

**Endodontischer Status und geschätzter  
endodontischer Behandlungsbedarf bei Patienten einer  
süddeutschen Zahnarztpraxis**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
Truckenmüller, geb. Orth, Monika

2015

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. C. Löst

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. T. Schott

Meinen Kindern Felicia und Markus gewidmet

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>7</b>
<b>1.</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>12</b>
2.1.	Untersuchungsort.....	12
2.1.1	Das Patientengut .....	12
2.2	Erfassung der zahnmedizinischen Befunde.....	14
2.2.1	Anamnese.....	14
2.2.2	Klinischer Befund.....	15
2.2.3	Radiologischer Befund.....	16
2.3	Beschreibung der Zahngruppen .....	17
2.3.1	Gruppe A .....	17
2.3.2	Gruppe B .....	18
2.3.3	Gruppe C .....	18
2.3.4	Gruppe D .....	18
2.4	Röntgenologische Auswertung und Kalibrierung durch zwei Evaluatoren.....	18
2.4.1	Die Bewertung der periapikalen Verhältnisse .....	19
2.4.2	Kriterien zur Bewertung der Qualität der Wurzelanalfüllung .....	21
2.4.3	Apikotomie .....	21
2.4.4	Interne und externe Resorptionen, apikale Wurzelresorptionen, Wurzellängsfrakturen, traumatisch bedingte Zahnschäden und Avulsionen .....	21
2.4.5	Seltene Formen von Pulpaerkrankungen.....	22
2.4.6	Kriterien zur Bewertung der koronalen Restauration .....	22
2.5	Statistische Analyse.....	22
2.6	Ermittlung des endodontischen Behandlungsbedarfs.....	23
2.6.1	Der minimale endodontische Behandlungsbedarf .....	23
2.6.2	Der maximale endodontische Behandlungsbedarf .....	24
2.7	Endodontischer Status und endodontischer Behandlungsbedarf in den Jahren 1993 und 2013 .....	24
2.8	Datenerfassung .....	24

<b>3.</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>25</b>
3.1.	Altersverteilung der beiden Hauptgruppen.....	25
3.2	Die Verteilung der Patienten in Bezug auf die Anzahl endodontisch behandelter Zähne.....	26
3.3	Die Ergebnisse der Zahngruppen A - D.....	27
3.3.1	Aufteilung der zu untersuchenden Zähne auf die beiden angewandten Röntgentechniken differenziert nach den Gruppen A - D.....	27
3.3.2	Verteilung der Zähne aus den Zahngruppen A, B und C auf die verschiedenen Zahntypen.....	28
3.3.3	Ergebnisse – Zahngruppe A.....	28
3.3.3.1	Die Qualität der Wurzelkanalfüllung.....	29
3.3.3.2	Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und der Qualität der Restauration.....	30
3.3.3.3	Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und Ihrer Aufbereitungsart (manuell oder maschinell).....	31
3.3.3.4	Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und dem Alter der Wurzelkanalbehandlung .	32
3.3.3.5	Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und der Alterskategorie der Patienten.....	32
3.3.3.6	Periradikulärer Status in Zusammenhang mit der Kombination aus Qualität der koronalen Restauration und Qualität der Wurzelkanalbehandlung bei maschinell aufbereiteten Zähnen (n=107).....	33
3.3.3.7	Der Einfluss von Nikotinabusus auf die Entstehung von apikalen Parodontitiden.....	33
3.3.4	Ergebnisse der Regressionsanalyse.....	34
3.3.5	Ergebnisse – Zahngruppe B.....	35
3.3.5.1	Der Zusammenhang zwischen periradikulärem Status und der Qualität der Restauration bei Pulpanekrosen (Gruppe B).....	35
3.3.5.2	Der Zusammenhang zwischen periradikulärem Status und dem Alter der Patienten aus der Gruppe B (n=82).....	35
3.3.6	Ergebnisse – Zahngruppe C.....	36
3.4	Apikotomierte Zähne.....	37

3.5	Zähne mit einer im Wurzelkanal verankerten Stiftversorgung.....	37
3.6	Zähne mit Resorptionen und Wurzellängsfrakturen, traumatisch geschädigte und avulsierte Zähne .....	38
3.7	Seltene Form von Pulpaerkrankungen.....	38
3.8	Der geschätzte endodontische Behandlungsbedarf .....	39
3.9	Der endodontische Status zwischen 1993 und 2013 im Vergleich .	39
3.10	Endodontischer Behandlungsbedarf in den Jahren 1993 und 2013	42
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>43</b>
4.1	Auswahl der Patienten .....	43
4.1.1	Altersverteilung .....	44
4.1.2	Geschlechtsverteilung.....	44
4.2	Diskussion der Methodik und Diagnostik .....	45
4.2.1	Allgemeine Anamnese .....	45
4.2.2	Zahnmedizinische Anamnese und klinische Untersuchung .....	45
4.2.3	Radiologischer Befund.....	47
4.3	Diskussion der Ergebnisse .....	50
4.3.1	Häufigkeit der Wurzelkanalfüllungen.....	50
4.3.2	Qualität der Wurzelkanalfüllungen .....	53
4.3.3	Prävalenz von apikalen Parodontitiden.....	53
4.3.4	Endodontischer Behandlungsbedarf .....	57
4.4	Schlussfolgerung .....	59
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>60</b>
<b>6.</b>	<b>Anlagen - Datenerhebungsbogen .....</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>8.</b>	<b>Erklärung zum Eigenanteil.....</b>	<b>70</b>
<b>9.</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>71</b>
<b>10.</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>72</b>

## 1. Einleitung

Die Endodontologie beschäftigt sich mit der Prophylaxe, Ätiologie, Diagnose und Therapie von Erkrankungen der Pulpa und des Periapex (European Society of Endodontology 2006). Pulpa und Dentin stellen eine funktionelle Einheit dar. Jede Einwirkung auf das Dentin hat auch eine Auswirkung auf das Endodont (Brannstrom 1966). Daher ist die Endodontologie heute als wesentlicher Bestandteil in die konservierende Zahnheilkunde integriert. Dazu beigetragen haben vor allem die anspruchsvolle universitäre Ausbildung der Studierenden und der zunehmende Trend zur Spezialisierung auf diesem Gebiet. Während heute Studenten schon in den ersten klinischen Semestern den Umgang mit maschinellen Aufbereitungssystemen erlernen (Peru *et al.* 2006, Qualtrough 2014), standen vor wenigen Jahrzehnten ausschließlich wenig flexible und nur zum Teil standardisierte Handinstrumente aus Stahl zur Verfügung. Die manuelle Wurzelkanalaufbereitung erforderte eine große Fingerfertigkeit und einen sehr hohen Zeitaufwand. Daher blieb die Wurzelkanalbehandlung oft nur den einwurzeligen Zähnen vorbehalten.

Auch die Dentalindustrie reagierte auf die wachsende Nachfrage und entwickelte neue Wurzelkanalaufbereitungs- und abfüllsysteme, die eine routinierte und praxisnahe Anwendung ermöglichen. Das in den letzten Jahren zunehmende Angebot an strukturierten Fortbildungen und Masterstudiengängen in Endodontologie zeugt von großem Interesse seitens der Zahnärzteschaft.

Dazu im Widerspruch scheint die Entwicklung in den kassenzahnärztlichen Statistiken zu stehen. Bauer *et al.* (2009) widmeten in ihrem Buch über die zahnmedizinische Versorgung in Deutschland den „Endodontischen Leistungen“ ein Kapitel. Darin ist zu lesen, dass Wurzelkanalbehandlungen zu Beginn der 90iger Jahre bis 2002 stetig zugenommen hatten. Gleichzeitig war die Zahl der Zahnextraktionen um mehr als 20 % zurückgegangen, was als Trend hin zur Zahnerhaltung gewertet wurde. Bis 2004 waren die endodontischen Leistungen dann wieder um 25 % rückläufig. Dies dürfte wohl auf die in jenem Jahr in Kraft getretenen veränderten kassenzahnärztlichen Behandlungsrichtlinien bei Wurzelkanalbehandlungen im Seitenzahnggebiet

zurückzuführen sein. Endodontische Leistungen sind seither in vielen Fällen mit Mehrkosten für den Patienten verbunden, was nicht selten seitens der Patienten zu einer Extraktionsentscheidung führt.

Auch im Barmer GEK Gesundheitsreport 2014 wird der Endodontie ein Kapitel gewidmet. Die wissenschaftliche Begleitung bei der Erstellung des Reports erfolgte durch das Universitätsklinikum der TU Dresden. Es wurden Längsschnittuntersuchungen an wurzelkanalbehandelten Zähnen mit einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren vorgenommen. Die Datengrundlage bildeten die abgerechneten endodontischen Leistungen der Barmer GK 2010 bis 2012. Das Ziel der Analyse war die Feststellung von Folgebehandlungen (Revisionen, Apikotomien und Extraktionen) im zeitlichen Verlauf. Das Ergebnis der Studie war verblüffend. Demnach waren 84,3 % aller Wurzelkanalbehandlungen in einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren folgebehandlungsfrei. Dieses positive Ergebnis ist aber mit den klinischen Studien nicht ohne weiteres vergleichbar, da Folgebehandlungen nur bei schweren Komplikationen durchgeführt wurden. Revisionen liegen ohnehin nicht im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung. Die Methodik in dieser Studie wird den Anforderungen der Versorgungsforschung jedoch gerecht.

Eine Pressemitteilung der Bundeszahnärztekammer vom 6.5.2014 stimmt nachdenklich. Darin war zu lesen, dass im Jahre 2013 nur 0,0013 % aller Wurzelkanalbehandlungen fehlerhaft waren oder nicht dem „medizinischen Stand“ entsprächen. Was als Behandlungsfehler galt, wurde allerdings nicht formuliert. Diese Zahlen stehen deutlich im Gegensatz zu den aus Deutschland vorliegenden Studien. In den vergangenen Jahren befassten sich mehrere Autoren mit der Prävalenz und der Qualität von Wurzelkanalbehandlungen (Hülsmann *et al.* 1991, Klimek *et al.* 1995, Weiger *et al.* 1997, Schulte *et al.* 1998). In den Studien von Hülsmann, Klimek und Schulte beschränkte sich das Patientengut auf Patienten aus einem Universitätsklinikum. Die Erhebung der Daten hinsichtlich der Qualität vorhandener Wurzelkanalfüllungen und dem Zustand des Periapex erfolgte durch eine Auswertung von Orthopantomogrammen. Eine klinische Untersuchung blieb aus. Lediglich die Studie von Weiger *et al.* (1997) umfasste nebst röntgenologischer Auswertung

von meist periradikulären Aufnahmen auch eine eingehende klinische Untersuchung. In die Studie eingeschlossen waren alle Neupatienten, die im Jahr 1993 eine Stuttgarter Zahnarztpraxis aufsuchten. Das Studiendesign war dem der vorliegenden Studie sehr ähnlich und erlaubt es, die Ergebnisse von heute mit den Ergebnissen von zwei Dekaden zuvor im Sinne einer wiederholten Querschnittstudie zu vergleichen. Ein wesentlicher Unterschied zur aktuellen Studie besteht aber in der Bewertung der periapikalen Umgebung. Bei Weiger *et al.* 1997 wurde das Vorhandensein einer apikalen Parodontitis qualitativ im Sinne einer Ja/Nein Entscheidung erfasst. In der vorliegenden Studie soll die Bewertung der periapikalen Region quantitativ durch Benutzung des sogenannten Periapikalen Index (PAI; Orstavik *et al.* 1986) stattfinden. Schulte *et al.* 1998 verglichen die Häufigkeit und die technische Qualität von Wurzelkanalbehandlungen und das Vorhandensein einer apikalen Parodontitis anhand von 930 Orthopantomogrammen (OPT) aus dem Jahr 1983 mit 900 OPT aus dem Jahr 1992. Sie versuchten so, die Veränderungen innerhalb einer Dekade festzustellen.

Ähnliche vergleichende wiederholte Querschnittstudien existieren auch aus anderen europäischen Ländern (Eriksen *et al.* 1995, Peters *et al.* 2011). Eriksen *et al.* 1995 beschrieben die Veränderungen des endodontischen Status bei 35-jährigen Einwohnern von Oslo, Norwegen, zwischen den Jahren 1973, 1984 und 1993. Das Datenmaterial stammte aus früheren norwegischen Studien (Eriksen *et al.* 1988, Bjertness 1990, Berset *et al.* 1994). Die Ergebnisse aus zwei Dekaden zeigten eine abnehmende Häufigkeit von apikalen Parodontitiden und wurzelkanalbehandelten Zähnen. Auch war eine wesentliche Verbesserung der Qualität endodontologischer Leistungen erkennbar. Diese positiven Entwicklungen begründeten die Autoren mit Fortschritten in der studentischen und postgradualen Ausbildung.

Zu anderen Ergebnissen kamen Peters *et al.* (2011) in den Niederlanden. Sie untersuchten 2006 den Zahnstatus (fehlende Zähne, Restaurationen, Qualität endodontischer Behandlungen, periapikale Aufhellungen) von 178 Personen aus Amsterdam und verglichen diesen mit einer ähnlichen Studie aus dem Jahre 1988. Sie stellten anhand von digitalen OPT fest, dass sich der periapikale Status nach zwei Jahrzehnten nicht verbessert hatte. Lediglich 44 %

der endodontisch behandelten Zähne zeigten eine Wurzelkanalfüllung guter Qualität (5,4 % weniger als 1993). Da die untersuchten Personen in Altersgruppen unterteilt waren, konnten sie feststellen, dass sowohl die Anzahl von Wurzelkanalfüllungen als auch die Häufigkeit von apikalen Parodontitiden mit fortschreitendem Alter zunahmen.

Studien aus unterschiedlichen Ländern zeigen ein häufiges Auftreten von apikalen osteolytischen Prozessen an wurzelkanalbehandelten Zähnen (Imfeld 1991, Weiger *et al.* 1997, De Moor *et al.* 2000, Kirkevang *et al.* 2000, Dugas *et al.* 2003, Kabak *et al.* 2005, Tsuneishi *et al.* 2005, Chen *et al.* 2007, Sunay *et al.* 2007, López-López *et al.* 2012). Dies mag darauf hinweisen, dass die Wurzelkanalbehandlung nicht immer zu einer Ausheilung der apikalen Osteolysen führt. Unberücksichtigt blieb allerdings bei den meisten Studien der Zeitpunkt der endodontischen Intervention. Deshalb kann auch keine Aussage getroffen werden, ob eine apikale Radioluzenz die Reaktion auf eine persistierende Infektion, eine Reinfektion oder eine apikale Parodontitis in der Ausheilungsphase darstellt. Alle diese Studien bewerteten gleichfalls die technische Qualität der Wurzelkanalfüllung. So gehen periapikale Aufhellungen oft mit unzureichenden Wurzelkanalfüllungen einher.

Querschnittstudien sind lediglich in der Lage, Aussagen über die Prävalenz einer bestimmten Erkrankung (apikale Parodontitis) in Verbindung mit Begleitumständen (Wurzelkanalbehandlung) zu machen. Der Zeitfaktor bleibt dabei unberücksichtigt. Querschnittstudien geben keine Auskunft, ob eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt wurde, um eine apikale Parodontitis auszuheilen, oder ob letztere aufgrund einer mangelhaft durchgeführten Wurzelkanalbehandlung erst entstanden ist. Dazu sind Longitudinalstudien nötig, da sie auch den Zeitfaktor berücksichtigen (Kirkevang *et al.* 2006, Kirkevang *et al.* 2014).

Einige Autoren bewerteten neben der technischen Qualität auch die Güte der koronalen Restauration an endodontisch versorgten Zähnen. Sie versuchten herauszufinden, ob die Qualität der Wurzelkanalfüllung oder die Qualität der Restauration entscheidender für den Erfolg (Fehlen einer apikalen Parodontitis) ist (Ray und Trope 1995, Tavares *et al.* 2009, Moreno *et al.* 2013). Hier erwiesen sich die Resultate als widersprüchlich. Während Ray und Trope

(1995) berichteten, dass eine gute Restauration für den langfristigen Zahnerhalt die größere Rolle spielt, erreichten Tavares *et al.* (2009) und Moreno *et al.* (2013) die besten Ergebnisse bei sowohl adäquater endodontischer als auch adäquater restaurativer Versorgung. Andere Autoren stellten ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Qualität der koronalen Restauration und dem Auftreten von periapikalen Erkrankungen fest (Weiger *et al.* 1997, Sidaravicius *et al.* 1999, Kirkevang *et al.* 2000, Dugas *et al.* 2003).

Welchen Einfluss die maschinelle, zunehmend populärer werdende Wurzelkanalaufbereitung im Vergleich zu der manuellen Aufbereitung auf die periapikalen Verhältnisse nimmt, ist bisher in klinischen Querschnittstudien nicht untersucht worden. Auch die Auswirkung von Nikotinabusus auf das apikale Parodont ist, sieht man von wenigen Studien (Rodriguez *et al.* 2013) ab, nur wenig erforscht.

Daten über die Qualität von Wurzelkanalbehandlungen, den periradikulären Zustand und den erforderlichen endodontischen Behandlungsbedarf einer allgemein Zahnärztlichen Kassenpraxis in Deutschland liegen bisher nur aus dem Jahr 1997 (Weiger *et al.* 1997) aus Stuttgart vor.

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand ebenfalls in der Erhebung eines aktuellen endodontischen Status und der Abschätzung des endodontischen Behandlungsbedarfs ebenfalls bei Patienten einer Stuttgarter allgemein Zahnärztlichen Praxis und dem Vergleich der aktuellen Zahlen mit denen vor 20 Jahren im Rahmen einer nochmaligen Querschnittstudie. Ein weiteres Ziel war der Vergleich zwischen manueller und maschineller Wurzelkanalaufbereitung im Hinblick auf die Qualität der Wurzelkanalbehandlung und des apikalen Zustands des jeweiligen Zahnes. Ferner sollte auch der Einfluss von Nikotinabusus auf die Entstehung apikaler Parodontitiden untersucht werden.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Untersuchungsort

Die vorliegende Querschnittsstudie wurde in einer Zahnarztpraxis in Stuttgart-Bad Cannstatt im Jahr 2013 durchgeführt. Bad Cannstatt ist der größte und älteste Stadtbezirk Stuttgarts mit einer Bevölkerungszahl von zirka 66000 Einwohnern. Davon sind 28,3% ausländische Mitbürger, 14,3% der Gesamtbevölkerung sind unter 15 Jahre alt, 16,7% sind älter als 65 Jahre. Das Durchschnittsalter beträgt 40,7 Jahre ([www.stuttgart.de/item/show/16376](http://www.stuttgart.de/item/show/16376)). Das Patientengut spiegelt hinsichtlich des Alters und des sozialökonomischen Hintergrunds die Bevölkerungsstruktur von Bad Cannstatt wider.

Die Zahnarztpraxis wird seit 20 Jahren von einer Zahnärztin, die das gesamte Spektrum der Zahnheilkunde (ausgenommen Kieferorthopädie) anbietet, betrieben. Gegenwärtig befindet sich die Praxis, unter anderem durch ausgedehnte Öffnungszeiten, in einer Aufbauphase zur Mehrbehandlerpraxis.

#### 2.1.1 Das Patientengut

Es wurden insgesamt 353 Neupatienten des Jahres 2013 integriert. Die Ethik-Kommission der Universität Tübingen hat das Studiendesign geprüft und der Durchführung der Studie zugestimmt. Von den untersuchten Patienten waren 182 weiblich, 171 männlich und 12 unter 18 Jahre alt. Kinder unter 12 Jahren wurden in der Studie nicht berücksichtigt. Diese Patienten suchten die Praxis zu den normalen Praxisöffnungszeiten als Neupatienten auf. Als Neupatienten galten auch Personen, welche die Praxis mindestens fünf Jahre nicht mehr aufgesucht hatten. Nicht in die Studie eingeschlossen wurden Patienten aus dem Notdienst oder Schmerzpatienten der ortsansässigen Kollegen, für welche die Behandlerin die Urlaubsvertretung übernommen hatte. Ausschlusskriterien boten auch Neupatienten mit einem Restzahnbestand von weniger als 6 Zähnen und zwei Patienten, die eine schriftliche Einverständniserklärung zur Studienteilnahme verweigert hatten. Von allen 353 Patienten wurde bei der Erstuntersuchung ein vollständiger Zahnbefund erhoben. Danach wurde bei allen Zähnen, ausgenommen teilretinierte Weisheitszähne und Wurzelreste, ein

Sensibilitätstest mit einem Kältespray durchgeführt. Anschließend wurde die Indikation für eine Röntgenuntersuchung gestellt, sodass von allen Zähnen, die

- nicht auf den Kälte test reagierten
- perkussionsempfindlich waren
- insuffizient prothetisch oder konservierend versorgt waren
- auffällig verfärbt waren
- stark kariös waren
- Approximalraumkaries vermuten ließen
- eine apikale Parodontitis vermuten ließen
- eine Wurzelfraktur oder Infraktur vermuten ließen
- die nicht erhaltungswürdig erschienen

Röntgenbilder angefertigt wurden.

Insgesamt wurden 9269 Zähne untersucht.

Von den 353 in die Studie aufgenommenen Patienten wurde ein Patientenerhebungsbogen erstellt und folgende Daten aus der Erstuntersuchung eingetragen:

- Name und Patientenummer
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Datum der Neuaufnahme
- Raucher/ Nichtraucher
- Einzeichnen des kompletten zahnärztlichen Befunds:
  - Fehlende Zähne
  - alle konservierenden und prothetischen Restaurationen
  - nicht erhaltungswürdige Zähne bzw. Wurzelreste
  - kariöse Läsionen
  - Lockerung größer als Grad II
  - Auffälligkeiten am Weichgewebe
  - Rötungen der Gingiva
  - Fistelbildungen
  - Sondierungstiefen größer als 3mm
  - Druckdolenzen im Bereich der Zahnwurzel

- Ergebnis des Sensibilitätstests und des Perkussionstests.

Die 72, im Jahr 2013 von der Autorin durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen bei Patienten, für die die Einschlusskriterien erfüllt waren, wurden in dieser Studie bei der qualitativen Auswertung nicht berücksichtigt, da diese möglicherweise zu einer positiven Verzerrung des Ergebnisses geführt hätten (die Autorin absolviert zur Zeit einen Masterstudiengang Endodontie). Pulpanekrosen, symptomatische Pulpitiden, existente apikale Parodontitiden oder insuffiziente primäre Wurzelkanalbehandlungen bei geplanter prothetischer Restauration wurden als Indikation zur Einleitung einer Wurzelkanalbehandlung eingestuft.

## 2.2 Erfassung der zahnmedizinischen Befunde

### 2.2.1 Anamnese

Alle Daten und Befunde wurden von der gleichen Person, der Praxisinhaberin, erhoben.

#### Allgemeine Anamnese

Alle neu aufgenommenen Patienten wurden aufgefordert, neben den Angaben zu ihrer Person auch Angaben zu ihrem allgemeinen Gesundheitszustand zu machen. Dies geschah durch Ausfüllen eines allgemein üblichen Anamnesebogens.

#### Spezielle Anamnese

Suchte der Neupatient aufgrund von Beschwerden im Kopf-Hals Bereich die Praxis auf, so wurde zunächst die Möglichkeit einer dentogenen Ursache abgeschätzt. Dazu wurde der Patient zu den schmerzauslösenden Reizen (Kälte, Wärme, Berührung, Spontanschmerz, Nachtschmerz), zur genauen Schmerzlokalisierung (auf einen bestimmten Zahn begrenzt oder ausstrahlend),

zur Schmerzqualität (stechend, pulsierend, dumpf, ziehend) und zur Schmerzdauer (nach einem schmerzauslösenden Reiz nur kurz anhaltend oder sehr lang anhaltend oder Dauerschmerzen) befragt. Im Anschluss daran erfolgte die intraorale Untersuchung und Befunderhebung.

Wenn bereits Wurzelkanalbehandlungen existierten, wurde der Patient nach dem Alter der Wurzelkanalbehandlung und der Art der Wurzelkanalaufbereitung (manuell oder mit rotierenden Systemen) befragt.

### 2.2.2 Klinischer Befund

Dazu trug die Behandlerin eine Lupenbrille mit 3,5-facher Vergrößerung (Zeiss, Oberkochen, Deutschland) und war ausgerüstet mit einem Mundspiegel, einer zahnärztlichen Sonde, einer Parodontalsonde, einem Luftbläser und einem Kältespray. Sämtliche dentalen Details wurden einer Praxismitarbeiterin diktiert und sofort in ein Zahnschema auf der Karteikarte eingetragen und später auf einen speziell dafür entworfenen Patientenerhebungsbogen übertragen (siehe Anhang).

Bestehende Füllungen wurden materialunspezifisch in das Zahnschema blau eingezeichnet. Besondere Beachtung galt dem okklusalen und approximalen Füllungs- und Kronenrandabschluss. Ließ sich mit einer zahnärztlichen Sonde ein Spaltraum ertasten, erhielt er die Bezeichnung **o-** für okkusal und einem **a-** für approximal.

Kariöse Befunde wurden rot markiert.

Prothetische Restaurationen wurden materialspezifisch unterschieden (Vollgusskrone, Keramikverblendkrone, Keramikkrone). Dem wurde eine besondere Bedeutung im Hinblick auf ein möglicherweise falsch negatives Ergebnis bei der Beurteilung des Sensibilitätstests beigemessen.

Den Sensibilitätstest führte die Behandlerin wie im Folgenden beschrieben aus: Ein Kältespray (bis -50 °C) auf der Basis von Propan-Butan-Alkohol (M&W GmbH, Büdingen, Deutschland) wurde auf ein 8x6 mm großes Kunststoffpellet gesprüht und damit wurde jeder einzelne Zahn pulpanah zunächst bukkal für 1-3 sec touchiert. Blieb eine eindeutig positive Reaktion aus, wurde das vereiste

Pellet lingual beziehungsweise palatinal und okklusal an den betreffenden Zahn gehalten. Ließ sich auch hiermit keine Schmerzempfindung provozieren, so galt der Zahn als potentiell avital und wurde auf dem Erhebungsbogen in die dafür vorbereitete Zeile mit einem Minuszeichen (-) markiert. Reagierte der Zahn jedoch sehr heftig und länger anhaltend, so galt der Zahn als pulpitisch und wurde auf dem Erhebungsbogen mit einem Doppelpluszeichen (++) versehen. Reagierte der Zahn aber mit einem nur kurz anhaltenden Schmerz, so galt er als unauffällig im Hinblick auf eine eventuell vorliegende Pulpaschädigung und wurde mit einem einfachen Pluszeichen (+) gekennzeichnet.

Den Perkussionstest führte die Behandlerin folgendermaßen aus:

Mit dem Griffende eines Mundspiegels wurde jeder Zahn einzeln, zunächst in axialer, anschließend in horizontaler Richtung zweimal beklopft. Die Ergebnisse Pluszeichen (+) für schmerzhaft Reaktion, Doppelpluszeichen (++) für sehr schmerzhaft Reaktion und Minuszeichen (-) für eine ausgebliebene Schmerzempfindung wurden ebenfalls im Erhebungsbogen in die dafür vorbereitete Spalte eingetragen.

### 2.2.3 Radiologischer Befund

Nach der klinischen Untersuchung stellte die Behandlerin die Indikation für eine Röntgenuntersuchung. Zur Verfügung standen hierzu ein Orthopantomograph 10 E der Firma Siemens (München, Deutschland) und ein Röntgengerät mit CCX Digitalzeitschalter der Firma TROPHY Radiologie GmbH (Kehl, Deutschland). Die Aufnahmen wurden mit 66-71 kV und 15 mA (OPT), bzw. mit 70 kV und 8 mA (Zahnfilme) durchgeführt.

Zur Erfassung endodontischer Erkrankungen wurde die Anfertigung eines Zahnfilms bevorzugt. Zur Bewertung einer parodontalen Erkrankung oder vor einer angeratenen Weisheitszahnentfernung wurde vorzugsweise ein OPT angefertigt.

Kodak Insight Zahnfilme (Kodak GmbH, Stuttgart, Deutschland) des Formats 3x4 fanden für die intraoralen Röntgenbilder Verwendung. Die Belichtungszeit

variierte zwischen 0,12 sec für Unterkieferfrontzähne, 0,14 sec für Oberkieferfrontzähne und Unterkieferseitenzähne und 0,18 bis 0,20 sec für Oberkieferseitenzähne. Für die parallele Einstellung des Zahnfilms zur Zahnängsachse sorgte eine Halterung mit Aufbissblock. Im Ausnahmefall bei Patienten mit starkem Würgereiz ersetzte der Zeigefinger oder der Daumen die Filmhalterung.

Für die OPTs wurden Kodak Filme T-MAT G/RA benutzt.

Die Entwicklung aller Röntgenaufnahmen übernahm der Entwickler XR 24 der Firma DÜRR-DENTAL (Bietigheim-Bissingen, Deutschland). Zur Auswertung wurden die Röntgenbilder auf einen beleuchteten Röntgenbildbetrachter gelegt und für einen Vergrößerungseffekt sorgte das Aufsetzen der o.g. Lupenbrille.

### 2.3 Beschreibung der Zahngruppen

Alle Zähne, die nicht oder im Sinne einer Pulpitis auf den Kältetest reagierten, wurden zunächst in Gruppen eingeteilt und anschließend röntgenologisch beurteilt.

#### 2.3.1 Gruppe A:

Dieser Gruppe gehörten Zähne mit einer Wurzelkanalfüllung oder einem erkennbaren röntgendichten Material im Wurzelkanal an. Gruppe A stellte mit 337 Zähnen die größte Gruppe dar. Zur Auswertung standen in 291 Fällen (86,4%) ein Zahnfilm und in 46 Fällen (13,6 %) ein Orthopantomogramm zur Verfügung.

Die Patienten wurden während der Besprechung der Röntgenbilder nach dem Alter der Wurzelkanalbehandlung und nach der Aufbereitungsart (manuell oder maschinell) befragt. Die Antworten wurden schriftlich vermerkt und bei der Auswertung der Daten numerisch erfasst.

### 2.3.2 Gruppe B:

Zähne, die nicht auf den Sensibilitätstest reagierten und bei denen der Verdacht auf eine Pulpanekrose vorlag, wurden der Gruppe B zugeordnet. Wir fanden in dieser Studie 82 Zähne mit Verdacht auf Pulpanekrose. Zur Auswertung stand in 67 Fällen (81,7 %) ein Zahnfilm und in 15 Fällen (18,3 %) ein OPT zur Verfügung.

### 2.3.3 Gruppe C:

Zähne, die auf den Kältetest mit einer überdurchschnittlichen Schmerzantwort reagierten und meist auch perkussionsempfindlich waren, wurden der Gruppe C zugeordnet. In 69 Fällen lag der Verdacht einer irreversiblen Pulpitis nahe. Zur Auswertung stand in 58 Fällen (84 %) ein Zahnfilm und in 11 Fällen (16 %) ein OPT zur Verfügung. Bei vielen Patienten aus dieser Gruppe wurde im Jahr 2013 eine Wurzelkanalbehandlung mit maschinellen Aufbereitungssystemen durchgeführt.

### 2.3.4 Gruppe D:

Zähne, die auf den Kältetest nicht reagierten, aber klinisch völlig unauffällig waren, wurden der Gruppe D zugeordnet. Hier vermutete man eher das Vorliegen einer vitalen Pulpa, deren Sensibilität aber durch Obliteration der endodontischen Hohlräume oder Überkronung kaschiert wurde. Häufig reagierten die Weisheitszähne nicht auf den Kältetest. Der Gruppe D wurden 31 Zähne zugeordnet. Von 25 Patienten lag ein Zahnfilm (80,6 %) und von nur einem Patienten ein OPT (3,2%) vor. Der Gruppe D zugeordnet waren auch Zähne, von denen ein unbrauchbares oder kein Röntgenbild vorlag, was nur bei zwei schwangeren Patientinnen der Fall war.

## 2.4 Röntgenologische Auswertung durch zwei Evaluatoren

Die röntgenologische Auswertung umfasste sowohl die Bewertung der apikalen Verhältnisse bei endodontisch unbehandelten und behandelten Zähnen, als auch die qualitative Beurteilung der Wurzelkanalfüllung in Bezug auf die Homogenität, deren Wandständigkeit und deren Länge mit Bezugspunkt röntgenologischer Apex. Erfasst wurden auch apikotomierte Zähne mit oder ohne retrograder Versiegelung und Zahnwurzeln mit erkennbaren Resorptionen.

#### 2.4.1 Die Bewertung der periapikalen Verhältnisse

Zur Bestimmung des periapikalen Status wurde der „periapical index“ (PAI), wie von Orstavik *et al.* (1986) beschrieben, angewandt.

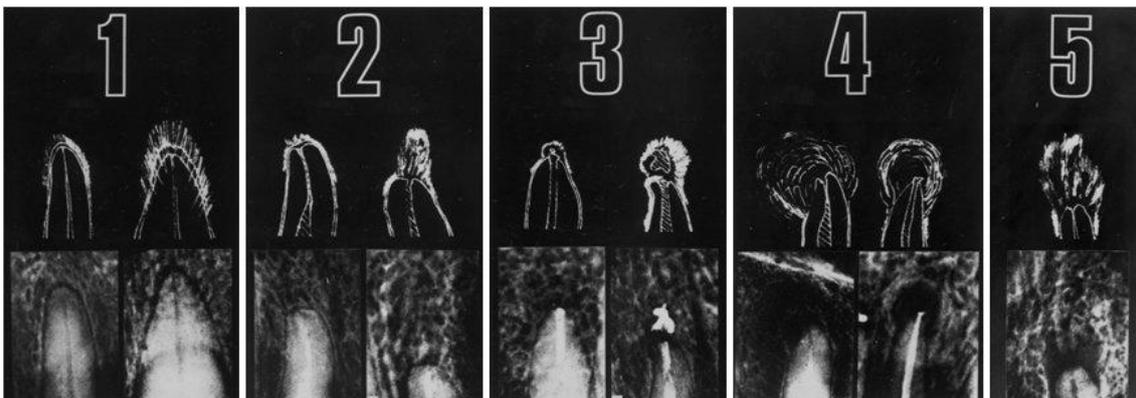


Abb. 1 Referenzabbildungen (PAI) Orstavik *et al.* (1986)

Die beiden Begutachter unterzogen sich dazu einer speziellen Unterweisung. Jede Zahnwurzel wurde einer bestimmten ordinalskalierten Kategorie zugeordnet (Abb. 1):

Kategorie 1: normale periapikale Verhältnisse, durchgehender Parodontalspalt

Kategorie 2: kleine Veränderungen in der Knochenstruktur

Kategorie 3: Veränderungen in der Knochenstruktur mit Mineralisationsverlust

Kategorie 4: Apikale Parodontitis mit deutlichen Aufhellungen

Kategorie 5: Schwere apikale Parodontitis, Paro-Endo-Läsionen,  
Wurzellängsfrakturen

Ein PAI > 2 bedeutete, dass eine apikale Parodontitis vorlag, ein PAI von 1 bis 2 galt als gesund.

Bei einem Zahn mit mehreren Wurzeln wurde der höchste ermittelte PAI-Wert für die weitere Auswertung herangezogen. Der periapikale Status wurde von allen Zähnen der Gruppen A, B, C und, falls ein Röntgenbild zur Verfügung stand, auch von der Gruppe D bestimmt.

Zwei Evaluatoren, die Untersucherin (MT) und ein zahnärztlicher Mitarbeiter des Universitätsklinikums Tübingen (TC), nahmen an einer speziellen Kalibrierung für das Periapical Index Scoring System (PAI Scoring System) anhand eines Goldstandards mit einem Katalog von 100 Röntgenbildern teil. Jeder Zahnwurzel mit oder ohne Wurzelkanalfüllung war ein bestimmter PAI Index von 1 bis 5, dem „Wahren Wert“, zugeordnet.

Beschreibung des Kalibrierungsablaufs:

Tag 1: Die beiden Begutachter und ein erfahrener Endodontologe (AEA) der Abteilung für Zahnerhaltung des Universitätszahnklinikums Tübingen diskutierten anhand von beliebigen Zahnfilmen das PAI Scoring System. Im Anschluss daran bewerteten beide Evaluatoren unabhängig voneinander die 100 Röntgenbilder des Goldstandard-Atlas und trugen ihren PAI-Wert in eine Tabelle ein (Set 1). Die PAI-Werte des Set 1 wurden mit den „wahren Werten“ verglichen. Betrug die Abweichung mehr als 1 Score so kam darüber eine Diskussion zustande. Tag 1 galt als Testlauf.

Tag 2: Beide Evaluatoren bewerteten wieder unabhängig voneinander die 100 Röntgenaufnahmen und trugen die gegebenen PAI-Werte in eine Tabelle ein (Set 2). Diese wurden wieder mit den „wahren Werten“ verglichen.

Tag 5: Wieder trugen beide Evaluatoren ihren PAI-Wert für die 100 Röntgenbilder in eine Tabelle ein (Set 3) und verglichen mit den „wahren Werten“. Die Zuverlässigkeit der Begutachter wurde mittels Cohen´s Kappa berechnet.

Die Kappa-Statistik:

Cohen´s Kappa wurde für die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse (Set 2 vs. Set 3) beider Beobachter und auch für die Übereinstimmung der Evaluatoren (Set 3

MT vs. Set 3 TC) ermittelt. Cohen´s Kappa für die Zuverlässigkeit von MT betrug 0,76 und von TC 0,70. Die Übereinstimmung betrug 0,75. Cohen´s Kappa für die Bewertung von MT Set 3 verglichen mit dem „Wahren Wert“ betrug 0,63 und für TC Set 3 verglichen mit dem „Wahren Wert“ 0,83. Da alle Kappa-Werte über 0,61 lagen, konnte mit der Auswertung der Röntgenbilder fortgefahren werden.

#### 2.4.2 Kriterien zur Bewertung der Qualität der Wurzelkanalfüllung

Kriterien zur Bewertung der Qualität der Wurzelkanalfüllung wurden in einer Excel-Tabelle (Excel 2010; Microsoft Corporation, Richmond, WA, USA) eingetragen.

##### Länge der Wurzelkanalfüllung

- 0** für zu kurz: Endpunkt der Füllung > 2mm vom röntgenologischen Apex entfernt
- 1** für adäquat: Endpunkt der Füllung 0 bis 2 mm vom röntgenologischen Apex entfernt
- 2** für überstopft

##### Homogenität der Wurzelkanalfüllung

- 0** für nicht akzeptabel: sichtbare Hohlräume
- 1** für akzeptabel: keine Randspalten und keine sichtbaren Hohlräume innerhalb des Wurzelkanalfüllmaterials

##### Stiftversorgung vorhanden

- 0** Ohne Stift
- 1** Metallstift/Schraube
- 2** Glasfaserstift

#### 2.4.3 Apikotomie

Röntgenologische Zeichen einer Wurzelspitzenamputation mit oder ohne retrograde Wurzelkanalfüllung wurden registriert.

#### 2.4.4 Interne und externe Resorptionen, apikale Wurzelresorptionen, Wurzellängsfrakturen, traumatisch bedingte Zahnschäden und Avulsionen

Sämtliche erkannten Resorptionen wurden registriert. Ergab sich der Verdacht auf ein zurückliegendes Zahntrauma, wurde der Patient dazu befragt. Viele Patienten konnten sich an ein Zahntrauma im Kindesalter erinnern. Diese Informationen wurden ebenfalls registriert.

#### 2.4.5 Seltene Formen von Pulpaerkrankungen

Seltene Formen von Pulpaerkrankungen wie eine, aufgrund ihrer auffälligen optischen Erscheinung vermutete Pulpitis chronica aperta granulomatosa (Pulpapolyp) oder eine röntgenologisch verifizierte Auffälligkeit, die als eine Pulpitis chronica clausa granulomatosa (internes Granulom) gedeutet wurde, wurden dokumentiert.

#### 2.4.6 Kriterien zur Bewertung der koronalen Restauration

Als inadäquate Restaurationen galten alle prothetischen und konservierenden Versorgungen, die bei der klinischen Untersuchung Anzeichen von Überhängen, offenen Füllungs- bzw. Kronenrändern oder Sekundärkaries aufwiesen. Eine bisher unbehandelte kariöse Läsion oder eine verlorengegangene Füllung zählten ebenfalls als inadäquate Restauration. Alle anderen Versorgungen galten als adäquat.

### 2.5 Die statistische Analyse

Eine logistische Regressionsanalyse wurde neben der deskriptiven Beschreibung der Daten durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen den Einflussgrößen Qualität der Wurzelkanalfüllung, Randschluss der koronalen Restauration, Aufbereitungsart (manuell oder rotierend), Nikotinabusus und dem Auftreten einer periradikulären Läsion für die Zähne der Gruppe A zu

erfassen. Die Regressionskoeffizienten, die Standardfehler und die p-Werte wurden für alle vier Einflussgrößen ermittelt. Der ebenfalls errechnete odds ratio-Wert gilt als Maß für das relative Risiko des wurzelkanalbehandelten Zahnes, Zeichen einer periradikulären Erkrankung unter bestimmten Einflussgrößen zu entwickeln.

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Softwareprogramm JMP 10 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Das Signifikanzlevel lag bei  $\alpha=0,05$ .

## 2.6 Die Ermittlung des endodontischen Behandlungsbedarfs

Im Rahmen dieser Studie wurden Zähne als „endodontisch behandlungsbedürftig“ eingestuft

- die bereits eine Wurzelkanalbehandlung vor mehr als 4 Jahren erfahren hatten, aber eine apikale Parodontitis (AP) aufwiesen (Revisionsindikation)
- ohne Wurzelkanalbehandlung mit Anzeichen einer AP
- die auf den Sensibilitätstest nicht reagierten und perkussionsempfindlich waren, aber röntgenologisch ohne Hinweis auf AP blieben
- bei denen es durch restaurative oder konservierende Maßnahmen zu einer großflächigen Eröffnung der Pulpa gekommen war und sich die Pulpa durch Überkappungsmaßnahmen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht vital erhalten ließ
- nach Zahntraumata mit einer großflächigen Freilegung der Pulpa und einer ausgebliebenen zeitnahen und erfolgreich durchgeführten partiellen Pulpotomie
- nach erfolgter Reposition avulsierter Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum

Die Kombination aller Daten aus der klinischen- und der Röntgenuntersuchung resultierte in der Bestimmung des endodontischen Behandlungsbedarfs.

### 2.6.1 Der minimale endodontische Behandlungsbedarf

Er ergibt sich durch Addition aller Zähne aus der Gruppe B (Pulpanekrose) n=82 und aus der Gruppe C (irreversible Pulpitis) n=69

### 2.6.2 Der maximale endodontische Behandlungsbedarf

Er ergibt sich durch Addition aller Zähne aus den Gruppen B und C sowie den Zähnen aus der Gruppe A mit Zeichen einer AP (PAI >2 und die Wurzelkanalbehandlung jünger als 5 Jahre; endodontische Revisionen wären möglicherweise indiziert). Auch die Zähne aus Gruppe A, die zwar keine Anzeichen einer apikalen Parodontitis, aber eine insuffiziente Wurzelkanalfüllung aufwiesen, zählten dazu, wenn aus prothetischen Gründen (geplante Neuversorgung) eine Revision als vorbereitende Maßnahme durchzuführen wäre.

## 2.7 Endodontischer Status und endodontischer Behandlungsbedarf in den Jahren 1993 und 2013

Der endodontischen Status und der endodontische Behandlungsbedarf einer durchschnittlichen süddeutschen Stadtbevölkerung auf der Basis der für das Jahr 1993 vorliegenden Ergebnisse von Hitzler (Diss., 1996) und Weiger *et al.* (1997) und dem Zahlenmaterial der vorliegenden Arbeit sollen im Sinne einer wiederholten Querschnittstudie miteinander verglichen werden.

## 2.8 Datenerfassung

Alle Daten aus der klinischen Untersuchung wurden aus dem Krankenblatt in einen Patientenerhebungsbogen übertragen. Die Daten der 353 Patientenerhebungsbögen wurden nach Abschluss des Untersuchungsjahres 2013 in eine Excel-Tabelle übertragen, mit Ausnahme der Erhebungsbögen von 146 Patienten, die keine Zähne mit Zugehörigkeit zu den Gruppen A, B, C und D aufwiesen. Von 207 verbliebenen Patienten wurden alle Röntgenbilder ausgewertet und die Befunde in einer weiteren Excel-Tabelle dokumentiert.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Altersverteilung der beiden Hauptgruppen

353 Neupatienten mit insgesamt 9269 Zähnen (durchschnittlich 26,25 Zähne pro Patient) suchten im Jahr 2013 die Praxis auf. Davon waren 171 männlich (48,4%) und 182 (51,6%) weiblich. 149 Patienten waren Raucher, 204 Patienten Nichtraucher. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 37,6 Jahre. Alle 353 Neupatienten wurden in zwei große Hauptgruppen unterteilt: Der Hauptgruppe I wurden 146 Patienten (41,4 %) zugeordnet. Sie wiesen weder einen wurzelkanalbehandelten Zahn auf, noch war ein endodontischer Behandlungsbedarf zu erwarten, da alle Zähne auf den Sensibilitätstest normal reagierten. Zu der Hauptgruppe II gehörten alle Patienten, die mindestens einen wurzelkanalbehandelten Zahn, einen Zahn mit Pulpanekrose, eine irreversible Pulpitis, einen auf den Kältetest nicht reagierenden Zahn aufwiesen, oder einen Zahn mit Verdacht auf eine der oben erwähnten Diagnosen, für den ein Röntgenbild aber nicht akquiriert werden konnte. Die Hauptgruppe II stellte mit 207 Patienten (58,6 %) die größere Einheit dar. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug 43,6 Jahre. Bei einer Gesamtzahl von 5537 Zähnen errechnete sich ein Durchschnittswert von 25,6 Zähnen pro Patient. Aus der Patientenhauptgruppe II wurden insgesamt 591 Zähne (6,3%) röntgenologisch befundet. Im Laufe des Jahres 2013 erfolgte an 72 Zähnen eine endodontische Therapie durch die Autorin. Diese Zähne wurden allerdings nicht hinsichtlich der Qualität ihrer Wurzelkanalbehandlung und Restauration ausgewertet. Im Durchschnitt hatten 353 Patienten 0,95 wurzelkanalbehandelte Zähne (Tab. 1).

Tab. 1 Die detaillierte Altersverteilung der Patientenhauptgruppen I und II (Gruppe A, B, C, D)

Alter (Jahre)	Anzahl Patienten gesamt	Anzahl Patienten-Gruppe I	Anzahl Patienten-Gruppe II	Anzahl der Zähne Patientengruppe II				Endodontisch behandelte Zähne/Patient
				A	B	C	D	
0-19	19	17	2	1	1	1	1	0,05
20-29	116	65	51	76	22	16	5	0,65
30-39	90	33	57	82	17	15	7	0,91
40-49	56	12	44	74	20	22	11	1,32
50-59	35	9	26	57	7	6	3	1,63
60-69	19	5	14	26	6	4	4	1,37
70-79	16	5	11	20	7	4	1	1,25
80-100	2	0	2	1	2	1	0	0,50
<b>Summe</b>	<b>353</b>	<b>146</b>	<b>207</b>	<b>337</b>	<b>82</b>	<b>69</b>	<b>32</b>	<b>0,95</b>

### 3.2 Die Verteilung der Patienten in Bezug auf die Anzahl endodontisch behandelter Zähne

Bei 157 Patienten (87 Frauen und 69 Männer) waren insgesamt 337 Wurzelkanalbehandlungen röntgenologisch nachweisbar. Frauen wiesen 57% aller Wurzelkanalbehandlungen (192), Männer 43% (145) auf.

Der prozentuale Anteil aller Patienten mit mindestens einem endodontisch behandelten Zahn ist in Tab. 2 dargestellt.

Bei 55,5 % aller 353 Patienten war keine Wurzelkanalfüllung erkennbar. Mindestens ein wurzelkanalgefüllter Zahn konnte bei 74 Patienten (21,0 %), maximal 9 wurzelkanalbehandelte Zähne konnte bei einem (0,3 %) Patienten festgestellt werden (siehe nachfolgende Tabelle 2).

Tab. 2 Verteilung aller wurzelkanalbehandelten Zähne auf die Anzahl der Patienten

(WB = Wurzelkanalbehandlung)

Anzahl WBs	Personen	in %	Anzahl Zähne
0	196	55,5	0
1	74	21,0	74
2	34	9,6	68
3	24	6,8	72
4	11	3,1	44
5	10	2,8	50
6	1	0,3	6
7	2	0,6	14
8	0	0	0
9	1	0,3	9
	353	100	337

### 3.3 Die Ergebnisse der Zahngruppen A - D

#### 3.3.1 Aufteilung der zu untersuchenden Zähne auf die beiden angewandten Röntgentechniken differenziert nach den Gruppen A - D

Die Tabelle 3 gibt Auskunft über die Art der Röntgenbilder, die zur Beurteilung und zur Zuordnung zu den einzelnen Gruppen ausgewertet wurden. In der Gruppe A lag in 86,4% eine periradikuläre Röntgenaufnahme zur Beurteilung vor, in 13,6 Fällen ein OPT. Bei Gruppe B entsprechend 81,7% zu 18,3%, Gruppe C 84% zu 16%, Gruppe D 80,6% zu 3,2%. In der Gruppe D fehlten fünf Röntgenbilder (Schwangerschaft).

Tab. 3 Aufteilung der zu untersuchenden Zähne - differenziert nach Gruppenzugehörigkeit - auf die beiden angewandten Röntgentechniken

	Zähne	Mundfilm		OPT	
		n	%	n	%
Gruppe A	337	291	86,4	46	13,6
Gruppe B	82	67	81,7	15	18,3
Gruppe C	69	58	84,0	11	16,0
Gruppe D	31	25	80,6	1	3,2
Summe	519	441	85	73	14,0

### 3.3.2 Verteilung der Zähne aus den Zahngruppen A,B und C auf die verschiedenen Zahntypen

62,8 % aller Wurzelkanalfüllungen betrafen Zähne im Oberkiefer. Der Anteil bei Frontzähnen und Molaren war mit 22 % (n=74) und 22,8 % (n=77) nahezu identisch. Wurzelkanalfüllungen an oberen Prämolaren waren mit 18,4 % (n=62) registriert. Auffallend klein war der Anteil an Wurzelkanalfüllungen im Unterkiefer (37,2 %). Unterkieferfrontzähne waren selten endodontisch behandelt (1,8 %).

Oberkieferfrontzähne (30,5 %) reagierten deutlich häufiger desensibel als Unterkieferfrontzähne (8,5 %), und wiesen auch häufiger eine irreversible Pulpitis auf (5,8 %) als Unterkieferfrontzähne (0 %). Der Anteil an Oberkiefer- und Unterkiefermolaren war in der Gruppe B identisch (18,3 %). Eine irreversible Pulpitis lag am häufigsten bei Oberkiefermolaren vor (36,2 %). Zur Veranschaulichung der beschriebenen Daten dient die Tabelle 4.

Tab. 4 Verteilung der Zahngruppen A, B und C auf die verschiedenen Zahntypen

	A		B		C		Summe	
	n	%	n	%	n	%	n	%
OK Frontzähne	74	22,0	25	30,5	4	5,8	103	21,1
Prämolaren	62	18,4	11	13,4	11	16,0	84	17,2
Molaren	77	22,8	15	18,3	25	36,2	117	24,0
UK Frontzähne	6	1,8	7	8,5	0	0,0	13	2,7
Prämolaren	48	14,2	9	11,0	9	13,0	66	13,5
Molaren	70	20,8	15	18,3	20	29,0	105	21,5
Summe	337	100	82	100	69	100	488	100

### 3.3.3 Ergebnisse – Zahngruppe A

Von 9269 untersuchten Zähnen wurden bei 157 Patienten insgesamt 337 Wurzelkanalbehandlungen registriert. Der Altersdurchschnitt der Patienten mit

mindestens einem wurzelkanalbehandelten Zahn lag bei 42,2 Jahren. Lediglich 18 Zähne waren apikotomiert.

48,1 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne zeigten einen PAI 1 und 17,8 % einen PAI 2. Addiert man beide Werte, so ergibt dies 65,9 %.

65,9 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne hatten gesunde periapikale Verhältnisse. Die Prävalenz einer apikalen Parodontitis bei endodontisch behandelten Zähnen betrug 34,1%.

Molaren im Oberkiefer waren am häufigsten wurzelkanalbehandelt, gefolgt von Unterkiefermolaren, Oberkieferprämolaren, Unterkieferprämolaren, mittleren Schneidezähnen des Oberkiefers, seitlichen Schneidezähnen des Oberkiefers und Eckzähnen des Oberkiefers. Unterkieferfrontzähne waren am seltensten wurzelkanalbehandelt. Aus der Tabelle 5 sind die genauen Zahnangaben ablesbar.

Tab. 5 Zahntypenbezogene Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne

Zahn	Oberkiefer	Unterkiefer
Mittlere Schneidezähne	32 ( 9,5%)	2 ( 0,6%)
Seitliche Schneidezähne	22 ( 6,5%)	2 ( 0,6%)
Eckzähne	20 ( 5,9%)	2 ( 0,6%)
Prämolaren	62 (18,4%)	48 (14,2%)
Molaren	77 (22,8%)	70 (20,8%)
Summe	213 (63,2%)	124 (36,8%)

### 3.3.3.1 Die Qualität der Wurzelkanalfüllung

Von 337 wurzelkanalbehandelten Zähnen zeigten 220 (65,3%) röntgenologisch eine unzureichende Qualität. Inhomogenitäten und Lufteinschlüsse wiesen 156 Wurzelkanalfüllungen auf. Zu kurz abgefüllt (mehr als 2 mm vom radiologischen Apex entfernt) erschienen 133 Wurzelkanalfüllungen, dagegen waren 15 überextendiert. Eine akzeptable Länge wiesen 189 Wurzelkanalfüllungen auf. Lediglich bei 117 Zähnen (34,7%) stellte sich die Obturation homogen, randständig und mit einem adäquaten apikalen Abschluss (0 – 2 mm vom röntgenologischen Apex entfernt) dar (Tab. 6).

Tab. 6 Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne (Gruppe A) nach ihrem periradikulären Status (PAI 1-5) und der Qualität der Wurzelkanalfüllung

PAI	Adäquate WF n=117 (34,7%)	Inadäquate WF n=220 (65,3%)	Summe n=337 (100%)
1	84 (51,9%)	78 (48,1%)	162
2	15 (25,0%)	45 (75,0%)	60
3	10 (13,5%)	64 (86,5%)	74
4	3 (11,1%)	24 (88,9%)	27
5	5 (35,7%)	9 (64,3%)	14

Die Häufigkeit „gesunder Periapex“ bei adäquaten Wurzelkanalfüllungen, (errechnet durch Addition von PAI 1+2 (99) und dividiert durch n=117) liegt bei 84,6%; bei inadäquaten Wurzelkanalfüllungen dagegen bei 55,9% (220:123).

### 3.3.3.2 Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und der Qualität der Restauration

Von 337 wurzelkanalbehandelten Zähnen hatten 214 Zähne (63,6 %) eine suffiziente und 123 Zähne (36,5 %) eine insuffiziente koronale Restauration (prothetisch oder konservierend). 179 wurzelkanalbehandelte Zähne waren mit einer prothetischen Versorgung aus Edelmetall, Metallkeramik oder Keramik versehen. Randspalten konnten an 41 überkronten Zähnen festgestellt werden. 146 Zähne wurden nach der endodontischen Therapie konservierend mit Amalgam, Komposit, Inlays oder Zementen versorgt. Der Anteil insuffizienter Füllungen machte fast die Hälfte (69 Zähne) aus. Ohne jegliche Restauration verblieben 12 Zähne.

Die Häufigkeit „gesunder Periapex“ (PAI 1 oder 2) liegt bei suffizient restaurierten Zähnen bei 67,8%, bei insuffizienter Restauration dagegen bei 62,6%. Die einzelnen Werte sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tab. 7 Verteilung der Zähne aus Gruppe A nach ihrem periradikulären Status (PAI 1 bis 5) und der Qualität der Restauration

PAI	Suffiziente Restauration n=214 (63,5%)	Insuffiziente Restauration n=123 (36,5%)	Summe n=337 (100%)
1	113 (33,53%)	49 (14,54%)	162
2	32 ( 9,50%)	28 ( 8,31%)	60
3	47 (13,95%)	27 ( 8,01%)	74
4	16 ( 4,75%)	11 ( 3,26%)	27
5	6 ( 1,78%)	8 ( 1,78%)	14

### 3.3.3.3 Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und ihrer Aufbereitungsart (manuell oder maschinell)

Die Häufigkeit „gesunder Periapex“ (PAI 1+2) bei manueller Aufbereitungsweise lag mit 58,7 % deutlich unter der Häufigkeit „gesunder Periapex“ von maschinell aufbereiteten Zähnen (81,3%). Demnach kommt es bei manueller Aufbereitungsweise mit 41,3 % häufiger zur Ausbildung apikaler Osteolysen (PAI 3+4+5) im Vergleich zur maschinellen Aufbereitung (18,7 %). Die nachfolgende Tabelle 8 beinhaltet die genauen Werte.

Die Aufbereitungsart hat einen signifikanten Einfluss auf die periapikalen Verhältnisse.

Tab. 8 Verteilung der Zähne aus Gruppe A nach ihrem periradikulären Status und ihrer Aufbereitungsart

PAI	Manuelle Aufbereitung n=230	maschinelle Aufbereitung n=107	Summe n=337 (100%)
1	94 (27,89%)	68 (20,18%)	162 (48,07%)
2	41 (12,17%)	19 ( 5,64%)	60 (17,81%)
3	62 (18,40%)	12 ( 3,56%)	74 (21,96%)
4	22 ( 6,53%)	5 ( 1,48%)	27 ( 8,01%)
5	11 ( 3,26%)	3 ( 0,89%)	14 ( 4,15%)

### 3.3.3.4 Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach ihrem periradikulären Status und dem Alter der Wurzelkanalbehandlung

Bei 96 von 129 Wurzelkanalbehandlungen, die nicht älter waren als 5 Jahre, fanden sich gesunde apikale Verhältnisse (Abb. 2), was einem Anteil von 74,4 % entspricht. Eine Erfolgsquote von 70,2 % boten die über 20 Jahre alten Wurzelkanalfüllungen. Deutlich schlechter schnitten die 6 – 10 Jahre alten Wurzelkanalbehandlungen ab. Sie wiesen eine Erfolgsquote von 55 % auf. Die 11 – 19 Jahre alten Wurzelkanalbehandlungen zeigten in 65,5 % gesunde apikale Strukturen.

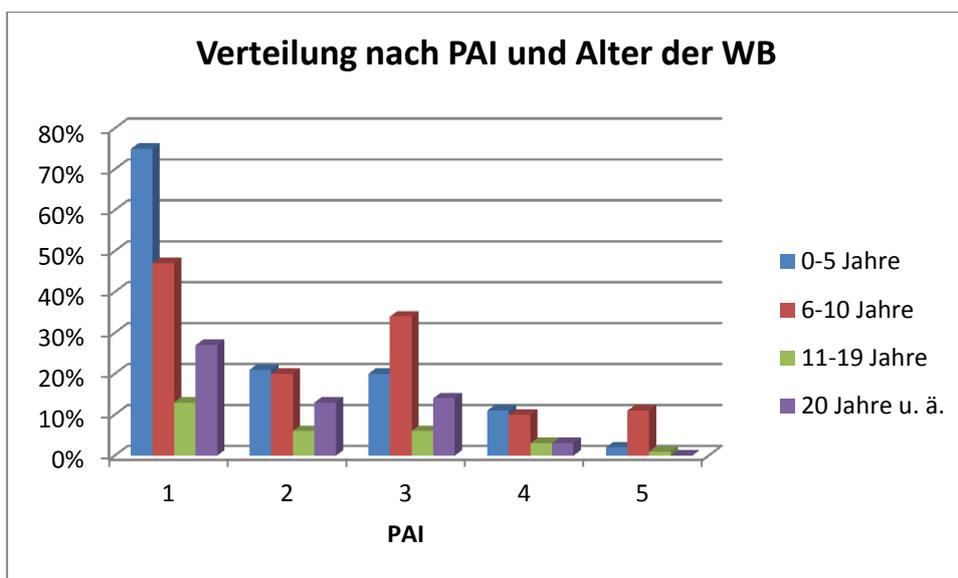


Abb. 2 Anzahl der Zähne (in %), differenziert nach periradikulärem Status und dem Alter der Wurzelkanalbehandlung

### 3.3.3.5 Verteilung der wurzelkanalbehandelten Zähne nach dem periradikulären Status und der Alterskategorie der Patienten

Der Anteil von wurzelkanalbehandelten Zähnen mit apikaler Parodontitis ist in den verschiedenen Altersgruppen unterschiedlich ausgeprägt. Am häufigsten entwickelt die Altersgruppe der 60 – 69-jährigen Patienten eine periapikale Radioluzenz (42,3 %). Diese Altersgruppe hat aber gegenüber der Gruppe der 20 – 29-jährigen eine geringe Fallzahl. An 2. Stelle steht die Altersgruppe der

30 – 39-jährigen mit 40,2 %, an 3. Stelle die 20 – 29-jährigen mit 36,8 %, an 4. Stelle die 50 – 59-jährigen mit 29,8 %, an 5. Stelle die 40 – 49-jährigen mit 29,7 % und an letzter Stelle die 70 – 79-jährigen Patienten mit 20 % Auftreten einer apikalen Parodontitis.

### 3.3.3.6 Periradikulärer Status in Zusammenhang mit der Kombination aus Qualität der koronalen Restauration und der Qualität der Wurzelkanalbehandlung bei maschinell aufbereiteten Zähnen (n=107)

Die besten Ergebnisse in Bezug auf den apikalen Status (91,8 %) erzielten maschinell aufbereitete wurzelkanalbehandelte Zähne, die sowohl eine technisch adäquate Wurzelkanalfüllung als auch eine adäquate koronale Restauration aufwiesen (Tabelle 9).

Tab. 9 Adäquate/inadäquate Wurzelkanalfüllungen ins Verhältnis gesetzt zu adäquater/inadäquater koronaler Restauration

WKB	Koronale Restauration	PAI 1 %	PAI 2 %	PAI 3 %	PAI 4 %	PAI 5 %	PAI 1+2 %
adäquat	adäquat	84	8	2	0	6	91,8
adäquat	inadäquat	61	17	11	11	0	77,8
inadäquat	adäquat	42	29	25	4	0	70,8
inadäquat	inadäquat	38	31	19	13	0	68,8

### 3.3.3.7 Der Einfluss von Nikotinabusus auf die Entstehung von apikalen Parodontitiden

In der Gruppe der Raucher zeigten 38,4 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne (Gruppe A) Veränderungen am apikalen Parodont, in der Gruppe der Nichtraucher dagegen 31,6 %. Bei den asensibel reagierenden, nicht wurzelkanalbehandelten Zähnen (Gruppe B) wiesen Raucher zu 81,6 %, Nichtraucher dagegen zu 79,5 % apikale Osteolysen auf. In den Gruppen A und B zusammengefasst konnte bei Rauchern an 48,5 %, bei Nichtrauchern an 39,8 % aller Zähne apikale Osteolysen festgestellt werden. Raucher entwickeln

häufiger eine apikale Parodontitis sowohl an wurzelkanalbehandelten Zähnen wie auch an asensibel reagierenden, nicht wurzelkanalbehandelten Zähnen.

### 3.3.4 Ergebnisse der Regressionsanalyse

Der Einfluss der Parameter „Qualität der Wurzelkanalfüllung“, „Art der Wurzelkanalaufbereitung“ und „Qualität der koronalen Restauration“ auf die Zielgröße „Periapikaler Status“ (gesund = PAI 1 oder 2 versus erkrankt = PAI 3, 4 oder 5) wurde anhand einer logistischen Regressionsanalyse bei einem gegebenen Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  ermittelt. Einen signifikanten Einfluss auf die Zielgröße hatten mit  $p = 0,001$  die „Qualität der Wurzelkanalfüllung“ sowie die „Art der Wurzelkanalaufbereitung“ mit  $p = 0,02$ .

Das Risiko für einen nicht adäquat wurzelkanalgefüllten Zahn, eine apikale Läsion (PAI 3, 4 oder 5) aufzuweisen, liegt beim 3,4-fachen (95%-Konfidenzintervall 1,9x – 6,3x). Nach manueller Wurzelkanalaufbereitung erhöht sich das Risiko um das 2,0-fache (95%-Konfidenzintervall 1,1x – 3,7x). Keinen signifikanten Einfluss ließ sich für den Parameter „Qualität der koronalen Restauration“ und „Nikotineinfluss“ feststellen (siehe nachfolgende Tabelle 10).

Tab. 10 Ergebnisse der Regressionsanalyse

Einflussfaktoren	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	odds ratio	95 %-Konfidenzintervall
Qualität WKF	0,62	0,15	0,001	3,4	1,9x – 6,3x
Qualität Restauration	0,05	0,13	0,59	1,1	0,7x – 1,9x
Nikotinabusus	0,14	0,13	0,27	1,3	0,8x – 2,2x
manuelle Aufbereitung	0,33	0,15	0,02	2,0	1,1x – 3,7x

### 3.3.5 Ergebnisse – Zahngruppe B

Bei 353 untersuchten Patienten mit insgesamt 9269 Zähnen zeigten 82 Zähne (0,88 %) röntgenologisch und klinisch Zeichen einer Pulpanekrose. Das Durchschnittsalter dieser Patientengruppe betrug 42,0 Jahre.

#### 3.3.5.1 Der Zusammenhang zwischen periradikulärem Status und der Qualität der Restauration bei Pulpanekrosen (Gruppe B)

85,4% (70 Zähne) aller Zähne mit nekrotischer Pulpa zeigten eine insuffiziente konservierende bzw. prothetische oder gar keine Versorgung. Dagegen wiesen nur 14,6% (12 Zähne) eine suffiziente Restauration auf. Von den 70 Zähnen der Gruppe B mit insuffizienter Versorgung hatten 15 Zähne (21,4%) gesunde periapikale Strukturen (PAI 1+2). Dagegen zeigten 55 Zähne (78,6%) einen erkrankten Periapex (PAI 3-5). Von 12 Zähnen der Gruppe B mit suffizienter Versorgung hatte nur ein Zahn (8,3%) einen gesunden, dagegen 11 Zähne (91,7%) einen pathologisch veränderten Periapex (Tabelle 11).

Tab. 11 Verteilung der Qualität der koronalen Restauration auf die unterschiedlichen PAI- Werte

PAI	Insuffiziente Restauration	Suffiziente Restauration
1	10 (14,28 %)	1 (8,33 %)
2	5 (7,14 %)	0 (0,00 %)
3	18 (25,71 %)	5 (41,66 %)
4	23 (32,85 %)	2 (16,66 %)
5	14 (20,00 %)	4 (33,33 %)
Summe	70 (85,37 %)	12 (14,63 %)

#### 3.3.5.2 Der Zusammenhang zwischen periradikulärem Status und dem Alter der Patienten aus der Gruppe B

Bei Zähnen aus Gruppe B schien die Entstehung einer apikalen Parodontitis häufiger zwischen dem 20-igsten und dem 50-igsten Lebensjahr aufzutreten. Exakte Rückschlüsse ließen sich aber aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht ziehen. Der Zusammenhang zwischen dem periradikulären Status und dem Alter der Patienten bei Zähnen der Gruppe B (n=82) wird aus der Tabelle 12 ersichtlich.

Tab. 12 Zusammenhang zwischen dem periradikulären Status und dem Alter der Patienten aus Gruppe B

PAI	0-19 Jahre n=1	20-29 Jahre n=22	30-39 Jahre n=18	40-49 Jahre n=18	50-59 Jahre n=7	60-69 Jahre n=6	70-79 Jahre n=8	Ab 80 Jahre n=2
1	0	2	4	1	0	1	2	1
2	0	1	1	2	0	0	1	0
3	0	8	2	7	4	1	1	0
4	0	7	9	4	2	1	2	0
5	1	4	2	4	1	3	2	1

### 3.3.6 Ergebnisse – Zahngruppe C

Bei 353 untersuchten Patienten mit insgesamt 9269 Zähnen bestand bei 69 Zähnen (0,74 %) die Verdachtsdiagnose „Irreversible Pulpitis“. Nahezu alle pulpitischen Zähne hatten Karies sowie keine oder eine unzureichende koronale Restauration (97,0%). Lediglich 2 Zähne waren suffizient versorgt (3,0 %).

Der Zusammenhang zwischen dem periapikalen Status und der Qualität der koronalen Restauration bei pulpitischen Zähnen (Gruppe C, n=69) wird aus der folgenden Tabelle 13 ersichtlich.

Tab. 13 Zusammenhang zwischen dem periradikulären Status und der Qualität der koronalen Restauration bei Zähnen der Gruppe C

PAI	Insuffiziente Restauration	Suffiziente Restauration
1	55	2
2	10	0
3	2	0
4	0	0
5	0	0
Summe	67 (97 %)	2 (3 %)

### 3.4 Apikotomierte Zähne

Bei 18 der 337 wurzelkanalbehandelten Zähne fanden sich Anzeichen einer vorangegangenen Apikotomie. Die Verteilung auf die unterschiedlichen Zahngruppen ergibt sich aus der folgenden Tabelle 14. Oberkieferfrontzähne waren am häufigsten apikotomiert, gefolgt von Unterkiefermolaren, Oberkieferprämolaren, Oberkiefermolaren und Unterkieferprämolaren in dieser Reihenfolge. Unterkieferfrontzähne wiesen keine Apikotomien auf.

Tab. 14 Verteilung der Apikotomien auf die unterschiedlichen Zahngruppen

	Anzahl der Zähne
OK Frontzähne	7
Prämolaren	3
Molaren	2
UK Frontzähne	0
Prämolaren	2
Molaren	4
Summe	18

### 3.5 Zähne mit einer im Wurzelkanal verankerten Stiftversorgung

Bei der Röntgenbildauswertung konnten 88 Zähne mit einer Stiftversorgung (Metallstift oder Glasfaserstift) registriert werden. Glasfaserstifte wurden in acht

Fällen verwendet. Hier fiel auf, dass alle Glasfaserstifte während der letzten fünf Jahre zum Einsatz kamen.

### 3.6 Zähne mit Resorptionen und Wurzellängsfrakturen, traumatisch geschädigte und avulsierte Zähne

Mehrere Patienten erlitten im Kindesalter ein Frontzahntrauma. Es kam zu unterschiedlichen Auswirkungen auf die pulpalen Strukturen. In fünf Fällen (vier Oberkieferfrontzähne und vier Unterkieferfrontzähne) kam es zu den typisch gelblichen Verfärbungen wie sie sich als Folge von Obliterationen ergeben. Die betroffenen Zähne reagierten nicht auf den Sensibilitätstest mit Kältespray. Röntgenologisch zeigten sich keine apikale Osteolysen und es gab keine klinischen Symptome. Bei zwei weiteren Patienten kam es zu einer Pulpanekrose an beiden mittleren Schneidezähnen und zu röntgenologisch auffälligen Veränderungen an der Wurzelspitze. Ein weiterer Patient berichtete, dass unmittelbar nach dem Frontzahntrauma an drei oberen Schneidezähnen Wurzelkanalbehandlungen durchgeführt wurden. Einer Patientin wurden nach Avulsion der beiden mittleren oberen Schneidezähne diese wieder in einem Schweizer Universitätsklinikum reponiert und später wurzelkanalbehandelt.

An vier Zähnen kam es zu einer Wurzellängsfraktur. In einem Fall betraf es einen oberen Molaren ohne endodontische Therapie und in drei Fällen frakturierten nicht überkronte wurzelkanalbehandelte Zähne (ein oberer Frontzahn, ein oberer Molar und ein oberer Prämolare).

Resorptionen konnten in zwei Fällen festgestellt werden. Es betraf einen oberen seitlichen Schneidezahn nach kieferorthopädischer Multibandbehandlung und einen Unterkiefermolaren, wahrscheinlich verursacht durch einen durchbrechenden Weisheitszahn.

### 3.7 Seltene Formen von Pulpaerkrankungen

Bei einem oberen Molar konnte ein Pulpapolypp nach Verlust der koronalen Restauration diagnostiziert werden. Bei einem unteren Prämolare ließen die in

orthoradialer und exzentrischer Projektion angefertigten Zahnfilme ein internes Granulom vermuten.

### 3.8 Der geschätzte endodontische Behandlungsbedarf

Der minimale endodontische Behandlungsbedarf für die Gesamtzahl von 9269 untersuchten Zähnen errechnet sich durch Addition der Zähne aus den Gruppen B und C (n=151), dividiert durch die Gesamtzahl. Demnach ergibt sich ein minimaler endodontischer Behandlungsbedarf von 1,6 %. An 16 Zähnen aus der Gruppe B wurde die Diagnose Pulpanekrose lediglich aufgrund der ausbleibenden Reaktion auf den Sensibilitätstest gestellt, da die Röntgenbilder gesunde apikale Strukturen zeigten. Aus der Gruppe C (n=69) hatten lediglich zwei Zähne röntgenologische Zeichen einer apikalen Parodontitis.

Insgesamt wiesen 115 wurzelkanalbehandelte Zähne osteolytische Prozesse auf. Dies entspricht ungefähr 1,2 % der Gesamtzahl aller untersuchten Zähne. Würde man bei allen wurzelkanalbehandelten Zähnen mit apikalen Osteolysen (PAI  $\geq 3$ ) eine endodontische Revision anstreben, so wäre der endodontische Behandlungsbedarf größer und läge bei 2,8 %.

Eine weitere Erhöhung des endodontischen Behandlungsbedarfs um 1,3 % ergäbe sich, wenn bei allen wurzelkanalbehandelten Zähnen mit qualitativ schlechter Wurzelkanalfüllung ohne Anzeichen einer periapikalen Veränderung (123 Zähne) vor geplanter Prothetik eine Revision vorgesehen wäre. Der maximale endodontische Behandlungsbedarf läge dann bei 4,1 %.

### 3.9. Der endodontische Status zwischen 1993 und 2013 im Vergleich

Im Vergleich zu der Studie von Weiger *et al.* (1997) wurden in die aktuelle Studie 30 Patienten mehr integriert, was u. a. zu einer entsprechend höheren Anzahl von untersuchten Zähnen führte. In beiden Studien war der Anteil an Frauen geringfügig größer. Im Durchschnitt waren die Patienten aus 2013 2,4 Jahre älter und hatten zwei Zähne mehr als 20 Jahre zuvor. Der Anteil an Patienten mit wenigstens einem wurzelkanalbehandelten, asensiblen oder

pulpitischen Zahn lag 1993 mehr als zwei Prozent unter dem der aktuellen Studie. Die Anzahl wurzelkanalbehandelter Zähne an der Gesamtzahl aller untersuchten Zähne hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten von 0,67 auf 0,95 zugenommen. Auch die durchschnittliche Zahnzahl pro Patient erhöhte sich um fast zwei Zähne. Im Jahr 1993 waren ungefähr ein Prozent weniger Zähne wurzelkanalbehandelt als 2013, aber der Anteil an Pulpanekrosen war 0,7 % höher. Die Zahl der irreversiblen Pulpitiden blieb dagegen gleich. Das Durchschnittsalter der Patienten mit mindestens einem wurzelkanalbehandelten Zahn lag bei 42,2 Jahren. Der prozentuale Anteil der Zähne, die röntgenologisch Zeichen einer apikalen Veränderung aufwiesen, lag 1993 mit 3,37 % deutlich über dem der aktuellen Studie (2,0 %). In 2013 zeigten 34,1 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne apikale Parodontitiden, wohingegen dieser Anteil 20 Jahre zuvor noch bei über 60 % lag. Ebenfalls hat die Anzahl an Apikotomien von 27 auf 18 abgenommen. Die Zahl der Wurzelkanalbehandlungen an Molaren hat sich deutlich erhöht, dagegen waren Wurzelkanalbehandlungen an oberen Frontzähnen über 10 % seltener. Vor 20 Jahren waren nur 14,4 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne von adäquater technischer Qualität. Aktuell hat sich dieser Wert mehr als verdoppelt (34,7 %). Die Qualität der koronalen Restauration ist aktuell geringfügig ungünstiger ausgefallen, was durchaus an den veränderten prothetischen Versorgungsrichtlinien der Krankenkassen liegen mag. In 1993 war die Altersgruppe der 20–39-jährigen Patienten mit 65 % überrepräsentiert. In der aktuellen Studie waren in der Gruppe A die Altersgruppen der 20 - 39 jährigen Patienten mit 46,9%, die der 40 - 59 Jährigen mit 38.9 % vertreten. Bei Weiger *et al.* (1997) wiesen in der Altersgruppe der 20 – 39 Jährigen 49,3%, in der Altersgruppe der 40 - 59 Jährigen 32,6% mindestens einen wurzelkanalbehandelten Zahn auf. Im Jahre 2013 waren bei den 20 - 49 Jährigen 2,4% weniger-, in der Altersgruppe der 40 – 59 Jährigen 6,3% mehr wurzelkanalbehandelte Zähne vorhanden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Patienten in 2013 ihre erste Wurzelkanalbehandlung in einem höheren Lebensalter erhielten als noch zwei Dekaden zuvor. Tabelle 15 stellt den oben beschriebenen Vergleich zusammenfassend dar.

Tab. 15 Endodontischer Status 1993 und 2013 im Vergleich

	Weiger <i>et al.</i> (1997) Untersuchungsjahr 1993	Aktuelle Studie Untersuchungsjahr 2013
Patientenzahl gesamt	323	353
Durchschnittsalter	35,2 Jahre	37,6 Jahre
Anteil Männer/Frauen	46 %/54 %	48,4 %/51,6 %
Zahnanzahl gesamt	7897	9269
Durchschnitt Zahnanzahl	24,4	26,2
Anz. Pat. Gruppe I	141 (43,7 %)	146 (41,4 %)
Anz. Pat. Gruppe II (A – D)	182 (56,3 %)	207 (58,6 %)
WKB Zähne pro Patient	0,67	0,95
Anz. Zähne mit WKB (A)	215 (2,7 %)	337 (3,6 %)
Durchschnittsalter Gr. A	39,4 Jahre	42,2 Jahre
Anz. Zähne Gr. B	122 (1,5 %)	82 (0,8 %)
Durchschnittsalter Gr. B	46,6 Jahre	42,0 Jahre
Anzahl Zähne Gr. C	53 (0,7 %)	69 (0,7 %)
Durchschnittsalter Gr. C	34,6 Jahre	41,9 Jahre
Anzahl Zähne Gr. D	18 (0,2 %)	31 (0,3 %)
% Zähne mit AP gesamt	3,37 %	2,0 %
% WKB und AP	(61 %)	(34,1 %)
Zähne Gr. B mit AP	154 Zähne (88 %)	66 Zähne (80,4 %)
Apikotomie	27	18
WKB Maxilla	151 (70,2%)	213 (63,2 %)
WKB Mandibula	64 (29,8 %)	124 (36,8 %)
WKB obere FZ	72 (33,5 %)	74 (22 %)
WKB untere FZ	4 (1,8 %)	6 (1,8 %)
WKB obere Molaren	28 (13,0 %)	77 (22,8 %)
WKB untere Molaren	35 (16,3 %)	70 (20,8 %)
WKB obere Prämolaren	51 (23,7 %)	62 (18,4 %)

	Weiger <i>et al.</i> (1997) Untersuchungsjahr 1993	Aktuelle Studie Untersuchungsjahr 2013
WKB untere Prämolaren	25 (11,7 %)	48 (16,2 %)
Adäquate WKB	14,4 %	34,7 %
Adäquate Restauration	65,6 %	63,5 %
Altersgruppe 20 - 39 J. (I+II)	65,3 %	58,3 %
Altersgruppe 40 - 59 J. (I+II)	19,2 %	25,8 %
Altersgruppe 60 - 79 J. (I+II)	8,3 %	9,9 %
Minimaler endodontischer. Behandlungsbedarf	2,2 %	1,6 %
Maximaler endodontischer. Behandlungsbedarf	3,7 %	4,1

### 3.10 Endodontischer Behandlungsbedarf in den Jahren 1993 und 2013

Der geschätzte minimale endodontische Behandlungsbedarf (Gruppe B und C) lag 1993 bei 1,7 % und aktuell bei 1,6 %. Der maximale endodontische Behandlungsbedarf wurde in der aktuellen Studie höher eingeschätzt und ist mit 4,1 % angegeben. Er liegt 0,4 % über dem damaligen Wert. Endodontische Revisionen an sämtliche Zähnen mit Wurzelkanalfüllungen schlechter technischer Qualität ohne apikale Parodontitis, sowie Revisionen an Zähnen mit apikalen Veränderungen und alle endodontischen Primärbehandlungen an Zähnen aus den Gruppen B und C sind darin enthalten. Die durchschnittliche Zahl endodontisch behandelter Zähne pro Patient für das gesamte Patientenkollektiv liegt bei 0,95. Zwei Dekaden zuvor waren im Durchschnitt nur 0,67 Zähne wurzelkanalbehandelt. Dieser Durchschnittswert ist aber in den verschiedenen Altersgruppen sehr unterschiedlich. Die Gruppe der 0 -19-Jährigen hat erwartungsgemäß die wenigsten Wurzelkanalbehandlungen (0,05 %) vorzuweisen. Die meisten Wurzelkanalbehandlungen (1,6 pro Patient) finden sich bei der Altersgruppe der 50 – 59-jährigen Patienten. In dieser Altersgruppe hat sich die Anzahl an endodontisch behandelten Zähnen in den letzten 20 Jahren nicht verändert.

## 4. Diskussion

### 4.1 Auswahl der Patienten

Querschnittsstudien kommen in der Epidemiologie häufig zum Tragen. Sie beschreiben mit Hilfe deskriptiver Statistik die Verteilung von Risikofaktoren oder Krankheiten in einer Bevölkerungsgruppe. Sie messen die relative Häufigkeit (Prävalenz), mit der eine Erkrankung zu einem bestimmten Zeitpunkt auftritt, ohne eine Ursache-Wirkungs-Beziehung aufzudecken. Die Anzahl von Neuerkrankungen (Inzidenz) bleibt in dieser Art von Studie unerkannt.

Die vorliegende Querschnittsstudie vermag Auskunft über die Qualität von Wurzelkanalbehandlungen und über den endodontischen Behandlungsbedarf im Jahr 2013 in einer Stuttgarter Zahnarztpraxis zu geben.

Längsschnittstudien dagegen liefern regelmäßig Daten einer Bevölkerungsgruppe über einen längeren Zeitraum hinweg. Sie entsprechen periodisch durchgeführten Querschnittsstudien. In Längsschnittstudien sind qualitative und quantitative Veränderungen erfassbar.

In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Auswahl der in die Studie eingeschlossenen Patientengruppe nach den in Material und Methoden beschriebenen Kriterien. Für die persönliche Praxisauswahl nannten die Patienten unterschiedliche Gründe. Einige davon waren Empfehlungen von langjährigen Patienten gefolgt oder aber die Praxisauswahl erfolgte rein zufällig oder nach einer Internetrecherche. Keiner der Patienten kam als Überweisungsfall. Schmerz- und Notdienstpatienten fanden keine Aufnahme in die Studie, was den tatsächlichen endodontischen Behandlungsbedarf voraussichtlich noch erhöht hätte.

Die Patientenauswahl erfolgte im statistischen Sinne nicht zufällig. Daher handelt es sich nicht um eine repräsentative Studie. Dennoch lässt sich aus den Ergebnissen eine Aussage über die Qualität und die Quantität von Wurzelkanalbehandlungen in einer süddeutschen Großstadtpraxis ableiten. Will man epidemiologische Studien zum endodontischen Status vergleichen, so könnten unterschiedlich große Stichproben, unterschiedliche Untersuchungskriterien, unterschiedliches Röntgenmaterial oder auch

Unterschiede im Gesundheitswesen der einzelnen Länder zu Verzerrungen führen.

Weiger *et al.* (1997) untersuchten in einer im Jahr 1993 durchgeführten Studie mit ähnlichem Studiendesign den endodontischen Status, die Qualität von Wurzelkanalfüllungen und den endodontischen Behandlungsbedarf in einer Stuttgarter Großstadtpraxis. Die damaligen Einschlusskriterien wurden in die vorliegende Arbeit nahezu übernommen, um einen Vergleich mit den Ergebnissen der damaligen Studie zu ermöglichen. Eine verstärkte Zuwanderung aus Südosteuropa, ehemaligen Sowjetstaaten und afrikanischen Ländern in jüngerer Zeit könnte aber zu einer Verfälschung der tatsächlichen Ergebnisse beigetragen haben.

Ein Vergleich mit anderen deutschen Studien ist nur eingeschränkt möglich. Bei Hülsmann *et al.* (1991) beschränkte sich das Patientengut auf parodontale Problemfälle einer Universitätszahnklinik, bei Klimek *et al.* (1995) wurden lediglich Panoramaschichtaufnahmen aus den Jahren 1983 und 1991 und bei Schulte *et al.* (1998) aus den Jahren 1983 und 1992 miteinander verglichen.

#### 4.1.1 Altersverteilung

In der vorliegenden Studie gehörten der Altersgruppe der 20 – 39-jährigen Patienten knapp 60 % aller Untersuchten an. In der Studie von Weiger *et al.* (1997) war diese Altersgruppe mit mehr als 65 % überrepräsentiert.

Ähnliche Altersstrukturen stellten auch Peters *et al.* (2011) in ihrer Studie aus Amsterdam fest.

Bei López-López *et al.* (2012) in Barcelona war die Altersgruppe der 18 – 39-jährigen Studienteilnehmer mit 25,4 % eher schwach vertreten, dagegen stellten die 50 – 69-jährigen 43 % aller untersuchten Patienten dar.

Imfeld (1991) untersuchte dagegen nur 66 Jahre alte Patienten aus Zürich.

#### 4.1.2 Geschlechtsverteilung

Es bestanden nur geringe Unterschiede in der Geschlechterverteilung der untersuchten Patienten. Frauen waren leicht überrepräsentiert (51,6 %). Im Stadtgebiet Stuttgart leben aber 50,6 % Frauen ([www.stuttgart.de/item/show/16376](http://www.stuttgart.de/item/show/16376)).

## 4.2 Diskussion der Methodik und Diagnostik

### 4.2.1 Allgemeine Anamnese

Durch die allgemeine Anamnese konnten nichtodontogene Pathologien (muskuloskelettale, neuropathische, neurovaskuläre, inflammatorische systemische oder psychogene Erkrankungen) von den bakteriellen Entzündungen der Pulpa abgegrenzt werden.

### 4.2.2 Zahnmedizinische Anamnese und klinische Untersuchung

Die wichtigsten diagnostischen Informationsquellen zum pulpalen und periapikalen Zustand lieferten die zahnmedizinische Anamnese und die klinische Untersuchung. Bevor eine Therapie eingeleitet werden konnte, mussten zunächst die Ursachen der vorliegenden Beschwerden beziehungsweise eine möglicherweise vorhandene Pulpanekrose oder eine bereits durchgeführte Wurzelkanalbehandlung eruiert werden. Stellte man bereits vorhandene Wurzelkanalbehandlungen fest, so wurde der Patient nach dem ungefähren Alter der Wurzelkanalbehandlung und nach der Art der Wurzelkanalaufbereitung befragt. Da der Zeitpunkt des Geschehens meist schon lange zurück lag, unterliegt hier die Zuverlässigkeit der Patientenangaben einer gewissen Ungenauigkeit. Erst nach der Beurteilung der Röntgenbilder erfolgte die Einteilung der Zähne in die Gruppen A bis D.

31 Zähne wurden der Zahngruppe D zugeordnet. In dieser Gruppe fanden sich wenige Zähne mit nicht auswertbarem Röntgenbild. Die meisten D-kategorisierten Zähne reagierten nicht auf den Kältetest, jedoch ohne Auffälligkeiten im Röntgenbild oder klinische Symptome aufzuzeigen. Einige Zähne dieser Gruppe waren mit Metallkronen oder metallkeramischen Verblendkronen (Isolatorwirkung) restaurativ versorgt. Auch naturgesunde Zähne befanden sich darunter.

Wie steht es nun mit der Verlässlichkeit der sogenannten thermischen Sensibilitätstests mit einem Kältespray? Sie dienen dazu, bei einem Patienten eine Schmerz sensation zu provozieren, um den Pulpastatus einschätzen zu können. Sie liefern keine Informationen über die vaskuläre Pulpaversorgung, sondern geben eine Antwort auf die pulpale Fähigkeit zur Reizleitung. Ob ein Zahn auf einen Kältereiz reagiert, ist auch vom Alter des Patienten und von der

Reaktion der Pulpa auf vorausgegangene zahnärztliche Maßnahmen abhängig. Es kommt in einer vitalen Pulpa zunehmend zu einer Verdickung des peritubulären Dentins und zur Dentinsklerosierung.

Farac *et al.* (2012) versuchten einen Zusammenhang zwischen den altersbedingten Veränderungen in der histologischen Zusammensetzung der Pulpa und einer veränderten Antwort auf den Pulpasensibilitätstest herzustellen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die „Pulpaantwortzeit“ mit zunehmendem Alter zunimmt, dagegen aber die Schmerzintensität abnimmt. Die Reaktionszeit lag zwischen einer und maximal zwölf Sekunden. Um bei älteren Patienten eine zuverlässige Reizantwort zu erhalten, sollte daher das geeiste Schaumstoffpellet mindestens zehn Sekunden an die Zahnoberfläche gehalten werden.

Michaelsen und Holland (2002) berichteten von einer höheren Inzidenzrate von asymptomatischen Pulpitiden bei über 53-jährigen Patienten. Eine Begründung dafür fanden sie in der weniger innervierten Pulpa und in der Anwesenheit von Sekundär- und sklerosiertem Dentin.

Aus diesen Studien lässt sich schlussfolgern, dass der Sensibilitätstest mit einem Kältespray (der untersuchte Zahn wurde maximal drei Sekunden mit dem geeisten Schaumstoffpellet touchiert) bei älteren Patienten zu falsch negativen Ergebnissen geführt haben könnte.

Falsch positiv Resultate im Sinne der Behandlungsnotwendigkeit können hingegen bei einem mehrkanaligen Zahn auftreten. Hier kann eine vitale, auf den Kältereiz reagierende Wurzelpulpa neben nekrotischem Pulpagewebe vorliegen.

Auch die Temperatur der gewählten Kältequelle hat einen Einfluss auf die Schmerzantwort. CO<sub>2</sub>-Schnee ist wesentlich kälter (- 78,5°C) als das in vielen Praxen übliche Propan-Butan-Gemisch-Kältespray (bis - 50°C). Chen und Abbott (2011) unternahmen den Versuch, fünf unterschiedliche Pulpatestverfahren hinsichtlich ihrer Überlegenheit in puncto Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit, zu überprüfen. Sie verglichen drei thermische Pulpasensibilitätstests (CO<sub>2</sub>-Schnee, Kältespray und Eis) mit einem elektrischen Pulpatest und einem Pulpavitalitätstest (Laser-Doppler-

Flussmessung). Die Genauigkeit des elektrischen Pulpatests lag bei 97,7%, von CO<sub>2</sub>-Schnee bei 97,0%, von Kältespray bei 90,7%, von Eis bei 84,8% und von der Laser-Doppler-Flussmessung (Pulpavitalitätstest) bei 96,3%. Sie stellten fest, dass CO<sub>2</sub>-Schnee, elektrische Pulpatests und die Laser-Doppler-Flussmessung die zuverlässigsten und genauesten Tests sind. CO<sub>2</sub>-Schnee-Tests und der elektrische Pulpatest waren aber weniger zeitaufwändig als die Laser-Doppler-Methode. Kältespray war zwar zuverlässig, aber nicht so genau wie der elektrische Test und der CO<sub>2</sub>-Schnee-Test.

In der vorliegenden Studie wurde zur Sensibilitätsprüfung der Pulpa ausschließlich Kältespray benutzt. Die einfache Handhabung, der geringe Zeitaufwand und der günstige Preis machen es in den meisten freien Praxen zum Mittel der Wahl, obwohl man mit dem CO<sub>2</sub>-Schnee-Test genauere Ergebnisse hätte erhalten können. Fehldiagnosen und versehentlich ausgeführte Therapiemaßnahmen durch die Behandlerin können nicht ausgeschlossen werden, wenngleich die Behandlerin auf eine 25-jährige Berufserfahrung zurückblickt.

#### 4.2.3 Radiologischer Befund

Der periapikale und der endodontische Status wurde anhand von Panoramaschichtaufnahmen und Zahnfilmen in bucco-oraler Projektionsrichtung bestimmt. OPT lagen bei 14 % aller zu bewertenden Zähne vor. Der Anteil an periapikalen Aufnahmen war mit 85 % weitaus grösser. Panoramaschichtaufnahmen weisen bei der Beurteilung der periapikalen Region statistisch einen größeren Knochenverlust aus als Zahnfilme, obwohl eine gewisse Vergleichbarkeit zwischen den beiden Röntgentechniken besteht (Akesson *et al.* 1989). Rohlin *et al.* (1991) fanden heraus, dass Zahnfilme zur Beurteilung der periapikalen Region die genaueren Ergebnisse liefern. Die Panoramaschichtaufnahme bietet auf der anderen Seite Vorteile: Alle Zähne sind gleichzeitig auf nur einem Röntgenbild zu sehen, es wird eine große Zeitersparnis im Vergleich zu einem vollen Röntgenstatus erreicht und der Patient wird nur einmalig ionisierenden Strahlen ausgesetzt.

Die zweidimensionale Bildgebung zur Bewertung des apikalen Status hat grundsätzlich Grenzen. Bereits vor 50 Jahren beschrieben Bender und Seltzer (1961) die Limitationen der herkömmlichen Röntgendiagnostik. Sie präparierten *in vitro* künstliche Defekte in Ober- und Unterkieferknochen. Im anschließend angefertigten Röntgenbild waren diese Defekte nur dann zu erkennen, wenn die Kortikalis perforiert worden war. Eine dreidimensionale Bildgebung durch ein digitales Volumentomogramm (DVT) wäre in Zukunft eine Möglichkeit, die Limitationen herkömmlicher Röntgenbilder zu umgehen. Zum heutigen Zeitpunkt ist das DVT in allgemein Zahnärztlichen Praxen noch nicht Standard. Lediglich in klinischen Einrichtungen oder in spezialisierten Praxen ist es etabliert. In einer Studie (Patel *et al.* 2009) wurde nachgewiesen, dass *in vitro* durch eine dreidimensionale Bildgebung apikale Parodontitiden zu 100% aufgedeckt werden können. Die Detektionsrate bei intraoralen Aufnahmen beträgt dagegen nur 25 %. Dies würde bedeuten, dass lediglich ein Viertel aller periapikalen Veränderungen durch herkömmliches Röntgen entdeckt werden könnte. Legt man diese Erkenntnisse zu Grunde, so wäre der tatsächliche endodontische Behandlungsbedarf sehr viel grösser als bisher angenommen.

Auch Paula-Silva *et al.* (2009) und Davies *et al.* (2014) haben nachgewiesen, dass das DVT im Vergleich zur Röntgenbildtechnik zum Nachweis von periapikalen Läsionen die überlegene Technik darstellt.

Paula-Silva *et al.* (2009) starteten ein Tierexperiment mit 12 Hunden. Von insgesamt 96 Hundezahnwurzeln wurden 72 intentionell infiziert, bis eine apikale Parodontitis nachweisbar war. Eine weitere Gruppe von 24 nicht infizierten Hundezahnwurzeln diente als Kontrollgruppe. Nach sechs Monaten wurde eine histopathologische Untersuchung der periapikalen Gewebe durchgeführt. Es wurden sowohl DVT wie auch Zahnfilme angefertigt und befundet. Diese wurden mit den histopathologischen Befunden verglichen. Diese Studie bestätigte die überlegene Genauigkeit der DVT zum Nachweis einer apikalen Parodontitis. Auch hier konnte die ungenügende Verlässlichkeit der periapikalen Röntgendiagnostik zum Aufspüren von apikalen Parodontitiden nachgewiesen werden. Ferner bestätigte die Studie, dass das Ausmaß der periapikalen Läsionen im Vergleich zum histopathologischen Befund unterbewertet erschien.

Auch die Studien von Abella *et al.* (2014) und Liang *et al.* (2014) belegen die Überlegenheit einer dreidimensionalen Bildgebung im Erkennen von periapikalen Läsionen. Abella *et al.* (2014) fertigten von nicht wurzelkanalbehandelten Zähnen mit nekrotischer Pulpa sowohl periradikuläre Röntgenbilder wie auch ein DVT an. Sie stellten periapikale Veränderungen an 38,8 % aller Wurzeln fest, wenn zur Diagnosestellung Röntgenbilder herangezogen wurden. Bei der Auswertung des entsprechenden DVT waren allerdings an 57,6 % aller Wurzeln apikale Parodontitiden auszumachen. Das zuverlässigere Diagnoseverfahren ist für den Patienten jedoch mit einer erhöhten Strahlenbelastung verbunden. Das kleinstmögliche Bildformat ist in der Regel für die Bewertung der periapikalen Strukturen ausreichend. Damit ergibt sich für den Patienten im Vergleich zu einem traditionellen DVT eine deutlich reduzierte Strahlendosis (Pauwels *et al.* 2012).

Um den tatsächlichen endodontischen Status genauer zu evaluieren, erscheint es zunächst sinnvoll, dem DVT den Vorzug zu geben. Da aber gleichzeitig auch den Forderungen des ALARA-Prinzips (as low as reasonably achievable) nachzukommen sind, kann dieses Ansinnen unter ethischen Gesichtspunkten Diskussionsanlass verursachen. Für die nahe Zukunft kann erwartet werden, dass sich das DVT zur endodontischen Diagnostik und Qualitätssicherung als Standardverfahren durchsetzen wird. In Europa existiert bislang nur eine schottische epidemiologische Studie zur Prävalenz periradikulärer Parodontitiden, bei der zur radiologischen Diagnostik eine dreidimensionale Bildgebung verwendet wurde (Dutta *et al.* 2014).

Zur Bewertung des periapikalen Status wurde der PAI-Index (Orstavik 1986) benutzt. In der Literatur finden sich viele ähnlich angelegte internationale Studien, welche zur Beschreibung des periapikalen Status den PAI-Index zugrunde legen (Eriksen *et al.* 1995, Marques *et al.* 1998, Sidaravicius *et al.* 1999, Kirkevang *et al.* 2001, Boucher *et al.* 2002, Segura-Egea *et al.* 2004, Tsuneishi *et al.* 2005, Segura-Egea *et al.* 2008, Touré *et al.* 2008, López-López *et al.* 2012)

Weiger *et al.* (1997) bewerteten den periapikalen Status durch eine Ja/Nein-Entscheidung zweier unabhängig voneinander agierender Betrachter, die zuvor ebenfalls kalibriert worden waren.

Die Intra-Beobachter- (Cohen´s kappa = 0,76 für MT und 0,70 für TC) und die Inter-Beobachter- (Cohen´s kappa = 0,75) Reproduzierbarkeit waren durchaus akzeptabel. Nach den Empfehlungen von Orstavik (1986) wurden die Beobachter zuvor mit drei Testreihen (Set 1–3) an möglichst aufeinanderfolgenden Tagen kalibriert.

Die Bewertung der periapikalen Region erfolgte zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Ausheilung einer endodontisch bedingten Läsion ist hingegen ein dynamischer Prozess, der nach den Richtlinien der ESE (2006) bis zu einem Zeitraum von 4 Jahren verfolgt werden sollte, sofern ein Jahr nach der Wurzelkanalbehandlung röntgenologisch noch keine Ausheilung auszumachen ist. Um grob abzuschätzen, ob es sich in der vorliegenden Studie nun um eine apikale Parodontitis im Heilungsprozess, um eine persistierende Form einer AP oder um eine Neuinfektion handelte, wurden die Patienten nach dem Alter der Wurzelkanalbehandlungen befragt. Da dieses Ereignis meist schon längere Zeit zurücklag, ist die Zuverlässigkeit der Patientenangaben nicht immer gegeben. Trotzdem erschienen die Wurzelkanalbehandlungen der vergangenen 5 Jahre unter diesem Aspekt interessant. Die qualitative Beurteilung der restaurativen oder prothetischen Versorgung fand bei der Fragestellung, ob ein pathologischer periapikaler Befund eventuell auch eine Neuinfektion darstellen könnte, besondere Beachtung.

## 4.3 Diskussion der Ergebnisse

### 4.3.1 Häufigkeit von Wurzelkanalfüllungen

Die Prävalenz von wurzelkanalbehandelten Zähnen liegt in der aktuellen Studie bei 3,6 %. Zwei Dekaden zuvor (Weiger *et al.* 1997) waren der Anteil endodontisch behandelter Zähne geringer (2,7 %). Damals waren im Durchschnitt 2 Zähne weniger in der Mundhöhle vorhanden. Diese Tatsache bestätigt die Vermutung, dass der Zahnerhaltung durch endodontologische Maßnahmen eine größere Bedeutung zugekommen ist. In den Niederlanden kann man eine ähnliche Entwicklung beobachten. Wiesen bei De Cleen *et al.* (1993) 2,3 % aller untersuchten Zähne Wurzelkanalfüllungen auf, waren es zwei Jahrzehnte später bei Peters *et al.* (2011) schon 4,8 %. Auch in Spanien

kann man den Trend hin zur Zahnerhaltung erkennen. Jimenez-Pinzón *et al.* (2004) registrierten an 2,1 % aller untersuchten Zähne Wurzelkanalbehandlungen. Einige Jahre später konnten López-López *et al.* (2012) 6,4 % vorfinden.

Einige Studien fallen beim internationalen Vergleich jedoch durch einen wesentlich höheren Prozentsatz auf. Bei Imfeld (1991) lag der Anteil endodontisch behandelter Zähne bei 26 %. Dies dürfte aber auf das Alter der untersuchten Patienten (66 Jahre) zurückzuführen sein. In mehreren Studien wurde festgestellt, dass der Anteil an endodontisch behandelten Zähnen im höheren Lebensalter zunimmt (Weiger *et al.* 1997, Matijevic *et al.* 2011). Auch in Japan (Tsuneishi *et al.* 2005), in Frankreich (Boucher *et al.* 2002) und in Weissrussland (Kabak *et al.* 2005) ist der Anteil wurzelkanalbehandelter Zähne mit über 20 % ungewöhnlich hoch. Dies könnte allerdings durch die landesspezifischen Krankenversicherungssysteme begründet sein. Die Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die aus verschiedenen Ländern vorliegenden Daten.

Tab. 16 Internationaler Vergleich zum Zusammenhang zwischen der technischen Qualität der Wurzelkanalfüllung, der koronalen Restauration und der Prävalenz von apikalen Parodontitiden

Autor	Jahr	Land	Anzahl WKF	Anteil der WKF-Zähne in %	WKF-Zähne mit AP in %	Adäquate technische Qualität der WKF in %	Adäquate koronale Rest. in %
Eriksen <i>et al.</i>	1988	N	133	3,4	34	41	-
Hülsmann <i>et al.</i>	1991	D	156	3,2	60	19 (Dichte) 36 (Länge)	-
Imfeld	1991	CH	521	26	31	36,5	-
De Cleen <i>et al.</i>	1993	NL	97	2,3	39,2	49 (Länge)	-
Weiger <i>et al.</i>	1997	D	215	2,7	61,4	33 (Dichte) 41 (Länge)	65,5

Marques et al.	1998	P	69	1,6	22	46	-
Schulte et al.	1998	D	436 (1983)	-	24	75 (Dichte)	-
			900 (1992)	-	26	45 (Länge) 78 (Dichte) 43 (Länge)	-
Sidaravicius et al.	1999	Lit	586	15	39,4	13	-
De Moor et al.	2000	B	313	6,8	40	41	-
Kirkevang et al.	2001	DK	773	4,8	52,2	27	73
Boucher et al.	2002	F	-	23	29,7	21	-
Dugas et al.	2003	Can	-	2,4	45,4	-	-
Jimenez-Pinzón et al.	2004	E	-	2,1	64,5	-	-
Kabak et al.	2005	WR	-	20	45	-	-
Loftus et al.	2005	Irl	152	2	25	47	-
Tsuneishi et al.	2005	Jap	3320	20,5	40	11,4	-
Chen et al.	2007	USA	169	4,8	35,5	26	-
Touré et al.	2007	Sen	-	2,6	56,1	17,7	-
Estrela et al.	2008	Braz	1372	-	16,5 – 66,3	56,9	-
Gulsahi et al.	2008	TR	812	3,3	18,2	-	-
Tavares et al.	2009	F	1053	-	33	-	64,5
Covello	2010	I	1078	8,7	41,6	-	-

et al.							
Kamberi	2011	Kos	95	2,3	46,3	30,5	-
et al.							
Matijevic	2011	HR	-	8,5	8,5	36 (Dichte)	-
et al.						34 (Länge)	
Mohammad	2011	Jor	424	5,7	71,9	27,6	-
et al.							
Peters et al.	2011	NL	224	4,8	-	43	-
López-	2012	E	604	6,4	23,8	-	-
López et al.							
Moreno	2013	Col	1086	-	49	33	-
et al.							
Dutta et al.	2014	Sco	171	4,76	47,4	49,4	
Trucken-		D	337	3,6	34,1	34,7	63,5
müller							

#### 4.3.2 Qualität der Wurzelkanalfüllungen

Die meisten Autoren bewerteten die technische Qualität der Wurzelkanalfüllung als adäquat, wenn sie das gesamte Kanallumen ausfüllte, keine Inhomogenitäten erkennbar waren und die apikale Ausdehnung 0 – 2 mm vom röntgenologischen Apex entfernt lag. Zur Beurteilung dieser Kriterien lag in der vorliegenden Studie sowie in allen anderen Vergleichsstudien lediglich eine zweidimensionale Bildgebung vor. Möglicherweise wäre das Qualitätsurteil bei Heranziehung eines dreidimensionalen Bildgebungsverfahrens ungünstiger ausgefallen (siehe 4.2.3).

#### 4.3.3 Prävalenz von apikalen Parodontitiden

In der eigenen sowie in den meisten internationalen Vergleichsstudien wurde der periapikale Zustand mittels PAI-Wert (Orstavik *et al.* 1986) beschrieben

(Marques *et al.* 1998, Boucher *et al.* 2002, Kirkevang *et al.* 2006, Touré *et al.* 2007, Tavares *et al.* 2009, Kamberi *et al.* 2011). Bei anderen Autoren wurde lediglich die An- oder Abwesenheit einer apikalen Radioluzenz durch eine Ja/Nein- Entscheidung angegeben (Weiger *et al.* 1997, Peters *et al.* 2006, Covello *et al.* 2010, Mohammad *et al.* 2011), wobei ein mehr als verdoppelt breiter Parodontalspalt als apikale Parodontitis eingestuft wurde.

In der vorliegenden Studie lag die Prävalenz von Zähnen mit einer apikalen Parodontitis, bezogen auf alle untersuchten Zähne bei 2,0 % und bezogen auf wurzelkanalbehandelte Zähne bei 34,1 %. Apikale Osteolysen an wurzelkanalbehandelten Molaren des Ober- und Unterkiefers traten bei fast 40% aller Zähne auf (schwierigerere Wurzelkanalmorphologie). An zweiter Stelle standen die Prämolaren mit 27 %, gefolgt von Frontzähnen mit 15 %. Auch andere Autoren stellten häufiger apikale Parodontitiden an endodontisch behandelten Seitenzähnen fest als an Frontzähnen (Kabak *et al.* 2005, Loftus *et al.* 2006, Gulsahi *et al.* 2007).

In fast allen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Wurzelkanalfüllung und dem Auftreten einer apikalen Aufhellung festgestellt werden. Viele Autoren errechneten die Prävalenz gesunder Periapex bei adäquat endodontisch gefüllten Zähnen und verglichen diese mit der Prävalenz gesunder Periapex bei insuffizient wurzelkanalgefüllten Zähne.

Erwartungsgemäß schnitten dabei die Zähne mit adäquater Wurzelkanalfüllung besser ab. Bei Estrela *et al.* (2008) lag die Prävalenz bei 16,5 % bzw. bei 66,3 %, bei Touré *et al.* (2007) 26,2 % bzw. 62,5 % und in der vorliegenden Studie bei 15,3 % bzw. 44 %. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer periapikalen Parodontitis und der Güte der koronalen Restauration konnte nicht verifiziert werden. Jedoch kamen nicht alle Studien zu diesem Ergebnis. Bei Ray und Trope (1995) führten adäquate koronale Restaurationen im Hinblick auf die Abwesenheit einer AP zu günstigeren Resultaten als adäquate Wurzelkanalfüllungen. Tavares *et al.* (2009) erreichten die besten Ergebnisse (93,5 %) bei sowohl adäquater Restauration wie adäquater Wurzelkanalfüllung. Auch in der aktuellen Studie war bei maschineller Aufbereitungsweise die Prävalenz gesunder Periapex bei sowohl adäquater Wurzelkanalbehandlung wie auch suffizienter Restauration am häufigsten (91,8 %).

Alle oben zitierten Studien sind Querschnittstudien und vermögen lediglich Informationen zur Prävalenz von apikalen Parodontitiden an wurzelkanalbehandelten Zähnen auf Populationsebene zu liefern. Sie sind jedoch nicht dazu geeignet, Aussagen über den Erfolg nach endodontischer Therapie abzuleiten. Sie geben keine Auskunft darüber, ob sich eine röntgenologisch dargestellte apikale Parodontitis gerade in der Entstehungsphase oder Ausheilungsphase befindet. Dazu sind Longitudinalstudien diesbezüglich aussagekräftiger. In der endodontischen Literatur existieren allerdings derer nur wenige. Petersen *et al.* (1991) beschrieben die Dynamik apikaler Parodontitiden. Sie stellten fest, dass die Anzahl der Zähne, die eine apikale Parodontitis nach einer Wurzelkanalbehandlung entwickeln, in etwa genauso groß ist wie die Anzahl der Zähne mit bestehender apikaler Parodontitis, die nach einer Wurzelkanalbehandlung ausheilt. Zu einem besseren Ergebnis führten die Untersuchungen von Kirkevang *et al.* (2006). Sie konnten häufiger Ausheilungen als Neuentstehungen apikaler Osteolysen nachweisen. In einer schwedischen Studie (Frisk und Hakeberg 2005) fiel das Ergebnis noch günstiger in Bezug auf apikale Heilung aus.

Ein wesentlicher Parameter für den langfristigen Erfolg der Wurzelkanalbehandlung scheint auch die Art der Wurzelkanalaufbereitung zu sein. Seit der Verfügbarkeit von maschinellen Aufbereitungssystemen aus Nickel-Titan praktizieren immer weniger Zahnärzte eine manuelle Wurzelkanalaufbereitung mit Handfeilen aus rostfreiem Stahl. Verschiedene Studien belegen die Überlegenheit der maschinellen Aufbereitung im Vergleich zur manuellen Aufbereitung (Schäfer *et al.* 2004, Cheung *et al.* 2009, Celik *et al.* 2013). Ein sehr wichtiges Kriterium bei der Wurzelkanalaufbereitung ist der Erhalt des originären Kanalverlaufs. Bei stark gekrümmten Wurzelkanälen, wie z. B. bei der mesiobukkalen Wurzel von Oberkiefermolaren, stellt die Aufrechterhaltung des ursprünglichen Wurzelkanalverlaufs eine besondere Herausforderung dar. Vor allem Handfeilen haben die Tendenz, die äußere Krümmung eines gekrümmten Wurzelkanals zu begradigen (Schäfer *et al.* 2004, Celik *et al.* 2013). Eine Transportation der Kanalachse hat zur Folge, dass größere Areale im ursprünglichen Wurzelkanal nicht aufbereitet werden und Gewebereste verbleiben, was zu einer schlechteren Prognose führt. Eine

interessante Feststellung machten Cheung *et al.* (2009). Sie untersuchten in einer universitären Ausbildungsstätte den Einfluss der Aufbereitungsart (maschinell oder manuell) im Hinblick auf die periapikale Ausheilung an 229 ersten Molaren des Ober- und Unterkiefers. Alle Patienten wurden nach einigen Jahren zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Molaren, die ursprünglich eine apikale Läsion aufwiesen und maschinell aufbereitet wurden, zeigten röntgenologisch eine 77 %- ige apikale Ausheilung; dagegen lag die Ausheilungsrate bei manueller Aufbereitung bei 60 %. Diese Studie untermauert die eigenen Ergebnisse.

In der vorliegenden Arbeit ließen sich - im Gegensatz zu allen anderen Vergleichsstudien - Aufbereitungsart und Zeitpunkt der Wurzelkanalbehandlung mit einiger Sicherheit feststellen. Von insgesamt 337 endodontisch versorgten Zähnen lagen in 114 Fällen apikale Osteolysen vor. An 33 Zähnen erfolgte die Wurzelkanalbehandlung 0 - 5 Jahre zuvor. Nach den Richtlinien der ESE könnte es sich aber bei diesen Zähnen um eine noch nicht ausgeheilte Läsion handeln. An fast einem Drittel dieser 33 Zähne erfolgte die Wurzelkanalbehandlung mittels rotierender Aufbereitungssysteme, was die apikale Ausheilungschancen möglicherweise vergrößert.

Die vorliegende Studie untermauert die Hypothese, dass Nikotinabusus einen Einfluss (1,3-fach erhöht gegenüber Nichtrauchern) auf die Entstehung periapikaler Veränderungen haben kann. Eine statistische Signifikanz besteht auf dem definierten Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  nicht. Andere internationale Querschnittstudien kamen zu ähnlichen Ergebnissen (Kirkevang und Wenzel 2003, Krall *et al.* 2006). In Querschnittstudien ist es schwierig, weitere mögliche Faktoren zu bewerten, besonders wenn diese ebenfalls die Entstehung von apikalen Veränderungen beeinflussen könnten. López-López *et al.* (2012) untersuchten den Einfluss von Nikotin in einer Fall-Kontroll-Studie unter Berücksichtigung möglicher weiterer Einflussfaktoren und kamen zu einem hochsignifikanten Ergebnis (odds ratio, 32,4; 95%-Konfidenzintervall: 11,7 – 89,8). Bergström *et al.* (2004) untersuchten anhand von intraoralen Röntgenaufnahmen die Häufigkeit des Auftretens von apikalen Parodontitiden bei Rauchern, ehemaligen Rauchern und Nichtrauchern. Sie stellten bei Rauchern eine Inzidenzrate von 6 %, bei ehemaligen Rauchern von 4 % und bei Nichtrauchern von 3,5 % fest. Eine Erklärung für das erhöhte Risiko bei

Rauchern könnte sein: Nikotin vermindert die Sauerstoffanreicherung im Blut und erhöht die Anteile an carboxyliertem Hämoglobin. Eine vaskuläre Dysfunktion und eine Beschädigung des Endothels in Blutgefäßen ist die Folge. Auch in den Blutgefäßen der Wurzelpulpa kommt es zu einer vaskulären Dysfunktion, die Ernährungsfunktion wird eingeschränkt und zelluläre Reparaturmechanismen gehemmt (Ijzerman *et al.* 2003).

Die Prävalenz apikaler Parodontitiden an wurzelkanalbehandelten Zähnen liegt mit 34,1 % in der aktuellen Studie im internationalen Vergleich im mittleren Drittel (siehe Tabelle 15).

#### 4.3.4 Endodontischer Behandlungsbedarf

Der minimale endodontische Behandlungsbedarf von 1,6 % errechnet sich durch die Summenbildung der Zähne aus den Gruppen B und C (n=151). Die Einstufung der Zähne in die Gruppe B (Pulpanekrose) ist allein anhand von der klinischen und radiologischen Befundung nicht ohne Vorbehalt möglich. An 16 Zähnen aus der Gruppe B zeigten die Röntgenbilder keine apikale Veränderungen und die „Verdachtsdiagnose“ wurde allein aufgrund der fehlenden Reaktion auf den Sensibilitätstest gestellt. Ein Irrtum ist nicht ausgeschlossen, da der tatsächliche histopathologische Zustand der Pulpa nicht bekannt ist. Fehleinschätzungen könnten hier zu einer Verringerung des endodontischen Behandlungsbedarfs führen.

Ein grösserer endodontischer Behandlungsbedarf würde entstehen, wenn alle inadäquat wurzelkanalgefüllten Zähne und alle wurzelkanalbehandelten Zähne mit radiologischen Zeichen einer apikalen Parodontitis endodontisch revidiert werden würden. Der maximale Behandlungsbedarf läge dann bei 4,1 %. Allerdings lässt sich allein durch die Bewertung eines Röntgenbilds keine Revisionsindikation stellen. Ein Röntgenbild zeigt lediglich den Zustand eines dynamischen apikalen Ausheilungsprozesses zu einem bestimmten Zeitpunkt. Nach den Richtlinien der ESE (2006) kann diese Heilungsphase bis zu vier Jahre dauern. Entscheidend ist der Zeitpunkt der Primärbehandlung. In der vorliegenden Studie war das Alter der Wurzelkanalbehandlung bekannt. Von insgesamt 337 wurzelkanalbehandelten Zähnen konnten an 114 Zähnen

apikale osteolytische Prozesse erkannt werden. Würde man alle Wurzelkanalbehandlungen an diesen Zähnen revidieren, so käme ein endodontischer Behandlungsbedarf von 2,8 % zustande. Bei 33 Zähnen mit apikaler Osteolyse lag die endodontische Primärbehandlung 0 – 5 Jahre zurück. Daher ist nicht auszuschließen, dass die apikale Läsion in Wirklichkeit sich in der Heilungsphase befindet. Daher ist der errechnete endodontische Behandlungsbedarf von 1,2 % bei Revisionen unter Vorbehalt zu sehen. Der korrigierte Behandlungsbedarf bei Revisionen läge dann bei 0,9 %. Zusammen mit den Zähnen aus Gruppe B und C ergäbe sich schliesslich ein geschätzter endodontischer Behandlungsbedarf von 2,5 %. Ein maximaler endodontischer Behandlungsbedarf von 4,1 % bzw. 3,8 % (korrigiert) errechnet sich, wenn alle inadäquat wurzelgefüllten Zähne (1,3 %) ebenfalls einer Revision unterzogen werden würden.

Ob klinisch und röntgenologisch unauffällige, aber inadäquat wurzelgefüllte Zähne einer Revision unterzogen werden sollten, kann ebenfalls Anlass zu Diskussionen geben. Erfolgte die Primärbehandlung viele Jahre zuvor und hatte sich bisher keine apikale Parodontitis entwickelt, so kann angenommen werden, dass Mikroorganismen nicht oder nicht in ausreichender Zahl in das Kanalsystem eindringen konnten. Gründe dafür könnten suffiziente koronale Versiegelungen sein (Ray und Trope 1995).

Auch liegt der tatsächliche endodontische Behandlungsbedarf in dieser Studie eher höher, da Schmerz- und Notdienstpatienten mit pulpitischen Beschwerden nicht integriert waren.

Vergleicht man den endodontischen Behandlungsbedarf im Jahr 2013 mit dem vor 20 Jahren (Weiger *et al.* 1997), so lässt sich eine steigende Tendenz erkennen.

Der endodontische Behandlungsbedarf in Deutschland kann nicht im internationalen Vergleich bewertet werden, da in den meisten veröffentlichten ausländischen Studien keine repräsentativen Angaben dazu vorliegen. Es lassen sich aber anhand der publizierten Daten über die Prävalenz von apikalen Parodontitiden länderspezifische Tendenzen erkennen.

#### 4.4 Schlussfolgerung:

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit vermögen eine Aussage über die Qualität und Quantität von Wurzelkanalbehandlungen in einer süddeutschen Großstadt im Jahr 2013 zu geben. Die klinische Untersuchung der insgesamt 353 Patienten und die Auswertung von zumeist periapikalen Röntgenaufnahmen waren wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Studie. Etwa ein Drittel aller wurzelkanalbehandelten Zähne (34,1 %) weist eine apikale Parodontitis (AP) auf. Zwanzig Jahre zuvor zeigten 61 % aller wurzelkanalbehandelten Zähne Zeichen einer AP, während die durchschnittliche Zahl wurzelkanalbehandelter Zähne pro Patient mit 0,67 niedriger ausfiel als 2013 mit 0,95. Der geschätzte endodontische Behandlungsbedarf scheint im Vergleich zu 1993 zugenommen zu haben.

Die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung, die sich seit Beginn der 90-iger Jahre zunehmend in den allgemein Zahnärztlichen Praxen etabliert hat, könnte zu einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit, dass ein wurzelkanalbehandelter Zahn im Röntgenbild apikal unauffällig ist, geführt haben. Dies gilt auch für die Anzahl von Zähnen, die suffizient gefüllte Wurzelkanäle zumindest in der 2-dimensionalen Betrachtungsweise aufweisen. Bei Rauchern scheint das Risiko, einen Zahn mit apikaler Parodontitis aufzuweisen, höher als bei Nichtrauchern, wenngleich bei dem gegebenen Signifikanzniveau von 0.05 nicht von einem statistisch signifikanten Ergebnis gesprochen werden kann. Die Qualität der koronalen Restauration nach einer Wurzelkanalbehandlung hat in dieser Studie keinen maßgeblichen Einfluss auf das Vorhandensein einer apikalen Läsion gezeigt. Ebenso spielt das Lebensalter des Patienten und das Alter der Wurzelkanalbehandlung keine Rolle bei der Entstehung apikaler Veränderungen.

## 5. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in der Erhebung eines endodontischen Status und in der Abschätzung des endodontischen Behandlungsbedarfs bei Patienten einer Stuttgarter allgemein Zahnärztlichen Praxis. Ein weiteres Ziel war der Vergleich mit Datenerhebungen aus einer allgemein Zahnärztlichen Kassenpraxis in Stuttgart aus dem Jahr 1993 (Weiger *et al.* 1997).

Bei allen, im Laufe des Jahres 2013 neu aufgenommenen Patienten (n=353) wurden der Zahnärztliche Befund, die angefertigten Röntgenbilder und die Behandlungsmaßnahmen registriert und mit den Daten von 1993 verglichen.

Von insgesamt 9269 untersuchten Zähnen waren 337 (3,6 %) wurzelkanalbehandelt (Gruppe A), 82 nicht wurzelkanalbehandelte Zähne (0,8 %) reagierten nicht auf den Sensibilitätstest mit Kältespray (Gruppe B) und 69 Zähne (0,7 %) zeigten die klinischen Symptome einer irreversiblen Pulpitis (Gruppe C). Bei 31 Zähnen (0,3 %) lag kein verwertbares Röntgenbild vor oder sie reagierten nicht auf den Sensibilitätstest, ohne jedoch klinisch oder röntgenologisch aufzufallen (Gruppe D). Alle untersuchten Patienten wurden in zwei Hauptgruppen eingeteilt. Der Hauptgruppe I wurden die 146 Patienten (41,4 %) zugeordnet, deren Dentition weder einen wurzelkanalbehandelten Zahn enthielt noch endodontischen Behandlungsbedarf aufwies. Patienten der Gruppen A – D wurden der Hauptgruppe II zugeteilt (n=207).

Fast 60 % aller Patienten wiesen mindestens einen Zahn auf, der einer Beurteilung der bereits erfolgten endodontischen Therapie oder einer Wurzelkanalbehandlung bedurfte. Bei 115 (34,1 %) wurzelkanalbehandelten Zähnen konnten apikale Osteolysen festgestellt werden.

Eine technisch adäquate Wurzelkanalfüllung bezüglich Länge und Homogenität zeigten 34,7 % aller endodontisch versorgten Zähne und eine adäquate koronale Restauration war an 63,5 % aller endodontisch versorgten Zähnen zu erkennen.

Die Häufigkeit der Einschätzung „gesunder Periapex“ war bei maschineller Aufbereitungsweise deutlich größer als bei manueller.

Die in verschiedenen Studien bereits nachgewiesene Überlegenheit der maschinellen gegenüber der manuellen Aufbereitung konnte durch die vorliegende Studie bestätigt werden.

Raucher entwickelten häufiger eine apikale Parodontitis.

Ein endodontischer Behandlungsbedarf bestand bei mindestens 1,6 % aller untersuchten Zähnen (n = 9269). Ein geschätzter maximaler Behandlungsbedarf von 4,1 %, bzw. 3,8 % (korrigierter maximaler endodontischer Behandlungsbedarf) ergibt sich zusätzlich durch Revisionsbehandlungen an Zähnen mit apikalen Osteolysen und insuffizienten Wurzelkanalfüllungen.

Aus dem 20 – Jahresvergleich lässt sich eine positive Entwicklung hin zu besserer technischer Qualität und geringerer Prävalenz röntgenologisch erkennbarer periapikaler Läsionen bei wurzelkanalbehandelten Zähnen in Südwestdeutschland ableiten. Der endodontische Behandlungsbedarf ist aktuell höher einzuschätzen als vor 20 Jahren, was vermutlich mit einer zunehmenden Tendenz zur Zahnerhaltung einhergeht.

## 6. Anlagen - Datenerhebungsbogen

### Studie zum endodontischen Versorgungsgrad bzw. -bedarf einer durchschnittlichen Bevölkerungsgruppe in Stuttgart-Bad Cannstatt in 2013

ZA-Praxis T Codenummer: \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

Patientennummer \_\_\_\_\_

Geburtsjahr \_\_\_\_\_ m/w

**Grund des Besuchs:** - o1 Wo/Welcher Zahn? \_\_\_\_\_

- Schmerzen kalt/hei/perkussionsempfindlich

- anderer Grund \_\_\_\_\_

**Zahnstatus** Fllungen/proth.Restaurationen farblich markieren (blau)  
Fehlende Zähne/Karies kennzeichnen (rot)

Randschlu																
Perkussionstest																
Vitalittsprobe																
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
Vitalittsprobe																
Perkussionstest																
Randschlu																

**Vitalittsprobe** -Kältespray (blaues Pluszeichen)

-elektrisch ( rotes Pluszeichen) *in der 1.Reihe ber dem Zahnschema eintragen*

**Perkussionstest** -Beklopfen in axialer Richtung mit a +/++ bzw. a-

-Beklopfen in horizontaler Richtung mit h +/++ bzw. h- *in der 2.Reihe ber dem Zahnschema*

#### Klinische Untersuchung zur Bewertung der Qualität der Restauration

**Randschlu** -approximal dicht/undicht Bewertung visuell/Lupenbrille/Sonde  
a+ / a-

-okklusal dicht/undicht Bewertung visuell/Lupenbrille/Sonde  
o+ / o-

*In der 3.Reihe ber dem Zahnschema Pluszeichen fr dicht, Minuszeichen fr undicht eintragen*

Röntgen -OPG / -Zahnfilme

**Bereits endodontisch versorgte Zähne**

**- Zahn**

-wann WB erfolgt?

-wie ?

-wer?

- Bemerkungen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

maschinelle Aufbereitung/Handaufbereitung  
HZA/Spezialist Endo/Klinik

\_\_\_\_\_

**Röntgenologische Auswertung**

Apikale Parodontitis

Wurzelkanalfüllung

Wurzelkanalfüllung

Anzeichen für Obliteration

Parodontalspalt

Wurzelstift/Wurzelkanalschraube

Karies vorhanden

Randschluss Krone/Füllung

ja/nein  
vollständig/unvollständig 0-2 mm/>2mm  
dicht/undicht  
ja/nein  
normal/verbreitert  
ja/nein  
ja/nein  
suffizient/insuffizient

**- Zahn**

-wann WB erfolgt?

-wie ?

-wer?

- Bemerkungen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

maschinelle Aufbereitung/Handaufbereitung  
HZA/Spezialist Endo/Klinik

\_\_\_\_\_

**Röntgenologische Auswertung**

Apikale Parodontitis

Wurzelkanalfüllung

Wurzelkanalfüllung

Anzeichen für Obliteration

Parodontalspalt

Wurzelstift/Wurzelkanalschraube

Karies vorhanden

Randschluss Krone/Füllung

ja/nein  
vollständig/unvollständig 0-2 mm/>2mm  
dicht/undicht  
ja/nein  
normal/verbreitert  
ja/nein  
ja/nein  
suffizient/insuffizient

**- Zahn**

-wann WB erfolgt?

-wie ?

-wer?

- Bemerkungen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

maschinelle Aufbereitung/Handaufbereitung  
HZA/Spezialist Endo/Klinik

\_\_\_\_\_

**Röntgenologische Auswertung**

Apikale Parodontitis

Wurzelkanalfüllung

Wurzelkanalfüllung

Anzeichen für Obliteration

Parodontalspalt

Wurzelstift/Wurzelkanalschraube

Karies vorhanden

Randschluss Krone/Füllung

ja/nein  
vollständig/unvollständig 0-2 mm/>2mm  
dicht/undicht  
ja/nein  
normal/verbreitert  
ja/nein  
ja/nein  
suffizient/insuffizient

## 7. Literaturverzeichnis

Abella F, Patel S, Durán-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M (2014) An evaluation of the periapical status of teeth with necrotic pulps using periapical radiography and cone-beam computed tomography. *Int Endod J* 47:387-396

Akesson L, Rohlin M, Hakansson J, Hakansson H, Näsström K (1989) Comparison between panoramic and posterior bitewing radiography in the diagnosis of periodontal bone loss. *J Dent* 17:266-271

Al-Omari MA, Hazaa A, Haddad F (2011) Frequency and distribution of root filled teeth and apical periodontitis in a Jordanian subpopulation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 111:59-65

Barmer GEK Zahnreport 2014: <https://presse.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Infothek/Studien-und-Reports/Zahnreport/Zahnreport-2014/Zahnreport-2014.html> [Zugriff 28.5.2014]

Bauer J, Neumann T, Saekel R (2009) Zahnmedizinische Versorgung in Deutschland Verlag Hans Huber:96-100

Bender IB, Seltzer S (1961) Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: part I. *J Am Dent Assoc* 62:152-160

Bergström J, Babcan J, Eliasson S (2004) Tobacco smoking and dental periapical condition. *Eur J Oral Sci* 112:115-120

Berset GP, Eriksen HM, Bjertness E (1994) Caries experience of 35-year-olds in Oslo and changes over a 20-year period (Abstract), Gothenburg, Sweden: NOF Scandinavian Division of IADR.

Bjertness E (1990) A multidimensional study of dental health in urban Norwegian adults. Oslo, Norway: University of Oslo. Thesis

Boucher Y, Matossian L, Rilliard F, Machtou P (2002) Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a French subpopulation. *Int Endod J* 35:229-238

Brannstrom M (1966) Sensitivity of dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 21(4):517-526

Celik D, Tasdemir T, Er K (2013) Comparative study of 6 Nickel-Titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. *J Endod* 39 No. 2:278-282

Chen C, Hasselgren G, Serman N, Elkind MS, Desvarieux M, Engebretson SP (2007) Prevalence and quality of endodontic treatment in the northern Manhattan elderly. *J Endod* 33:230-234

Chen E, Abbott PV (2011) Evaluation of accuracy, reliability, and repeatability of five dental pulp tests. *J Endod* 37:1619-1623

Cheung GSP, Liu CSY (2009) A retrospective study of endodontic treatment outcome between Nickel-Titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *J Endod* 35:938-943

- Covello F, Franco V, Schiavetti R, Clementini M, Mannocci A, Ottria L, Costacurta M (2010) Prevalence of apical periodontitis and quality of endodontic treatment in an Italian adult population. *Oral Implantol* 3(4):9-14
- Davies A, Mannocci F, Mitchell P, Andiappan M, Patel S (2014) The detection of periapical pathoses in root filled teeth using single and parallax periapical radiographs versus cone beam computed tomography – a clinical study. *Int Endod J* Jul 30.doi:10.1111/iej.12352
- De Cleen MJ, Schuurs AH, Wesselink PR, Wu MK (1993) Periapical status and prevalence of endodontic treatment in an adult Dutch population. *Int Endod J* 26:112-119
- De Moor RJ, Hommez GM, DE Boever JG, Delmé KI, Martens GE (2000) Periapical health related to the quality of root canal treatment in a Belgian population. *Int Endod J* 33:113-120
- Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky PE, Pharoah MJ, Friedman S (2003) Periapical health and treatment quality assessment of root-filled teeth in two Canadian populations. *Int Endod J* 36:181-192
- Dutta A, Smith-Jack F, Saunders WP (2014) Prevalence of periradicular periodontitis in a Scottish subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J* 47:854-863
- Eriksen HM, Bjertness E, Orstavik D (1988) Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban adult population in Norway. *Endodontics and Dental Traumatology* 4:122-126
- Eriksen HM, Berset GP, Hansen BF, Bjertness E (1995) Changes in endodontic status 1973-93 among 35-year-olds in Oslo, Norway. *Int Endod J* 28:129-132
- Estrela C, Leles CR, Hollanda AC, Moura MS, Pécora JD (2008) Prevalence and risk factors of apical periodontitis in endodontically treated teeth in a selected population of Brazilian adults. *Braz Dent J* 19:34-39
- European Society of Endodontology (2006) Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 39:921-930.
- Farac RV, Morgental RD, de Pontes Lima RK, Tiberio D, dos Santos MTBR (2012) Pulp sensibility test in elderly patients. *Gerodontology* 29:135-139
- Frisk F, Hakeberg M (2005) A 24-year follow-up of rootfilled teeth and periapical health amongst middle aged and elderly women in Göteborg, Sweden. *Int Endod J* 38:246-254
- Gulsahi K, Gulsahi A, Ungor M, Genc Y (2008) Frequency of root-filled teeth and prevalence of apical periodontitis in an adult Turkish population. *Int Endod J* 41:78-85
- Hasler JE, Mitchell DF (1970) Painless pulpitis. *J Am Dent Assoc* 81:671-677

- Hitzler AS (1996) Endodontischer Status und geschätzter endodontischer Behandlungsbedarf bei Patienten einer süddeutschen Großstadtpraxis. Medizinische Dissertationsschrift, Universität Tübingen
- Hülsmann M, Lorch V, Franz B (1991) Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelfüllungen: eine Auswertung von Orthopantomogrammen. Dtsch Zahnärztl Z 46:296-299
- Imfeld TN (1991) Prevalence and quality of endodontic treatment in an elderly urban population of Switzerland. J Endod 1:604-607
- Ijzerman RG, Serne EH, van Weissenbruch MM, de Jongh RT, Stehouwer CD (2003) Cigarette smoking is associated with an acute impairment of microvascular function in humans. Clin Sci (Lond) 104:247-252
- Jiménez-Pinzón A, Segura-Egea JJ, Poyato-Ferrera M, Velasco-Ortega E, Ríos-Santos JV (2004) Prevalence of apical periodontitis and frequency of root-filled teeth in an adult Spanish population. Int Endod J 37:167-173
- Kabak Y, Abbot PV (2005) Prevalence of apical periodontitis and the quality of endodontic treatment in an adult Belarusian population. Int Endod J 38:238-245
- Kamberi B, Hoxha V, Stavileci M (2011) Prevalence of apical periodontitis and endodontic treatment in a Kosovar adult population. BMC Oral Health 11:32
- Kirkevang LL, Orstavik D, Horsted-Bindslev P, Wenzel A (2000) Periapical status and quality of root fillings and coronal restoration in a Danish population. Int Endod J 33:509-515
- Kirkevang LL, Hörsted-Bindslev P, Orstavik D, Wenzel A (2001) Frequency and distribution of endodontically treated teeth and apical periodontitis in an urban Danish population. Int Endod J 34:198-205
- Kirkevang LL, Wenzel A (2003) Risk indicators for apical periodontitis. Community Dent Oral Epidemiol 31:59-67
- Kirkevang LL, Vaeth M, Hörsted-Bindslev P, Wenzel A (2006) Longitudinal study of periapical and endodontic status in a Danish population. Int Endod J 39:100-107
- Kirkevang LL, Vaeth M, Wenzel A (2014) Ten-year follow-up of root filled teeth: a radiographic study of a Danish population. Int Endod J 47:980-988
- Klimek J, Kockapan C, Borchert J (1995) Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in den Jahren 1983 und 1991. Dtsch Zahnärztl Z 50:154-156
- Krall EA, Abreu Sosa C, Garcia C, Nunn ME, Caplan DJ, Garcia RI (2006) Cigarette smoking increases the risk of root canal treatment. J Dent Res 85:313-317
- Liang YH, Jiang L, Gau XJ, Shemesh H, Wesselink PR, Wu MK (2014) Detection and measurement of artificial periapical lesions by cone-beam computed tomography. Int Endod J 47:332-338

- Loftus JJ, Keating AP, McCartan BE (2005) Periapical status and quality of endodontic treatment in an adult Irish population. *Int Endod J* 38:81-86
- López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, Velasco-Ortega E, Martín-González J, Segura-Egea JJ (2011) Periapical and endodontic status of diabetic patients in Catalonia, Spain: Cross sectional study. *J Endod* 37:598-601
- López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Velasco-Ortega E, Egura-Egea JJ (2012) Frequency and distribution of root-filled teeth and apical periodontitis in an adult population of Barcelona, Spain. *Int Dent J* 62:40-46
- López-López J, Jané-Salas E, Martín-González J, Castellanos-Cosano L, LLamas-Carreras JM, Velasco-Ortega E, Segura-Egea JJ, (2012) Tobacco smoking and radiographic periapical status: A retrospective case-control study. *J Endod* 38:584-588
- Marques MD, Moreira B, Eriksen HM (1998) Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult Portuguese population. *Int Endod J* 31:161-165
- Matijevic J, Cizmekovic Dadic T, Prpic Mehicic G, Ani I, Slaj M, Jukic Krmek S (2011) Prevalence of apical periodontitis and quality of root canal fillings in population of Zagreb, Croatia: a cross-sectional study. *Croat Med J* 52:679-687
- Michaelson PL, Holland GR (2002) Is pulpitis painful? *Int Endod J* 35:829-832
- Moreno JO, Alves FRF, Goncalves LS, Martinez AM, Rocas IN, Siqueira JF Jr (2013) Periradicular status and quality of root canal fillings and coronal restorations in an urban Colombian population. *J Endod* 39:600-604
- Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM (1986) The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* 2: 20-34
- Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T (2009) Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int Endod J* 42:507-515
- Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LAD, Wesselink PR (2009) Accuracy of periapical radiography and conebeam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histo-pathological findings as a gold standard. *J Endod* 35:1009-1012
- Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, Cockmartin L, Bosmans H, Jacobs R, Bogaerts R, Horner K; SEDENTEXCT Project Consortium (2012) Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol* 81(2):267-271
- Peters LB, Lindeboom JA, Elst ME, Wesselink PR (2011) Prevalence of apical periodontitis relative to endodontic treatment in an adult Dutch population: a repeated cross-sectional study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 111:523-528

- Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR (2006) Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ* 10(1):52-59
- Petersson K, Hakansson R, Olsson B Wennberg A (1991) Follow-up study of endodontic status in an adult Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 7:221-225
- Qualtrough AJ (2014) Undergraduate endodontic education: what are the challenges? *Br Dent J* 216:361-364
- Ray HA, Trope M (1995) Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 28:12-18
- Rodriguez FR, Taner B, Weiger R, Walter C (2013) Is smoking a predictor of apical periodontitis. *Clin Oral Investig* 17:1947-1955
- Rohlin M, Kullendorff B, Ahlqwist M, Stenström B (1991) Observer performance in the assessment of periapical pathology: a comparison of panoramic with periapical radiography. *DentoMaxilloFac Radiol* 20:127-131
- Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G (2004) Comparison of hand stainless steel and Nickel Titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod* 30:432-435
- Schulte A, Pieper K, Charalabidou O, Stoll R (1998) Prevalence and quality of root canal fillings in a German adult population: A survey of orthopantomograms taken in 1983 and 1992. *Clin Oral Invest* 2:67-72
- Seltzer S, Bender IB, Ziontz M (1963) The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 16:969-977
- Segura-Egea JJ, Jiménez-Pinzón A, Poyato-Ferrara M, Velasco-Ortega E, Ríos-Santos JV (2004) Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Spanish population. *Int Endod J* 37:525-530
- Segura-Egea JJ, Jiménez Pinzón A, Rios Santos JV, Velasco-Ortega E, Cisneros-Cabello R, Poyato-Ferrera MM (2008) High prevalence of apical periodontitis amongst smokers in a sample of Spanish adults. *Int Endod J* 41:310-316
- Sidaravicius B, Aleksejuniene J, Eriksen HM (1999) Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius, Lithuania. *Endod Dent Traumatol* 15:210-215
- Sunay H, Tanalp J, Dikbas I, Bayirli G (2007) Cross-sectional evaluation of the periapical status and quality of root canal treatment in a selected population of urban Turkish adults. *Int Endod J* 40:139-145
- Tavares BP, Bonte E, Boukpepsi T, Siqueira JF Jr, Lasfarques JJ (2009) Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban French population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. *J Endod* 35:810-813

Touré B, Kane AW, Sarr M, Ngom CT, Boucher Y (2008) Prevalence and technical quality of root fillings in Dakar, Senegal. *Int Endod J* 41:41-49

Tsuneishi M, Yamamoto T, Yamanaka R, Tamaki N, Sakamoto T, Tsuji K, Watanabe T (2005) Radiographic evaluation of periapical status and prevalence of endodontic treatment in an adult Japanese population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral radiol Endod* 100:631-635

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

## 8. Erklärung zum Eigenanteil

Der Rahmen der vorliegenden Studie wurde von Herrn Prof. Dr. C. Löst / Universität Tübingen, Abteilung für Zahnerhaltung, festgelegt. Er hat die Arbeit betreut und das Manuskript korrigiert.

Ich, Monika Truckenmüller, war an der Entwicklung des Studiendesigns beteiligt und versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben. Ich habe alle Patienten, die in die Studie aufgenommen wurden, aus dem Patientengut meiner Zahnarztpraxis in Stuttgart akquiriert und untersucht und alle Daten zusammengetragen.

Bei der Auswertung des Röntgenbildmaterials war Herr OA Dr. T. Connert (früher Universität Tübingen, jetzt Universität Basel) maßgeblich involviert.

Herr Prof. Dr. R. Weiger (Universität Basel) war an der Konzeption der Studie beteiligt, hat die Arbeit mitbetreut und korrigiert und stand mir bei der statistischen Auswertung zur Seite. Seine Mitwirkung beruhte maßgeblich auf dem Umstand, dass er Betreuer der Vorgängerstudie (durchgeführt 1993, publiziert 1997) war, zu der in meiner Arbeit u. a. Vergleiche gezogen werden sollten.

Stuttgart, den

## 9. Danksagung

Herzlichen Dank an alle, die mich bei der Durchführung meiner Doktorarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Löst für die Überlassung des Themas, die intensive Betreuung und Korrekturen der Arbeit.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Weiger für seine geduldige, zeitaufwändige Einführung in die Problematik klassischer Querschnittstudien, für die große Unterstützung während der gesamten Arbeit und besonders bei der statistischen Auswertung bedanken.

Herzlichen Dank an Herrn OA Dr. Connert, der an der Auswertung der Röntgenbilder beteiligt war und mich in der Korrekturphase besonders unterstützt hat.

Herrn OA Dr. ElAyouti möchte ich für die Unterweisung in die Auswertung des Röntgenbildmaterials herzlich danken.

Die vorliegende Arbeit darf als Kooperationsprojekt der Universität Tübingen / ZZMK (Poliklinik für Zahnerhaltung) mit der Universität Basel / Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie unter Mitbetreuung von Herrn Prof. Dr. R. Weiger und Herrn Oberarzt Dr. T. Connert (früher Universität Tübingen) gesehen werden. Diese Zusammenarbeit ergab sich aus dem Umstand, dass Herr Prof. Dr. Weiger in seiner früheren Funktion als Leiter der Sektion „Endodontologie“ / Universität Tübingen 1993 eine Studie durchführen ließ, auf die meine Arbeit in zahlreichen Aspekten Bezug nahm.

## 10. Lebenslauf von Monika Truckenmüller

22.08.1963	Geburt in Heidelberg als Tochter von Erika und Lorenz Orth
1969 – 1973	Besuch der Grundschule
1973 – 1982	Besuch des Nikolaus Kistner Gymnasiums in Mosbach
18. 05. 1982	Allgemeine Hochschulreife
1982/83 WS	Studienbeginn Neuere Fremdsprachen an der Justus Liebig-Universität Giessen
1983 WS 1989	Studium der Zahnheilkunde an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
11.08.1989	Zahnärztliche Prüfung in Heidelberg
10.10.1989	Erteilung Zahnärztliche Approbation durch das Land Baden-Württemberg
1990 – 1992	Zahnärztliche Tätigkeit als Ausbildungsassistentin in den Zahnarztpraxen Helmut Herbold in Waldwimmersbach und Dr. K. D. Fuchs in Heilbronn
1992 – 1993	Angestellte Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr. K.D. Fuchs
01.04.1993	Niederlassung in eigener Praxis in Stuttgart-Bad Cannstatt
1995/96	Ausbildung in Medizinischer Hypnose bei der DGH
2001-2002	Curriculum Implantologie der DGZI
2005	Praxisumzug in Stuttgart-Bad Cannstatt
Okt. 2012	Beginn des Masterstudiengangs Endodontie der DPU
Ab 2013	Beginn der Dissertation bei Prof. Dr. C. Löst, Universität Tübingen