicht die Art der koronalen Versorgung war für die Assoziation mit den apikalen Pathologien bedeutend.

# 6 Diskussion

## 6.1 Diskussion der Untersuchungsmethoden

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Häufigkeit der endodontischen Behandlungen, ihre Qualität sowie den Einfluss auf den apikalen Status in einer Berliner Bevölkerungsgruppe zu untersuchen. Die Ergebnisse sollten einen Überblick über den endodontischen Qualitätsstandard verschaffen und die Richtwerte über die tatsächlich unter Praxisbedingungen erreichbaren endodontischen Erfolgsquoten darstellen.

Die Anfertigung von Röntgenaufnahmen ist immer mit einer Strahlenbelastung verbunden und es scheint ethisch unvertretbar solche Methoden aus rein wissenschaftlichen Zwecken in humanen Studien anzuwenden. Nur in wenigen vergleichbaren Forschungsprojekten wurden die Patienten extra für die Studie einer zusätzlichen radiologischen Untersuchung unterzogen [71, 115]. Die klinische endodontische Forschung versucht, aus dem oben genannten Grund, rational mit der Strahlenbelastung umzugehen und so hilft die Auswertung schon vorhandener radiologischer Aufnahmen neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der modernen Endodontie zu sammeln. Diese Überlegungen dienten als Anstoß für die vorliegende Untersuchung, die in den Jahren 1999 bis 2001 im Zentrum für Zahnmedizin der Charité angefertigten Orthopantomogramme (OPTG) in die Auswertung einzubeziehen.

Die Aussagekraft einer solchen retrospektiven Querschnittstudie, die ausschließlich auf radiologischer Darstellung des periapikalen Bereichs beruht, und nur eine Momentaufnahme darstellt, ist eingeschränkt. Longitudinale Untersuchungen, die sowohl klinische als auch radiologische Informationen über den Behandlungs- und Heilungsverlauf darstellen, sind ohne jeden Zweifel die einzigen Möglichkeiten objektiv die Erfolgsquoten einer Wurzelkanalbehandlung vorzustellen. In der Realität erfordert die Wiederaquirierung der untersuchten Probanden einen immens hohen Aufwand und stößt in der Regel auf eine sehr geringe Resonanz seitens der Patienten. Deshalb wurde im Rahmen der Studie die Auswertung nur auf die retrospektive Radiologie eingeschränkt. Daraus ergibt sich eine kritische Folgerung. Objektiv betrachtet dienen die Ergebnisse dieser Untersuchung in erster Linie dazu die epidemiologische Lage sowie die endodontische Qualitätsstandards darzustellen und sind nur unter Vorbehalt für die Einschätzung von Erfolgsquoten endodontischer Behandlungen allgemein einsetzbar.

### 6.1.1 Diskussion zum Studiendesign

Eine Querschnittstudie stellt eine Momentaufnahme dar und präsentiert dementsprechend eine apikale Veränderung in einem bestimmten Entwicklungsstadium. Es könnte sein,

dass einige auf den Röntgenbildern gefundene pathologische Prozesse kurz nach dem Abschluss einer endodontischen Behandlung erfasst wurden und sich somit gerade in ihrer Heilungsphase befanden. Auf der anderen Seite könnten andere apikale Läsionen gerade in radiologisch noch unsichtbarem Entstehungsstadium gewesen sein. Das heißt, dass bei Querschnittsstudien in der Regel kein Verlauf einer Erkrankung oder Heilung registriert wird. Andere, längerfristige Untersuchungen zeigten, dass sich im Beobachtungszeitraum von 5 bis 11 Jahren die Anzahl der ausheilenden apikalen pathologischen Prozesse mit der Anzahl der in dieser Zeit neu entstehenden Läsionen in etwa die Waage halten [129, 133]. Diese Feststellung und die Überlegung, dass die Ausheilung einer apikalen Parodontitis in der Regel innerhalb des ersten postoperativen Jahres erfolgt [101], rechtfertigt die Festlegung, jede in den Röntgenbildern festgestellte apikale Radioluzenz mit Vorbehalt als pathologische apikale Parodontitis zu werten.

Weiterer Nachteil einer retrospektiven Auswertung der Ergebnisse liegt darin, dass die Information über den Zeitpunkt der endodontischen Behandlung, ihre Modalitäten sowie Ausgangssituation in der Regel nicht vorhanden sind. Aus diesem Grund ist es unmöglich zu sagen, ob ein bestimmter Faktor (z.B. Qualität einer Wurzelfüllung) der Erkrankung (z.B. apikale Parodontitis) vorausging oder umgekehrt.

Die für die Studie ausgesuchten Panoramaaufnahmen gehörten den Patienten, die erstmalig das Zentrum für Zahnmedizin der Charité, Medizinischen Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin besuchten. Die Erstvorstellung fand im Zeitraum zwischen 1999 und 2001 statt. Die Gründe, warum die Patienten ausgerechnet die Universitätsklinik aussuchten sowie die Angaben über die Vorbehandler waren unbekannt. Sehr wahrscheinlich kamen die Patienten hauptsächlich aus den Praxen von in Berlin niedergelassenen Praktikern.

Das Verhältnis von Frauen zu Männern in der untersuchten Population fiel ziemlich gleichmäßig aus, wobei die weiblichen Patienten ein wenig häufiger unter den Probanden aufzufinden waren. Ähnliche Kollektivkonstellationen wurden in vielen anderen epidemiologischen Untersuchungen beschrieben [114, 120, 128] und spiegeln möglicherweise einerseits den höheren Anteil von Frauen in der Bevölkerung und andererseits ihr stärker ausgeprägtes Gesundheitsbewusstsein wider. Es liegt leider keine Information über die soziale Struktur der Untersuchten vor. Aus diesem Grund können an dieser Stelle nur Erfahrungen aus dem Klinikalltag beschrieben werden. Obwohl die Zahnklinik Nord der Charité in einem Arbeiterviertel in Berlin liegt, wird sie von Patienten aus unterschiedlichen sozialen Schichten besucht. Es sind viele Berufstätige aber auch Schüler, Hausfrauen, Studenten und Rentner unter den Patienten des Hauses zu verzeichnen.

Es wurden alle Patienten mit bleibendem Gebiss in der Studie berücksichtigt. Die Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen zwischen 20. und 70. Lebensjahr fiel relativ gleichmäßig aus. Der mittlere Alter der untersuchten Patienten lag bei 44,8 Jahren, die Gruppe der 40-49jährigen war mit 20,9% am stärksten vertreten, wobei fast 90% der untersuchten Patienten zwischen 20 und 70 Jahre alt waren. Somit war die untersuchte Population etwas älter als die in den vergleichbaren deutschen Studien untersuchten Patientenkollektivs. Obwohl es fast in allen Untersuchungen zu einem Patientenmaximum zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr kam, verzeichneten z.B. Schulte *et al*. bei ihren Patienten ein Durchschnittsalter von 35,8 Jahren [131], Klimek *et al*. [130] von 37,7 bzw. 41,1 Jahren und lediglich die hochselektierte Population von Hülsmann *et al*. [117], die aus den Patienten einer parodontologischen Abteilung bestand, war mit der Population der vorliegenden Arbeit gleichaltrig.

Wenn einige Forscher bemüht waren, die Homogenität ihrer Untersuchungskollektive zu verstärken, indem sie die Auswertung auf bestimmte Altersgruppen beschränkten [71, 115, 119, 121, 122, 126, 134, 135], versuchten die meisten Studien genau so die vorliegende, mit einem Querschnitt eine regional repräsentative Probandenpopulation zusammenzustellen und so über einen Gesamtbild über verschiedenen Altersgruppen zu verfügen [107, 108, 110, 112, 113, 114, 116, 117, 120, 123, 130, 136].

Bei allen Nachteilen eines Querschnittsdesigns ist die Bedeutung von epidemiologischen Querschnittstudien im Verifizieren von potentiellen Risikofaktoren, Verbreiterung einer Erkrankung in der Population, sowie aus sozioökonomischen Aspekten immens wichtig. Aus diesem Grund geben die Resultate, obwohl es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe handelt, doch zumindest einen regionalen Überblick über den Stand von Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in der zahnärztlichen Praxis und helfen die möglichen Risikofaktoren in der Entwicklung einer apikalen Parodontitis besser zu verstehen.

### 6.1.2 Radiologische Diagnostik und Auswertung

Die vorliegende Arbeit basiert auf der Auswertung der apikalen Region von Orthopantomogrammen. Es gibt keinen Zweifel daran, dass intraorale Einzelzahnbilder bezüglich ihrer Detailschärfe den Schichtaufnahmen überlegen sind. Mehrere Untersuchungen wiesen das nach [65, 66, 137]. Auf der anderen Seite zeigten viele Untersuchungen, die die diagnostische Aussagekraft von Zahnfilmen mit derselben von OPTG´s verglichen, dass die extraorale Schichtaufnahmen trotz ihrer Einschränkungen an Detailschärfe für die Diagnostik von apikalen pathologischen Prozessen durchaus ausreichend sind und einen Beitrag in der endodontisch-epidemiologischen Forschung leisten können [64, 66, 67, 68, 73].

Ein OPTG bietet eine immense Menge an Information bei einer relativ kleinen Strahlenexposition. Alle endodontischen Behandlungen eines Patienten können in der Regel auf einem Röntgenbild befundet und ausgewertet werden. Darüber hinaus kann eine Reihe von Zusatzinformationen über das Kauorgan und angrenzende Areale auf einem Panorama Röntgenbild gesammelt werden. Um vergleichbare Menge an wertvollen diagnostischen Informationen, wie sie ein OPTG liefert, zu erhalten, ist die Anfertigung eines intraoralen Röntgenstatus notwendig [63, 66]. Diese diagnostische Maßnahme besteht in der Regel aus 10 bis 14 Zahneinzellbildern und ist ohne Frage die beste Möglichkeit eine exakte radiologische Abbildung der periapikalen Region zu schaffen. Nun ist eine solche röntgenologische Untersuchung jedoch leider mit einer deutlich höheren Strahlenbelastung für den Patienten verbunden als die Anfertigung eines Orthopantomogramms [138, 139] und wird dadurch nur für bestimmte Fragestellungen (in der Regel zur Beurteilung des Knochenverlaufs bei Parodontopathien) angewandt.

Da die Röntgenbilder nicht gelesen, sondern interpretiert werden, besteht immer die Gefahr, dass die Interpretation durch unterschiedliche Untersucher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann (siehe auch Kap.2.2.3). Aus diesen Gründen wurden alle 742 Panoramabilder von einem Untersucher ausgewertet, um die Interpretationsvariabilität so gering wie möglich halten zu können. Die Kalibrierung von dem Auswerter mit einem in der Endodontie sehr erfahrenen Behandler, sowie Festlegung der strengen Beurteilungskriterien am Anfang der Studie sollte die diagnostische Sicherheit steigern. Intraindividuelle Unterschiede in der Beurteilung wurden im Laufe der Untersuchung mittels wiederholter Auswertung von 30 Röntgenbildern kontrolliert. Die interne Übereinstimmung lag mit 86% (kappa = 0,86) in dem von der WHO gefordertem Bereich zwischen 85-95% Übereinstimmung [140]. Diese Werte werden mittlerweile als normale Übereinstimmungswerte für die radiologische Interpretation betrachtet [141].

Die Tatsache, dass der Untersucher nicht an der Behandlung der ausgewerteten Fälle teilgenommen hat, schließt die von Goldman beschriebene subjektiv bessere Beurteilung der Ergebnisse durch den Behandler aus [74]. Solange allerdings die radiologische Auswertung von einem Menschen durchgeführt wird kann es nur um einen Versuch handeln die „Subjektivität“ dieser menschlichen Komponente bei der Interpretation von Röntgenbildern zu minimieren. Die absolute, biasfreie Objektivität bei der Auswertung kann anscheinend nur durch eine standardisierte computer-unterstützte Evaluation erreicht werden.

Weitere Diskussionsgrundlage liefert die Frage, in wieweit es überhaupt möglich ist, den wahren Entzündungszustand des periapikalen Gewebes radiologisch zuverlässig beurteilen zu können. Einerseits stellen die De- / und Re-Mineralisationsvorgänge im

Bereich der Wurzelspitze als Folge einer chronischen Entzündung die Grundlagen für die endodontische radiologische Diagnostik dar; andererseits berichten viele Forschungsprojekte über deutliche Diskrepanzen zwischen röntgenologischen Darstellungen der periapikalen Region und dem tatsächlichen histologischen Entzündungszustand [96, 97, 100]. Wird zum Beispiel eine entzündliche Spongiosaläsion von einer dicken *Compacta* Lamelle überdeckt, so entzieht sie sich, nach experimentellen Untersuchungen von Bender und Seltzer [92], oft jeglicher radiologischer Diagnostik. Diese hat also ihre Limitationen. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse dieser Untersuchung, da auf radiologischer Diagnostik basierend, unter Vorbehalt zu betrachten. Aus ethischen und praktikablen Gründen scheint es jedoch unmöglich, die histologische Diagnostik für endodontische Forschungszwecke in Erwägung zu ziehen. Die Zahl von klinischen Studien, die den Erfolg einer endodontischen Behandlung histologisch untersuchten wird auch in der Zukunft auf Einzellfälle beschränkt bleiben [96, 99].

Ähnliche Bedenken kommen bei der Beurteilung der technischen Qualität der Wurzelfüllungen auf. Weder die Homogenität noch die apikale Dimension der Wurzelfüllung können mittels Röntgenaufnahmen in bukko-oraler Projektionsrichtung exakt bewertet werden [142]. Dennoch gilt derzeit auch hier. Die Auswertung der Röntgenbilder ist die einzige akzeptable Methode zu Ermittlung des technischen Standards einer Obturation. Die oben genannten Einschränkungen sollten bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse Beachtung finden.

## 6.2 Diskussion der Ergebnisse

### 6.2.1 Oraler Status der Patienten

Im Rahmen der radiologischen Auswertung der untersuchten Patienten wurden einige allgemeine zahnmedizinische Fragestellungen betrachtet. Bei jedem ausgewerteten Röntgenbild wurden alle vorhandenen Zähne zusammengefasst und die parodontale Gebisssituatuation wurde evaluiert. Der mittlere Zahnbestand lag bei 24,2 Zähnen pro Patient, was eine leichte Verbesserung im Vergleich zu früheren Untersuchungen in deutschen Populationen ergibt (21-23 Zähne / Patient [130, 131,132]), allerdings noch den Ergebnissen skandinavischer Forscher leicht unterlegen ist (26 Zähne / Patient, [123]). Der Anteil der im Alter noch bezahnten Patienten in unserem Untersuchungskollektiv war relativ hoch, der mittlere Zahnbestand in der Gruppe der 70-79jährigen lag bei 15,4 Zähnen / Patient. Dies könnten vielleicht die ersten Folgen der in Deutschland stattfindenden Paradigmenwechsel in der Zahnmedizin sein. Immer mehr Zähne können durch prophylaktisch und konservierend orientierte Vorgehensweise der praktisch tätigen Zahnärzte auch in hohem Alter erhalten werden.

### 6.2.2 Prävalenz der endodontisch behandelten Zähne

1000 der 17948 evaluierten Zähne zeigten eine Wurzelfüllung. Mit der Prävalenz von 5,6% liegen unsere Ergebnisse über den in Deutschland zuvor vorgestellten Daten (Tab.6.1). Während Hülsmann *et al.* 1991 [117] einen Anteil von 3,2% der wurzelkanalgefüllten Zähne fand und Klimek (3,2% 1983 und 4,6% 1991) [130] sowie Schulte (2% 1983 und 3,2% 1992) [131] ähnlich niedrige Ergebnisse präsentierten, bewegen sich die Ergebnisse unserer Studie im Bereich der internationalen Untersuchungen (Tab.2.1) von Buckley und Spångberg (5,5%) [107] aus der USA oder der von Saunders *et al*. aus Großbritannien (5,6%) [110], sowie einiger skandinavischer Untersuchungen (Kirkevang et al. 4,8% [123], Eriksen & Bjertness 6% [71]). Somit bestätigen die Ergebnisse unserer Studie die steigende Tendenz in der endodontischen Versorgung der Bevölkerung.

Tabelle 6.1:Deutsche epidemiologische Studien zum endodontischen Versorgungsgrad und der Prävalenz der apikalen Parodontitden

| Studie | Patienten Zahl | WF Zahl (n) | WF (%) | WF mit AP (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Hülsmann *et al*., 1991** | 200 | 156 | 3,2 | 60 |
| **Klimek *et al.*, 1995** | 500 | 1983 - 348<br>1991 – 497 | 1983 - 3,2<br>1991 - 4,6 | 1983 - 62,8<br>1991 - 45,7 |
| **Weiger *et al*. 1997** | 323 | 215 | 2,7 | 61,4 |
| **Hülsmann *et al*., 1998** | 800<br>(100 / Jahr) | 452 | 1977 - 1,8<br>1991 - 4,1 | 1987 - 20<br>1983 - 54 |
| **Schulte *et al*., 1998** | 1830 | 1983 - 436<br>1992 – 681 | 1983 - 2,0<br>1992 - 3,4 | 1983 - 14,4<br>1992 - 13,7 |
| **Vorliegende Studie** | 742 | 1000 | 5,6 | 50 |

Die größte Häufigkeit für endodontisch behandelte Zähne wurden bis jetzt von Imfeld veröffentlicht [115]. Die von seiner Forschungsgruppe ermittelte Prävalenz von 20,3% der wurzelkanalgefüllten Zähne liegt daran, dass sich seine Patientengruppe aus 66jährigen Züricher Einwohnern zusammensetzte. Die Hypothese, dass die durchschnittliche Zahl der endodontisch behandelten Zähne mit dem Alter zunimmt wurde auch in der vorliegenden Arbeit bekräftigt. Die Prävalenz der Wurzelfüllungen nahm eindeutig mit dem Alter der Patienten zu. Die höchsten Werte wurden bei den Patienten über 70 Jahre erreicht. Eine Erklärung dafür könnte darin liegen, dass die Zähne älterer Patienten über einen längeren Zeitraum pulpaschädigenden oralen Noxen wie z.B. Karies, vorausgegangenen restaurativen Maßnahmen, oder insuffizienten Restaurationsrändern ausgesetzt waren. Verglichen aber mit den von Imfeld erhobenen Daten, erleben die Berliner 60-70jährigen fast um 10% seltener eine Wurzelkanalbehandlung in ihrem Leben als ihre Züricher Altersgenossen [115].

Interessant ist die Verteilung der Wurzelfüllungen auf verschiedene Zahngruppen. Wenn noch in den 80er Jahren in Deutschland fast die Hälfte der endodontischen Behandlungen auf die Frontzähne ausfiel [131], so wird heute eine deutliche Verschiebung in Richtung technisch und anatomisch aufwendiger zu behandelnden Seitenzähnen gesehen [130, 131]. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung unterstützen diese Entwicklung. 35% aller endodontischen Eingriffe entfielen auf die Frontzähne und 65% auf die Seitenzähne. Diese Entwicklung wäre nichts anderes als ein Zeichen einer stärkeren

Bereitschaft der Zahnärzteschaft vermehrt schwierigere und schlecht bezahlte endodontische Behandlungen im Seitenzahngebiet vorzunehmen. Die Basis dazu liefern wahrscheinlich die Fortschritte in der Systematik der Therapie, verbesserte Aufbereitungsmöglichkeiten und intensivere Ausbildung auf dem Gebiet der Endodontie. Auf der anderen Seite hat auch die Anzahl solcher Patienten zugenommen, die den Wunsch äußern, nicht nur deutlich sichtbare, sondern auch funktionell wichtige Zähne erhalten zu wollen.

Wird die Auswertung im Gegensatz zum vorangegangenen Teil nicht auf die Zähne, sondern (wie von der WHO gefordert) auf die Patienten bezogen, wird festgestellt, dass mehr als die Hälfte der untersuchten Patienten (57,8%) mindestens einen endodontisch behandelten Zahn aufwiesen. Die Gruppe der Patienten mit einer Erfahrung einer endodontischen Behandlung vergrößerte sich mit dem Alter. In der Gruppe der jüngeren Patienten (unter 20 Jahren) waren es nur 16,6%, die schon einen wurzelkanalbehandelten Zahn hatten, in der Gruppe der 30-39jährigen waren es schon über die Hälfte (54,2%) und in der Gruppe der 70-79järigen waren es 75% der untersuchten Patienten (Abb. 5.4). Häufig hatten die Untersuchten einen bis drei wurzelkanalgefüllte Zähne im Mund (46,1%), allerdings gab es Patienten, die auch über 5 Wurzelfüllungen aufwiesen (4,2%). Die eigentlich zu erwartende „Polarisierung“ (ungleichmäßige Verteilung von meisten kariösen Läsionen auf eine mehr oder weniger große Gruppe der Bevölkerung) wie sie aus der epidemiologischen Kariesforschung bekannt ist (Wurzelkanalbehandlung ist Folge einer Karies) ist somit nicht deutlich gegeben.

Die starke Variabilität in der Häufigkeit der wurzelkanalgefüllten Zähne in den einzelnen Ländern kann unter anderem durch Unterschiede in der zahnmedizinischen Versorgung, der zahnärztlichen Honorierung und der Krankenversicherungssysteme hervorgerufen werden. Weiterhin müssen die verschiedenen Ausbildungsstandards und -möglichkeiten im Fach Endodontie in verschiedenen Ländern und an verschiedenen Universitäten innerhalb eines Landes berücksichtigt werden, sowie die Bereitschaft jedes einzelnen Zahnarztes sich ständig auf diesem Gebiet fortzubilden. Nicht zuletzt ist es wichtig zu erwähnen, dass die uneinheitlichen Fragestellungen, Studiendesigns und Patientenselektion der Studien den abschließenden Vergleich der Untersuchungen nur eingeschränkt zulassen.

### 6.2.3 Qualität der endodontischen Behandlungen

Die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung ist von Wichtigkeit sowohl für den Behandler, als auch für den Patienten. Zahlreiche Studien wiesen nach, dass die Erfolgsaussichten eines endodontischen Eingriffs hochgradig von seiner technischen Qualität abhängen [41,

42, 143]. Diese Studien fanden eindeutig bessere Ergebnisse, wenn die endodontische Behandlung *lege artis* durchgeführt worden war (Erfolgsraten von 70-100%) und eindeutig schlechtere Erfolgsauaussichten (57-95%) wenn die Wurzelkanäle mangelhaft abgefüllt waren.

Als qualitätsbestimmende Merkmale einer Wurzelkanalbehandlung wurden in der vorliegenden Studie die apikale Dimension der Obturation, die Homogenität sowie Aufbereitungsfehler evaluiert. Einige Forscher beschränkten sich in der Bewertung gelegentlich nur auf die Länge der Wurzelfüllung [110, 114] oder führten eine separate Auswertung der Faktoren „Länge“ und „Homogenität“ durch [71, 117, 125, 130]. Die anderen wiederum betrachteten sowohl die apikale Ausdehnung der Obturation und ihre Homogenität als auch die Kombination von beiden [107, 108, 109, 116, 119, 122, 127, 128, 136, 144, 145].

#### *6.2.3.1 Beurteilung der Länge und Homogenität der Wurzelfüllungen*

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie in Hinsicht auf die Länge der Wurzelfüllungen ergaben bei 56% eine akzeptable Länge (0-2mm bis zum Apex). Diese Resultate liegen im oberen Bereich der vergleichbaren internationalen Daten und übertreffen die bis *dato* publizierten deutschen Werte. Wurden die Qualitätsbeurteilung auf die unterschiedlichen Zahngruppen aufgeteilt, so zeichneten sich die Molaren im Oberkiefer durch die häufigsten zu kurz obturierten Kanäle aus (57,1%), gefolgt von Unterkiefermolaren (56,7%). Die am häufigsten akzeptabel abgefüllten Wurzelkanäle wiesen die Oberkieferfrontzähne auf (75% akzeptable Länge) (vergleich Tabelle 5.4).

Relativ hoch ist auch der Anteil der Wurzelfüllungen, die radiologisch als randständig und homogen beurteilt wurden. Ein 70%iger Anteil solcher von der Dichtigkeit adäquat bezeichneten Wurzelfüllungen wurde sehr selten im internationalen Vergleich erreicht. Ähnliche Ergebnisse konnten nur in einigen skandinavischen Untersuchungen [71] publiziert werden. Die Tabelle 6.2 verdeutlicht eine hohe Variationsbreite der Angaben zur Qualität der obturierten Kanäle. Neben den unterschiedlichen Qualitätsstandards in verschiedenen Ländern müssen auch die oft auftretende Unsicherheiten in der Auswertung von OPTG´s, besonders im Bezug auf die Homogenität der vorhandenen Wurzelfüllungen, bedacht werden. Die exakte Beurteilung einer Panoramaaufnahme wird teilweise durch projektionsbedingte Überlagerungen anatomischer Strukturen erschwert.

Werden die hohen Quoten an von der Länge und Homogenität adäquat obturierten Kanäle zusammengefasst, um so die Gesamtzahl der qualitativ gut abgefüllten Zähne (Länge und Homogenität zusammen) ermitteln zu können, reduziert sich der Anteil der technisch adäquat obturierten Zähne auf 44,6%. Diese Ergebnisse korrespondieren mit

den früher vorgestellten Daten aus dem deutschen Raum (Tab. 6.3) und bekräftigen die Ergebnisse von epidemiologischen Querschnittsstudien [130, 131, 132].

Tabelle 6.2: Technische Qualität der Wurzelfüllungen im internationalen Vergleich

| Studie | Zahn/Wurzelzahl (n) | Adäquate Homogenität (%) | Inadäquate Homogenität (%) | Adäquate Länge (%) | Zu kurz (%) | Zu lang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Petersson *et al*., 1986** | 650 | 37,9 | 50,7 | | 11,4 | |
| **Eckerbom *et a*l., 1987** | 899 | 56,3 | 43,7 | 45,7 | 45,7 | 9,4 |
| **Ödesjö *et a*l., 1990** | 1876 | 30,2 | 69,8 | 41,4 | 48,5 | 10,1 |
| **Eriksen *et al*., 1991** | 141 | 73 | 27 | 32 | 48,9 | 19,1 |
| **De Cleen *et a*l., 1993** | 53 | | | 52,8 | 43,4 | 3,8 |
| **Saunders *et a*l., 1997** | 592 | | | 41,5 | 41,5 | 17 |
| **Marques *et al*., 1998** | 65 | 46 | 54 | | | |
| **Sidaravicius *et al*., 1999** | 320 | 30,9 | 68,8 | 33,8 | 41,,3 | 24,7 |
| **De Moor *et al*., 2000** | 312 | | | 40,7 | 54,2 | 2,6 |
| **Kirkevang *et al*., 2000** | 773 | 40,9 | 59,1 | 60,0 | 39,6 | |
| **Lupi-Pegurier *et al*., 2002** | 1429 | 58,9 | 41,1 | 38,7 | 55,0 | 6,2 |
| **Kabak *et al*., 2005** | 6339 | | | 47,7 | 29,6 | 8,3 |
| **Hülsmann *et al*., 1991** | 155 | 19 | 68 | 36 | 62 | 2 |
| **Weiger *et al*., 1997** | 215 | 37,2 | 62,8 | 41,4 | | |
| **Vorliegende Studie** | 1000 | 70 | 30 | 59 | 41 | 3 |

Tabelle 6.3: Technische Qualität der Wurzelfüllungen (Länge und Homogenität zusammengefasst) in deutschem Raum

| Studie | Anteil WF/Gesamtzahl | WF Qualität adäquat % | AP bei WF % |
|---|---|---|---|
| **Hülsmann *et al*., 1991** | 3,2 | 19 | 60 |
| **Schulte *et al*., 1998** | 1983: 2,0 | 1983: 72,2 | 1983:14,4 |
| | 1992: 3,4 | 1992: 76,2 | 1992: 13,7 |
| **Klimek *et a*l., 1995** | 1983: 3,2 | 1983: 48,8 | 1983: 62,8 |
| | 1991: 4,6 | 1991: 48,9 | 1991: 45,7 |
| **Weiger *et al*., 1997** | 2,7 | 33 | 61,4 |
| **Hülsmann *et al*., 1998** | 1976: 2,6 | 1976: 38,9 | 1976:20 |
| | 1993: 2,8 | 1993:41,8 | 1993:54 |
| **Vorliegende Studie** | 5,0 | 44,6 | 50 |

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde versucht die Qualität der mechanischen Aufbereitung radiologisch durch Auswertung der vorhandenen Aufbereitungsfehler zu evaluieren. 17,6% aller obturierten Zähne wiesen solche Fehler auf. Am häufigsten in dieser Kategorie waren die scheinbar nicht aufbereiteten Wurzelkanäle vertreten (46,6% alle Aufbereitungsfehler), gefolgt von übersehenen Wurzelkanälen (30,1%). Abgebrochene Instrumente wurden in 7,4% aller fehlerhaft bearbeiteten Kanäle gefunden. Die epidemiologische Auswertung solcher Fehler wurde noch nicht in der Literatur vorgestellt, da sie ohne Zweifel mit gewissen Interpretationsschwierigkeiten verbunden. Die Anwesenheit von solchen „Aufbereitungsfehler“ beeinflusst signifikant negativ den Behandlungserfolg [42]. Außerdem bedarf die Behandlung solcher endodontischen Komplikationen meistens spezieller technischer und fachlicher Kompetenz und gehört dadurch in die Hände der Spezialisten. Diese Daten geben einen gewissen Überblick über die Anzahl der endodontischen Behandlungen, die eine Weiterbetreuung bei einem im Fach Endodontie spezialisierten Kollegen bräuchten und sind somit ein brauchbares Argument in der Diskussion über die postgradualen Ausbildungsalternativen in Deutschland.

### 6.2.4 Qualität der koronalen Versorgung

Im Laufe der letzten Jahre wurde das Interesse auf die Qualität der koronalen Restauration (*coronal seal*) und ihren Einfluss auf den periapikalen Status der endodontisch behandelten Zähne gelenkt. Die Hypothese, dass die koronale Versorgung (genau wie die Wurzelfüllung) den periapikalen Raum gegen die mikrobielle Invasion abschotte, wurde in einigen Forschungsvorhaben aufgestellt und unter Beweis gestellt. Ray und Trope [146] z.B. schrieben als Folge ihrer Untersuchung der Qualität der koronalen Versorgung sogar eine wichtigere Rolle in der Entwicklung von apikalen pathologische Prozessen zu als der Qualität der Obturation. Kirkevang *et al.* [147] beobachteten, dass falls beide – koronale und apikale Versorgungen adäquat waren, weniger als ein drittel der Zähne eine apikale Parodontitis aufwiesen. Waren dagegen beide Versorgungen als inadäquat bewertet, so zeigte mehr als drei viertel der Zähne eine apikale Pathologie. Tronstad *et al.* [148] sowie Hommez *et al.* [149] relativierten die Rolle der koronalen Versorgung, indem sie zeigten, dass bei einer inadäquaten Qualität der Wurzelfüllungen die Qualität der koronalen Versorgung keinen positiven Einfluss auf die Prognose der Behandlung mehr nimmt.

Dies wurde in der bis *dato* einzigen prospektiven klinischen Untersuchung von Ricucci *et al*. [150] bekräftigt. Die Forscher zeigten, dass sogar ein völliger Verlust des koronalen Verschlusses keinen negativen Einfluss auf die Entwicklung einer apikalen Parodontitis nimmt, falls die Instrumentierung und Obturation der Kanäle optimal war.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten, dass Zähne, die eine qualitativ inakzeptable koronale Versorgung aufwiesen (64,5%) signifikant häufiger eine radiologisch sichtbare apikale Radioluzenz entwickelten, als Zähne, die koronal gut versorgt waren. Die Auswertung zeigte außerdem signifikant häufiger apikale Entzündungen bei den Zähnen, die koronal keine Restauration aufwiesen (6,4%), wobei die Art der Versorgung (plastische Füllung – 27,7%, Krone – 37,21% oder Stift und Krone – 28,7%) statistisch keinen Einfluss auf die Erfolgsquoten der Behandlung hatte. Es ist anzunehmen, dass sowohl die Qualität der Wurzelfüllung als auch die Güte der koronalen Versorgung für den Erfolg einer endodontischen Therapie unentbehrlich sind.

### 6.2.5 *Prävalenz der* apikalen Parodontitis

*"Apical periodontitis: A very prevalent problem, "* nannte David Figdor seinen im Jahre 2002 erschienenen Artikel. Die Frage, warum eine so weit in der Bevölkerung verbreitete Erkrankung im Schatten der zahnmedizinischen Forschung bleibt, wird versucht vom Autor zu beantworten [151]. Tatsächlich, jeder zweite Patient im Alter von 50 Jahren und bereits 62% der 60jährigen sind von einer chronischen apikalen Entzündung betroffen [152]. Verglichen mit der Prävalenz von profunder marginaler Parodontitis in der Bevölkerung ergibt sich ein sogar häufigeres Auftreten für die apikale als für die marginale Parodontitis (Tab. 6.4).

Tabelle 6.4: Prävalenz der starken marginalen (CPITN-4) und apikalen Parodontitis in einigen Nordeuropäischen Ländern (nach [152])

| | **20-30järige (%)** | **30-40jährige (%)** | **40-50jährige (%)** | **50-60jährige (%)** | **60+jährige (%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ap. Parodontitis, Eriksen *et al*.** | 33 | 40 | 48 | 57 | 62 |
| **Ap. Parodontitis, vorliegende Arbeit** | 40,1 | 35,6 | 53,8 | 53,8 | 60 |
| **Marg. Parodontitis Eriksen *et al*.** | 0 | 14 | 20 | 25 | 26 |

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen die allgemeinen Trends der endodontischen Forschung. Die apikale Parodontitis ist ein häufiges Problem. In der untersuchten Population waren es im Durchschnitt 48,2% der Patienten die von einer apikalen Entzündung betroffen waren. Die Häufigkeit stieg mit dem Alter an, wie es in den ähnlichen Untersuchungen gezeigt wurde (Tab.6.4).

Die Analyse der Zähne mit der Diagnose einer apikalen Parodontitis ergab, dass von insgesamt 17948 untersuchten an 1124 (6,3%) eine apikale Läsion festgestellt werden konnte. Im internationalem aber auch in deutschem Vergleich liegen diese Zahlen vergleichsweise hoch (Tab 2.1). Diese Prävalenz wird nur von einigen Studien aus Frankreich, sowie Griechenland und Weißrussland übertroffen [111, 112, 118, 120]. Die Untersuchung aus der Schweiz lieferte zwar gleich hohe Zahlen (AP 8,4%) [115] wertete allerdings nur 66jährige Bewohner aus Zürich aus. Im deutschen Raum zeigte die Berliner

Population bis jetzt das häufigste Vorkommen von apikalen Parodontitiden, was auf deutliche regionale Unterschiede in Deutschland hindeutet.

Eine weitere Besonderheit der Ergebnisse der vorliegenden Studie wurde in der näheren Evaluation der apikal behafteten Zähne deutlich. Im Gegensatz zu den meisten publizierten Daten fiel der Großteil der apikalen Radioluzenzen nicht auf die wurzelkanalgefüllten [71, 119, 123, 128, 153, 154] sondern auf die endodontisch unbehandelten Zähne aus. Ähnliche Verteilung von apikalen entzündlichen Prozessen wurde nur in wenigen anderen Untersuchungen gefunden – z.B. in einer aus Portugal [122] und einer aus Niederlanden [114]. Der Anteil nicht wurzelkanalgefüllter, aufgrund einer *Parodontitis apicalis* aber behandlungsbedürftiger Zähne, lag in unserer Population relativ zu den Ergebnissen anderer Forschungsgruppen mit 3,5% hoch. Die Molaren im Ober- und im Unterkiefer bildeten 50% der Zähne dieser Gruppe, gefolgt von Prämolaren und Frontzähnen. Solche klinische Befunde sind meistens Folge einer langsam ablaufenden kariösen Zerstörung, können aber auch ein prothetisches Schleiftrauma als Ursache haben (würden aber in diesem Fall bei den überkronten Zähnen signifikant häufiger vorkommen, was nicht der Fall war). Sie stellen einen latenten chronischen Entzündungsprozess im periapikalen Bereich dar, der oft über mehrere Jahre unbemerkt bleibt. Nach den neusten Erkenntnissen können solche Prozesse eine systemische Auswirkung auf den Gesamtorganismus haben [1, 4] und somit sind sie auch aus medizinischer Sicht als behandlungsbedürftig anzusehen.

Die Prävalenz der apikalen Radioluzenzen an den wurzelkanalgefüllten Zähnen lag in unserer Population bei 47%. Mit Ausnahme einiger Untersuchungen mit einem hohen Anteil an extrahierten Zähnen [122], die eine relativ niedrige Prävalenz der *Parodontitis apicalis* in dem Untersuchungskollektiv fanden (eventuell durch einen hohen Anteil der erfolglos endodontisch behandelten Zähne unter den extrahierten zu erklären) sind die vorliegenden Werte kongruent mit den früheren Ergebnissen aus den ähnlich konzipierten Studien (Tab. 2.1). Hiermit unterstützen unsere Daten die gut dokumentierte Aussage, dass die realistische apikale Situation von wurzelkanalbehandelten Zähne in der Population erheblich schlechter ist, als die apikale Situation von den in kontrollierten Langzeituntersuchungen endodontisch behandelten Zähnen [41, 42, 155]. Ein hoher und bislang unterschätzter Behandlungsbedarf für apikale inflammatorische Prozesse in Verbindung mit endodontisch behandelten Zähnen (orthograde Revision bzw. apikale Chirurgie) in der Bevölkerung wird offensichtlich.

Ähnlich wie in den früheren Untersuchungen korrelierte in der vorliegenden Studie die Pathologie des periapikalen Bereichs der wurzelkanalbehandelten Zähne mit Qualität dieser. Nur 44,6% der Wurzelkanäle wurden adäquat obturiert.

Die apikale Dimension der Wurzelfüllungen wurde in 54,3% der untersuchten Zähne und die Homogenität in 70% als qualitativ gut beurteilt. Wurden diese Faktoren dem apikalen Status gegenübergestellt, so stellten sich folgende Zusammenhänge heraus: Falls die Länge der Wurzelfüllungen adäquat war, waren trotzdem 31,3% der Zähne apikal behaftet, was mit früheren Untersuchungen korrespondiert (10 bis 46% [71, 128, 147]). War die Länge der Wurzelfüllung dagegen inadäquat, so zeigten nun schon 61,6% der Zähne apikale Radioluzenzen. Dies deckt sich ebenfalls mit der Literatur [71, 79, 109, 114]. Analog war dies, wenn die Homogenität der obturierten Kanäle inadäquat bewertet wurde, 62,4% der Zähne hatten eine apikale Aufhellung, was leicht unter den publizierten Werten anderer Studien (von 70%) liegt [71, 111]. Wurde die Gesamtqualität der Wurzelfüllungen beurteilt (sowohl die Länge, Homogenität als auch die Aufbereitungsfehler), so wurde bei adäquater Länge und Homogenität an 33% der Zähne eine apikale Parodontitis diagnostiziert. Im Gegensatz dazu war der apikale Status bei 63% der Zähne, deren Länge und Homogenität inadäquat waren pathologisch. Die oben dargestellten Zusammenhänge waren statistisch signifikant (Tab. 5.7). Vorliegende Daten unterstützen den aus der Literatur gut bekannten Einfluss der Qualität der Wurzelfüllung auf die Entwicklung von apikalen osteolytischen Prozessen [107, 108, 110, 112, 113, 114, 116, 117, 128, 149, 156].

Die Qualität einer Wurzelfüllung ist leider der einzige Faktor einer Wurzelkanalbehandlung, der im Rahmen einer radiologischen Auswertung beurteilt werden kann. Somit wird oft dazu verleitet der Qualität der Obturation die entscheidende Rolle für die Erfolgsaussichten einer endodontischen Behandlung zuzusprechen. Die Tatsache, dass in der vorliegenden Untersuchung etwa 30% der adäquat gefüllten Wurzelkanäle trotzdem eine apikale Aufhellung aufwiesen, gibt Aufschluss darüber, dass die Obturation nur einer der Therapieschritte einer Wurzelkanalbehandlung ist und viele andere Faktoren für den Erfolg einer Behandlung entscheidend sind. Initiale Diagnose (Pulpitis oder apikale Parodontitis), Qualität der Kanalaufbereitung, verwendete Materialien, Therapiekonzept und mikrobiologische Kontrolle sind einige der Faktoren, die für den Therapieerfolg einer endodontischen Behandlung von entscheidender Wichtigkeit sind und in einer epidemiologischer Querschnittsuntersuchung leider unbekannt sind.

Schlussfolgernd demonstrieren die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung eine Tendenz der Zunahme der endodontischen Behandlungsmaßnahmen, allerdings ohne Verbesserung der technischen Qualität und entsprechenden Erfolgsquoten. Somit ist eine klare Notwendigkeit der Verbesserung der qualitativen Standards der endodontischen Behandlung unentbehrlich mit dem Ziel der Prävention und besseren Behandlung der apikalen Parodontitis in der Bevölkerung.

# 7 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Bei 48,2% der auf radiologischem Wege untersuchten Patienten konnte eine apikale Aufhellung an mindestens einem Zahn festgestellt werden. Diese Zahl beinhaltet nicht die Dunkelziffer an Zähnen, die möglicherweise histologisch gesehen eine apikale Parodontitis aufweisen und radiologisch nicht detektiert werden konnten. Somit stellen unerkannte periapikale Pathologien ein sehr großes, nicht zu unterschätzendes Problem dar. Da nach den neuesten Erkenntnissen solche Prozesse möglicherweise auch eine systemische Auswirkung auf den Gesamtorganismus haben können, müssen größte Anstrengungen unternommen werden die Anzahl der betroffenen Patienten zu reduzieren.
- Eine gute Qualität der Wurzelkanalfüllung sowie der koronalen Versorgung haben einen signifikanten positiven Einfluss auf die apikale Gesundheit.
- Die Prävalenz der apikalen Parodontitiden und der endodontisch behandelten Zähne steigt mit dem Alter. Diese Tendenz auf einer Seite und die Gesellschafstalterung sowie der steigernde Wunsch nach Zahnerhalt auch im Alter auf der anderen Seite, werden wahrscheinlich dazu führen, dass die Zahnmedizin künftig immer häufiger mit dem Problem der postendodontischen apikalen Parodontitis konfrontiert wird.
- Die Ergebnisse deuten auf einen großen Behandlungsbedarf sowohl im Bereich der endodontischen Initialbehandlung als auch im Bereich der endodontischen Wiederbehandlung in der untersuchten Population hin.
- 47,7% aller endodontisch behandelten Zähne hatten in der vorliegenden Studie eine postendodontische apikale Parodontitis. Der Grund für solch hohe Zahlen liegt aller Wahrscheinlichkeit nach bei den Missständen in der technischen Durchführung der Wurzelkanalbehandlungen sowie in der inakzeptablen koronalen Versorgung. Qualitative Verbesserungen der Standards sind daher dringend notwendig.

Zur Umsetzung wäre daher folgendes zu empfehlen:

1. Eine routinemäßige Anfertigung von Panoramaaufnahmen würde bei relativ geringer Strahlenexposition helfen asymptomatische chronische apikale Parodontitiden zu entdecken und somit rechtzeitig therapeutische Maßnahmen einzuleiten.
2. Eine engmaschige Kontrolle der durchgeführten endodontischen Maßnahmen, wie sie auch von der European Society of Endodontolgy gefordert wird, wäre ratsam, um die Entstehung von apikalen Pathologien rechtzeitig zu entdecken und damit Misserfolge zu identifizieren und ggf. Revisionen zu veranlassen.

3. Verbesserungen in den Spezialisierungscurricula, Einführung einer universitären postgraduierten Spezialisierung auf dem Gebiet der Endodontie, sowie eine gerechte Qualitätssicherung in der Praxis würden vermutlich zu einer Steigerung von Erfolgsquoten bei Wurzelkanalbehandlungen führen.

# 8 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Prävalenz der *parodontitis apicalis* in einer Berliner Population sowie die Häufigkeit und die Qualität der endodontischen Behandlungen zu evaluieren.

Dazu wurden 742 Orthopantomogramme von Neuzugängen der Zahnklinik Nord der Charité–Universitätsmedizin Berlin aus den Jahren 1999 bis 2001 evaluiert. Die radiologische Auswertung wurde in einem abgedunkelten Raum mit Hilfe eines Röntgenbildbetrachters durchgeführt. Die Kalibrierung des Untersuchers sowie die Festlegung von exakten Auswertungskriterien gingen der Evaluierungsphase voraus. Es wurde auch die Reliabilität des Untersuchers mittels des Kappa Tests eruiert. Die Anzahl der endodontisch behandelten Zähne ebenso wie die Häufigkeit von apikalen Radioluzenzen wurden registriert. Länge, Homogenität sowie Aufbereitungsfehler der Wurzelkanalfüllungen dienten zur Beurteilung der Qualität von endodontischen Maßnahmen. Es wurde zusätzlich die Information über die Art und die Qualität der koronalen Versorgung der wurzelkanalbehandelten Zähne aquiriert. Zusammenhänge zwischen dem apikalen Status auf der einen Seite und der Qualität der endodontischen sowie der koronalen Versorgung auf der anderen Seite wurden mittels des Chi–Quadrat Tests evaluiert.

Die untersuchte Population hatte ein Durchschnittsalter von 44,8 Jahre und besaß im Durchschnitt 24,19 Zähne pro Patient. Die Prävalenz von apikalen Parodontitiden in der untersuchten Population lag bei 48,2%. 57,8% der untersuchten Patienten hatten mindestens einen endodontisch behandelten Zahn.

17948 Zähne wurden insgesamt auf den 750 Panoramaröntgenbildern begutachtet. 1124 (6,3%) davon zeigten radiologische Zeichen einer periapikalen Entzündung. 1046 Zähne (5,8%) wiesen eine Wurzelkanalbehandlung auf, 547 (47,7%) davon wurden als apikal pathologisch evaluiert. Im Gegensatz dazu waren die Zähne ohne endodontische Intervention in 3,1% von einer periapikalen Inflammation betroffen.

Die Länge der Wurzelkanalfüllungen wurde in 59,6% als akzeptabel (0-2mm bis zum Apex entfernt), in 37,4% als zu kurz und in 3,1% der Fälle als zu lang bewertet. Homogene Obturationen wurden in 70% der Wurzelkanäle registriert. Bei 17,6 % der endodontisch behandelten Zähne konnten Aufbereitungsfehler festgestellt werden. Die Anzahl der Wurzelkanalfüllungen die in allen Hinsichten als adäquat bezeichnet werden konnten war lediglich 44,6%.

Die vergleichende Statistik ergab statistisch signifikant häufiger eine *parodontitis apicalis*

bei den qualitativ inadäquat endodontisch versorgten Zähnen ($p<0,01$) im Vergleich zu qualitativ adäquat versorgten Zähnen. Die Art der koronalen Versorgung beeinflusste den apikalen Status der endodontisch versorgten Zähne nicht. Im Gegensatz dazu zeigte eine qualitativ adäquate koronale Versorgung einen hochsignifikant positiven ($p<0,01$) Einfluss auf die apikale Gesundheit.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die apikale Parodontitis in der untersuchten Population sehr häufig verbreitet ist. Dies deutet auf die Defizite in der technischen Durchführung von Wurzelkanalbehandlungen in der untersuchten Population sowie auf einen großen Behandlungsbedarf hin. Weiterhin scheint die Anwesenheit einer qualitativ akzeptablen koronalen Restauration genau so wie einer adäquaten Wurzelfüllung einen positiven Einfluss auf die apikale Gesundheit zu haben.

## 9 Summary

The aim of this cross-sectional study was to evaluate the prevalence of apical periodontitis as well as to determine the quality and frequency of the endodontic treatment in a population of Berlin, Germany.

A random sample of panoramic images of 742 adult patients attending the Dental Clinic–North of the Charité-University Berlin as taken between 1999-2001, were screened by one observer in the darkend room on an illuminated screen. Prior to evaluatioin the observer was calibrated and the intraobserver reliabilty was tested during the study with κ-test.

Numbers of endodontic treatments, apical conditions, as well as quality (lateral seal, length and technical errors) of root canal fillings and coronal restorations were registered. Relations between apical status and quality of root canal filling as well as quality and presence of coronal seal were statistically evaluated with $\chi^2$ test.

The examined population had a mean age of 44,8 years and an average number of 24,2 remaining teeth per patient. The prevalence of apical periodontitis was 48,2%. 57,8% of all patiens had at least one endodontically treated tooth.

From the 17948 evaluated teeth, 5,8% were endodontically treated. Perapical radiolucencies were found in 6,3% of all teeth and in 47,7% of the endodontically treated teeth whilst only 3,1% of the non root-filled teeth had signs of periapical inflammation.

59,6% of the screened root-filled teeth had an adequately obturated length , 37,4% were too short and 3,1% too long. An adequate homogneity was present in 70% of the obturated teeth. Technical errors were deemed in 17,6%. Only of 44,6% of the endodontically treated teeth had an overall acceptable quality.

There was a statistically significant ($p<0,01$) negative correlation between the quality of the root fillings and the prevalence of apical periodontitis. Similary, adequate coronal seal was significantly associated with better perapical conditions than inadequate ($p<0,01$). The type of the coronal restauration had no influence on the periapical status.

The results demonstrate a high prevalence of apical periodontitis and poor technical quality of treatment. Presence of adequate root obturation as well as acceptable coronal seal seems to be positiv influence on the apical conditions.

## 10 Literaturverzeichnis


1. Frisk F, Hakeberg M, Ahlqwist M, Bengtsson C.
Endodontic variables and coronary heart disease.
Acta Odontol Scand 2003;61(5):257-62.

2. Danesh J, Collins R, Peto R.
Chronic infections and coronary heart disease: is there a link?
Lancet 1997;350(9075):430-6.

3. Mattila KJ, Nieminen MS, Valtonen VV, Rasi VP, Kesaniemi YA, Syrjala SL, et al.
Association between dental health and acute myocardial infarction.
BMJ 1989;298(6676):779-81.

4. Mattila KJ, Valtonen VV, Nieminen MS, Asikainen S.
Role of infection as a risk factor for atherosclerosis, myocardial infarction, and stroke.
Clin Infect Dis 1998;26(3):719-34.

5. Borssen E, Sundqvist G.
Actinomyces of infected dental root canals.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1981;51(6):643-8.

6. Thoden van Velzen SK, Genet J, Kersten H, Moorer W, Wesselink P.
Endodontie.
Köln: Deutsche Ärzte-Verlag; 1988.

7. Schroeder HE.
Orale Strukturbiologie.
3 ed. Stuttgart-New York: Thieme; 1987.

8. Bergenholtz G, Lindhe J.
Effect of soluble plaque factors on inflammatory reactions in the dental pulp.
Scand J Dent Res 1975;83(3):153-8.

9. Artese L, Rubini C, Ferrero G, Fioroni M, Santinelli A, Piattelli A.
Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in healthy and inflamed human dental pulps.
J Endod 2002;28(1):20-3.

10. Lin SK, Kuo MY, Wang JS, Lee JJ, Wang CC, Huang S, et al.
Differential regulation of interleukin-6 and inducible cyclooxygenase gene expression by cytokines through prostaglandin-dependent and -independent mechanisms in human dental pulp fibroblasts.
J Endod 2002;28(3):197-201.

11. Trowbridge HO.
Pathogenesis of pulpitis resulting from dental caries.
J Endod 1981;7(2):52-60.

12. Massler M.
Pulpal reactions to dental caries.
Int Dent J 1967;17(2):441-60.

13. Massler M, Pawlak J.
The affected and infected pulp.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1977;43(6):929-47.

14. Schroeder HE.
Pathobiologie oraler Strukturen.
3 ed. Basel: Karger; 1991.

15. Nair PN.
Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures.
Crit Rev Oral Biol Med 2004;15(6):348-81.

16. Nair PN.
Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response.
Periodontol 2000 1997;13:121-48.

17. Torneck CD.
Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol oral Radiol Endod 1966;21(3):379-387.

18. Torneck CD.
Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. II.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1967;24(5):674-683.

19. Rickert U, Dixon C.
The controlling of root surgery.
In: FDI 8e Congrés dentaire internationale; 1931; Paris; 1931. p. 15-22.

20. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ.
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.

21. Möller A, Fabricius L, Dahlén G, Öhman AE, G H.
Influence of periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys.
Scand J Dent Res 1981;89:475-484.

22. Katebzadeh N, Hupp J, Trope M.
Histological periapical repair after obturation of infected root canals in dogs.
J Endod 1999;25(5):364-8.

23. Katebzadeh N, Sigurdsson A, Trope M.
Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study.
Int Endod J 2000;33(1):60-6.

24. Klevant FJ, Eggink CO.
The effect of canal preparation on periapical disease.
Int Endod J 1983;16(2):68-75.

25. Bergenholtz G.
Micro-organisms from necrotic pulp of traumatized teeth.
Odontol Revy 1974;25(4):347-58.

26. Sundqvist G.
Bacteriologic studies of necrotic pulp [Dissertation].
Umea: University of Ulmea; 1976.

27. Schulz S.
Häufigkeit und Ursachen lebensbedrohlicher Ausbreitungsformen und Verläufe pyogener Weichteilinfektionen im Kiefer-Gesichts-Halsbereich an einem Krankengut von 3314 Fällen.
Zahn-, Mund-, Kieferheilkd. 1980;68:20-35.

28. Miller M.
The human mouth as a focus of infection.
Dent. Cosmos 1891;33:689-95.

29. O'Reilly PG, Claffey NM.
A history of oral sepsis as a cause of disease.
Periodontol 2000 2000;23:13-8.

30. Bellizzi R, Cruse WP.
A historic review of endodontics, 1689-1963, part 3.
J Endod 1980;6(5):576-80.

31. Beck J, Slade G, Offenbacher S.
Oral desease, cardiovascular disease and systemic inflammation.
Periodontol 2000 2000;23:110-20.

32. Radnai M, Gorzo I, Nagy E, Urban E, Novak T, Pal A.
A possible association between preterm birth and early periodontitis. A pilot study.
J Clin Periodontol 2004;31(9):736-41.

33. Jeffcoat MK, Hauth JC, Geurs NC, Reddy MS, Cliver SP, Hodgkins PM, et al.
Periodontal disease and preterm birth: results of a pilot intervention study.
J Periodontol 2003;74(8):1214-8.

34. Jeffcoat MK, Geurs NC, Reddy MS, Cliver SP, Goldenerg RL, Hauth JC.
Periodontal infection and preterm birth: results of a prospective study.
J Am Dent Assoc 2001;132(7):875-80.

35. Hujoel PP, Drangsholt M, Spiekerman C, DeRouen TA.
Periodontal disease and coronary heart disease risk.
JAMA 2000;284(11):1406-10.

36. Mattila KJ, Asikainen S, Wolf J, Jousimiés-Somer H, Valtonen V, Nieminen M.
Age, dental infections, and coronary heart disease.
J Dent Res 2000;79(2):756-60.

37. Holbrook WP, Oskarsdottir A, Fridjonsson T, Einarsson H, Hauksson A, Geirsson RT.
No link between low-grade periodontal disease and preterm birth: a pilot study in a healthy Caucasian population.
Acta Odontol Scand 2004;62(3):177-9.

38. Kuttler Y.
Microscopic investigation of root apexes.
J Am Dent Assoc 1955;50(5):544-52.

39. Chapman CE.
A microscopic study of the apical region of human anterior teeth.
J Br Endod Soc 1969;3(4):52-8.

40. Schilder H.
Filling root canals in three dimensions.
Dent Clin North Am 1967;11:723-744.

41. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K.
Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.
J Endod 1990;16(10):498-504.

42. Strindberg LZ.
The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations.
Acta Odontol Scand; 1956.

43. Molven O.
The apical level of root fillings.
Acta Odontol Scand 1976;34(2):89-105.

44. Schäffer MA, White RR, Walton RE.
Determining the optimal obturation length: A meta-analysis of the literature.
J Endod 2005;31(4):271-274.

45. Ingle JI.
A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1961;14:83-91.

46. Mullaney TP.
Instrumentation of finely curved canals.
Dent Clin North Am 1979;23(4):575-92.

47. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH.
Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique.
J Endod 1982;8(12):550-4.

48. Peters OA.
Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review.
J Endod 2004;30(8):559-67.

49. Byström A, Sundqvist G.
Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy.
Scand J Dent Res 1981;89(4):321-8.

50. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M.
Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation.
J Endod 1998;24(11):763-7.

51. Siqueira JF, Jr., Araujo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ.
Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals.
J Endod 1997;23(8):499-502.

52. Peters OA, Schonenberger K, Laib A.
Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography.
Int Endod J 2001;34(3):221-30.

53. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M.
Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue.
J Endod 1988;14(3):125-7.

54. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM.
In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite.
Endod Dent Traumatol 1992;8(3):104-8.

55. Buttler TK, Crawford JJ.
The detoxifying effect of varying concentrations of sodium hypochlorite on endotoxins.
J Endod 1982;8:59-66.

56. Chavez De Paz LE, Dahlen G, Molander A, Moller A, Bergenholtz G.
Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment.
Int Endod J 2003;36(7):500-8.

57. Byström A, Sundqvist G.
Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1983;55(3):307-12.

58. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M.
Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications.
J Endod 2000;26(12):751-5.

59. 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):1-7.

60. Byström A, Claesson R, Sundqvist G.
The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals.
Endod Dent Traumatol 1985;1:170-175.

61. Barthel CR, Kaschke I, Jahn K-R
Wurzelkanalfülltechniken - Eine Übersicht.
Endodontie 2004;13(4):307-320.

62. Pasler F.
Zahnärztliche Radiologie.
Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag; 1981.

63. Oba T, Katayama H.
Comparison of orthopantomography with conventional periapical dental radiography.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1972;34(3):524-30.

64. Freitag V, Weber O.
Vergleichende Bewertung periapikaler Befunde auf Zahnfilmen und Orthopantomogrammen.
Dtsch Zahnärztl Z 1984;39:173-177.

65. Wangering K, Lambrecht JT.
Objektdoppeldarstellungen in der Panoramaschichtaufnahmetechnik - Verlust von diagnostisch auswertbaren Bildanteilen.
Dtsch Zahnärztl Z 1984;39:923.

66. Grasser H.
Comparison of orthopantomographsand dental films in the diagnosis of interdental caries andapical osteitis.
Dtsch Zahnärztl Z 1987;42:818-821.

67. Ahlqwist M, Halling A, Hollender L.
Rotational panoramic radiography in epidemiological studies of dental health. Comparison between panoramic radiographs and intraoral full mouth surveys.
Swed Dent J 1986;10(1-2):73-84.

68. Molander B, Ahlqwist M, Gröndahl HG, Hollender L.
Comparison of panoramic and intraoral radiography for the diagnosis of caries and periapical pathology.
Dentomaxillofac Radiol 1993;22(1):28-32.

69. Muhammed AH, Manson-Hing LR, Ala B.
A comparison of panoramic and intraoral radiographic surveys in evaluating a dental clinic population.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;54(1):108-17.

70. Rohlin M, Kullendorff B, Ahlqwist M, Henrikson CO, Hollender L, Stenström B.
Comparison between panoramic and periapical radiography in the diagnosis of periapical bone lesions.
Dentomaxillofac Radiol 1989;18(4):151-5.

71. 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):1-4.

72. Gröndahl HG, Jönsson E, Lindahl B.
Diagnosis of periapical osteolytic processes with orthopantomography and intraoral full mouth radiography - a comparison.
Swed Dent J 1970;63:679-86.

73. Rohlin M, Kullendorff B, Ahlqwist M, Stenström B.
Observer performance in the assessment of periapical pathology: a comparison of panoramic with periapical radiography.
Dentomaxillofac Radiol 1991;20(3):127-31.

74. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N.
Endodontic success - who's reading the radiograph?
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1972;33(3):432-7.

75. Reit C, Hollender L.
Radiographic evaluation of endodontic therapy and the influence of observer variation.
Scand J Dent Res 1983;91(3):205-12.

76. 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(3):343-7.

77. Reit C, Gröndahl HG.
Application of statistical decision theory to radiographic diagnosis of endodontically treated teeth.
Scand J Dent Res 1983;91(3):213-8.

78. Eckerbom M, Andersson JE, Magnusson T.
Interobserver variation in radiographic examination of endodontic variables.
Endod Dent Traumatol 1986;2(6):243-6.

79. Saunders MB, Gulabivala K, Holt R, Kahan RS.
Reliability of radiographic observations recorded on a proforma measured using inter- and intra-observer variation: a preliminary study.
Int Endod J 2000;33(3):272-8.

80. Molven O, Halse A, Fristad I.
Long-term reliability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease.
Int Endod J 2002;35(2):142-7.

81. Halse A, Molven O, Fristad I.
Diagnosing periapical lesions - disagreement and borderline cases.
Int Endod J 2002;35(8):703-9.

82. McCaul LK, McHugh S, Saunders WP.
The influence of specialty training and experience on decision making in endodontic diagnosis and treatment planning.
Int Endod J 2001;34(8):594-606.

83. Patel N, Rushton VE, Macfarlane TV, Horner K.
The influence of viewing conditions on radiological diagnosis of periapical inflammation.
Br Dent J 2000;189(1):40-2.

84. Kullendorff B, Nilsson M.
Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. II. Effects on diagnostic accuracy after application of image processing.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82(5):585-9.

85. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M.
Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82(3):344-50.

86. Kullendorff B, Petersson K, Rohlin M.
Direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions: a clinical study.
Endod Dent Traumatol 1997;13(4):183-9.

87. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N.
Reliability of radiographic interpretations.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1974;38(2):287-93.

88. Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W.
Endodontic success - a reappraisal of criteria. I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;22(6):780-9.

89. Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W.
Endodontic success - a reappraisal of criteria. II.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;22(6):790-802.

90. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H.
Endodontic failures - an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1967;23(4):500-16.

91. Bender IB, Seltzer S.
Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. 1961.
J Endod 2003;29(11):702-6; discussion 701.

92. Bender IB, Seltzer S.
Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: II. 1961.
J Endod 2003;29(11):707-12; discussion 701.

93. Schwartz SF, Foster JK, Jr.
Roentgenographic interpretation of experimentally produced bony lesions. I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1971;32(4):606-12.

94. Huumonen S, Ørstavik D.
Radiological aspects of apical periodontitis.
Endodontic Topics 2002;1:3-25.

95. Rowe AH, Binnie WH.
Correlation between radiological and histological inflammatory changes following root canal treatment.
J Br Endod Soc 1974;7(2):57-63.

96. Seltzer S.
Long-term radiographic and histological observations of endodontically treated teeth.
J Endod 1999;25(12):818-22.

97. Barthel CR, Zimmer S, Trope M.
Relationship of radiologic and histologic signs of inflammation in human root-filled teeth.
J Endod 2004;30(2):75-9.

98. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H.
Endodontic failures - an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. II.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1967;23(4):517-30.

99. Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gangler P, Langeland K.
Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991;71(5):603-11.

100. Brynolf I.
A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors.
Odontol Revy 1967;18 (Suppl 1)(1).

101. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM.
The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis.
Endod Dent Traumatol 1986;2(1):20-34.

102. Ørstavik D, Farrants G, Wahl T, Kerekes K.
Image analysis of endodontic radiographs: digital subtraction and quantitative densitometry.
Endod Dent Traumatol 1990;6(1):6-11.

103. Ørstavik D.
Radiographic evaluation of apical periodontitis and endodontic treatment results: a computer approach.
Int Dent J 1991;41(2):89-98.

104. Delano EO, Tyndall D, Ludlow JB, Trope M, Löst C.
Quantitative radiographic follow-up of apical surgery: a radiometric and histologic correlation.
J Endod 1998;24(6):420-6.

105. 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(1):108-15.

106. Gordis L.
Epidemiologie.
Marburg: Kilian; 2001.

107. 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(1):92-100.

108. Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky PE, Pharoah MJ, Friedman S.
Periapical health and treatment quality assessment of root-filled teeth in two Canadian populations.
Int Endod J 2003;36(3):181-92.

109. Loftus JJ, Keating AP, McCartan BE.
Periapical status and quality of endodontic treatment in an adult Irish population.
Int Endod J 2005;38(2):81-6.

110. 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(10):382-6.

111. 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(8):690-7.

112. 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(3):229-38.

113. 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(2):113-20.

114. 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(2):112-9.

115. Imfeld TN.
Prevalence and quality of endodontic treatment in an elderly urban population of Switzerland.
J Endod 1991;17(12):604-7.

116. Weiger R, Hitzler S, Hermle G, Löst C.
Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population.
Endod Dent Traumatol 1997;13(2):69-74.

117. Hülsmann M, Lorch V, Franz B.
Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelfüllungen. Eine Auswertung von Orthopantomogrammen.
Dtsch Zahnärztl Z 1991;46:296-299.

118. Kabak Y, Abbott PV.
Prevalence of apical periodontitis and the quality of endodontic treatment in an adult Belarusian population.
Int Endod J 2005;38(4):238-245.

119. Sidaravicius B, Aleksejuniene J, Eriksen HM.
Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius, Lithuania.
Endod Dent Traumatol 1999;15(5):210-5.

120. Georgopoulou MK, Spanaki-Voreadi AP, Pantazis N, Kontakiotis EG.
Frequency and distribution of root filled teeth and apical periodontitis in a Greek population.
Int Endod J 2005;38(2):105-11.

121. Jiménez-Pinzón A, Segura-Egea JJ, Poyato-Ferrera M, Velasco-Ortega E, Ríos-Santos JV.
Prevalence of apical periodontitis and frequency of root-filled teeth in an adult Spanish population.
Int Endod J 2004;37(3):167-73.

122. 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(3):161-5.

123. Kirkevang LL, Hørsted-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(3):198-205.

124. Hansen BF, Johansen J.
Oral roentgenologic findings in a Norwegian urban population.
Oral Surg 1976;41:261-266.

125. Eriksen HM, Berset GP, Hansen BF, Bjertness E.
Changes in endodontic status 1973-1993 among 35-year-olds in Oslo, Norway.
Int Endod J 1995;28(3):129-32.

126. Allard U, Palmqvist S.
A radiographic survey of periapical conditions in elderly people in a Swedish county population.
Endod Dent Traumatol 1986;2(3):103-8.

127. Bergström J, Eliasson S, Ahlberg KF.
Periapical status in subjects with regular dental care habits.
Community Dent Oral Epidemiol 1987;15(4):236-9.

128. Eckerbom M, Andersson JE, Magnusson T.
Frequency and technical standard of endodontic treatment in a Swedish population.
Endod Dent Traumatol 1987;3(5):245-8.

129. 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(1):27-31.

130. Klimek J, Koçkapan C, Borchert J.
Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in den Jahren 1983 und 1991.
Dtsch Zahnärztl Z 1995;50:154-156.

131. Schulte A, Pieper K, Charalabidou O, Stoll R, Stachniss V.
Prevalence and quality of root canal fillings in a German adult population. A survey of orthopantomograms taken in 1983 and 1992.
Clin Oral Invest 1998;2:67-72.

132. Hülsmann M, Snezna S.
Veränderung in bezug auf Häufigkeit und Qualität der endodontischen Versorgung 1976-1993.
Dtsch Zahnärztl Z 1998;53:392-397.

133. Petersson K, Håkansson R, Håkansson J, Olsson B, Wennberg A.
Follow-up study of endodontic status in an adult Swedish population.
Endod Dent Traumatol 1991;7(5):221-5.

134. Soikkonen K.
Endodontically treated teeth and periapical findings in the elderly.
Int Endod J 1995;28(4):200-2003.

135. Segura-Egea JJ, Jiménez-Pinzón A, Poyato-Ferrera M, Velasco-Ortega E, Ríos-Santos JV.
Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Spanish population.
Int Endod J 2004;37(8):525-30.

136. Ödesjö B, Hellden L, Salonen L, Langeland K.
Prevalence of previous endodontic treatment, technical standard and occurrence of periapical lesions in a randomly selected adult, general population.
Endod Dent Traumatol 1990;6(6):265-72.

137. Douglass CW, Valachovic RW, Wijesinha A, Chauncey HH, Kapur KK, McNeil BJ.
Clinical efficacy of dental radiography in the detection of dental caries and periodontal diseases.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1986;62(3):330-9.

138. Hirschmann PN.
Radiographic intrepretation of chronic periodontitis.
Int Dent J 1987;37:3-9.

139. Streletz E, Topoll HH, Hucke HP, Lange DE.
Die diagnostische Sicherheit von OPG und Röntgenstatus in bezug auf den intraoperativen Befund.
Dtsch Zahnärztl Z 1989;44:382-386.

140. World Health Organization.
Oral Health Surveys, Basic Methods.
Geneva, Switzerland: WHO; 1997.

141. Brorrson B, Wall S.
Validity and deduction. Assessment of Medical Technology - Problems and Methods.
Stockholm: Swedish Medical Research Council; 1985.

142. Kersten HW, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK.
The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling.
Int Endod J 1987;20(1):20-4.

143. 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(7):384-90.

144. Petersson K, Petersson A, Olsson B, Håkansson J, Wennberg A.
Technical quality of root fillings in an adult Swedish population.
Endod Dent Traumatol 1986;2(3):99-102.

145. Kirkevang LL, Hørsted-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(8):607-12.

146. 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(1):12-8.

147. Kirkevang LL, Ørstavik D, Hørsted-Bindslev P, Wenzel A.
Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in a Danish population.
Int Endod J 2000;33(6):509-15.

148. Tronstad L, Asbjornsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM.
Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth.
Endod Dent Traumatol 2000;16(5):218-21.

149. Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ.
Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings.
Int Endod J 2002;35(8):680-9.

150. Ricucci D, Gröndahl K, Bergenholtz G.
Periapical status of root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration or caries.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000;90(3):354-9.

151. Figdor D.
Apical periodontitis: a very prevalent problem.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002;94(6):651-2.

152. Eriksen HM.
Epidemiology of apical periodontitis.
In: Ørstavik D. PFTR, editor. Essential Endodontology.
Malden, MA: Blackwell Science Ltd.; 1998. p. 179-91.

153. Eriksen HM.
Endodontology - epidemiologic considerations.
Endod Dent Traumatol 1991;7(5):189-95.

154. Hülsmann M.
Epidemiologische Daten zur Endodontie I.
Endodontie 1995;3:193-203.

155. Friedman S.
Treatment outcome and prognosis of endodontic therapie.
In: Ørstavik D. PFTR, editor. Essential Endodontology - Prevention and Treatment of Apical Periodontitis.
Malden, MA: Blackwell Science Ltd; 1998. p. 367-401.

156. Eriksen HM, Kirkevang LL, Petersson K.
Endodontic epidemiology and treatment outcome: general considerations.
Enodontic Topics 2002;2:1-9.

# 11 Anhang

## 11.1 Danksagung

Ein ganz besonderer und herzlicher Dank richtet sich an Frau PD. Dr. med. dent. Claudia R. Barthel nicht nur für die Überlassung des Dissertationsthemas, sondern auch für die stetige fachliche und menschliche Betreuung, die oft die Stadt- und Landesgrenzen überqueren musste. Ihr konstruktives virtuelles und persönliches Engagement hat zum Gelingen dieser wissenschaftlichen Arbeit entscheidend beigetragen.

Frau Zoe Zimmer-Barthel danke ich für ihre Mitarbeit, die entscheidend für die Korrektur der Niederschrift der Promotion beigetragen hat.

Herrn Univ. Prof. Dr. med. W. H.-M. Raab möchte ich für die Möglichkeit der Verteidigung der Promotion in seiner Abteilung danken.

Meinen Eltern (Bronislava und Alexander) und meine Schwester Julia sowie meiner Familie danke ich für die Werteerziehung und den Beistand in allen Lebenssituationen, der mich oft ermuntert hat nicht aufzugeben.

Frau Sandra Schafir und ihrer Familie danke ich vom ganzen Herzen besonders für ihre unermüdliche und verständnisvolle Hilfe in allen Phasen der Arbeit.

## 11.2 Lebenslauf

***Yevgeni Viktorov***

**Geburtsdatum**: 18.04.1979

**Geburtsort**: Dnepropetrowsk, Ukraine

**Schulausbildung**: Allgemeinbildende Mittelschule, Dnepropetrowsk
*September 1985 bis Juni 1995*
Abschluss mittlere Reife mit Auszeichnung

**Studium**: Zahnmedizinstudium, staatliche medizinische Akademie, Dnepropetrowsk
*Oktober 1996 bis Juli 1998*

Zahnmedizinstudium, Charité, Humboldt Universität zu Berlin
*Oktober 1998 bis Dezember 2003*

Zahnärztliche Vorprüfung
*März 2001*

Zahnärztliche Prüfung
*Dezember 2003*

Approbation als Zahnarzt
*Januar 2004*

**Berufspraxis**: Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Charité-Universitätsmedizin Berlin,
Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin
*Februar 2004 bis Oktober 2005*

Ausbildungsassistent in der Praxisgemeinschaft
Dres. Dr. Ziegler, Dr. Schauer & Dr. Zaritzki
*April 2005 bis Februar 2006*

Angestellter Zahnarzt in der Praxisgemeinschaft
Dres. Dr. Ziegler, Dr. Schauer & Dr. Zaritzki
*ab Februar 2006*