

**Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
der Universität Würzburg**

Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. dent. A. Kübler

**Rotierende vs. oszillierende retrograde
Kanalaufbereitung bei
Wurzelspitzenresektionen**

**Eine intern vergleichende methodische Langzeitstudie
1997-2010**

**Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Zahnmedizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von
Sebastian Will
aus Würzburg**

Würzburg, Dezember 2015

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip Bill

Koreferent: Prof. Dr. med. dent. Ulrich Schlagenhaut

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 29.05.2017

Der Promovend ist Zahnarzt

1 Einleitung	1
1.1 Untersuchungsgegenstand.....	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	4
1.3 Historische Entwicklung.....	5
1.4 Definition.....	7
1.5 Klinisches Bild.....	7
1.5.1 Anatomische Grundlagen.....	8
1.5.2 Ursachen für die Entstehung einer periapikalen Läsion.....	9
1.5.2.1 Pulpitis.....	9
1.5.2.2 Apikale Parodontitis.....	10
1.5.2.2.1 Akute apikale Parodontitis.....	11
1.5.2.2.1 Chronische apikale Parodontitis.....	11
1.5.2.3 Radikuläre Zyste.....	12
1.5.2.4 Sonstige Ursachen.....	13
1.5.3 Indikationen zur Wurzelspitzenresektion.....	13
1.5.4 Kontraindikationen.....	16
1.5.5 medizinisch relevante Risikofaktoren und Komplikationen.....	17
1.5.6 Therapiealternativen.....	19
1.6 Operative Technik.....	20
1.6.1 Anästhesie	20
1.6.2 Schnittführung und Lappenbildung.....	20
1.6.3 Darstellung und Resektion der Wurzelspitze.....	22
1.6.4 Retrograde Kanalaufbereitung.....	23
1.6.5 Retrograde Wurzelfüllung.....	25
1.6.6 Wundverschluss und Nachsorge.....	25
1.7 Erfolgswahrscheinlichkeit.....	26

2 Material und Methode	29
2.1 Patientengut.....	29
2.2 Operationstechniken.....	32
2.2.1 Rotierende retrograde Kavitätenpräparation.....	33
2.2.2 Oszillierende retrograde Kanalaufbereitung.....	35
2.3 Beurteilung der Erfolgswahrscheinlichkeit	38
2.3.1 Klinische Erfolgsbeurteilung.....	39
2.3.2 Radiologische Erfolgsbeurteilung.....	40
3 Ergebnisse und Auswertung	42
3.1 Geschlecht.....	42
3.2 Alter.....	43
3.3 Resezierte Zähne.....	44
3.4 Erfolgswahrscheinlichkeit.....	45
3.4.1 Gesamtzeitraum.....	45
3.4.2 Rotierende Operationsmethode.....	47
3.4.3 Oszillierende Operationsmethode.....	50
3.4.4 Vergleich der Misserfolgsraten.....	52
3.4.4.1 Ein Jahr postoperativ.....	52
3.4.4.2 Zwei Jahre postoperativ.....	53
3.4.4.3 Drei Jahre postoperativ.....	54
3.4.4.4 Fünf Jahre postoperativ.....	54
3.4.4.5 Acht Jahre postoperativ.....	55
3.4.4.6 Bewertungszeitpunkt.....	56
3.4.5 Vergleich der Misserfolgsraten im zeitlichen Verlauf.....	56
3.4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	57
4 Diskussion	59

4.1 Allgemein.....	59
4.2 Erfolgswahrscheinlichkeit.....	62
4.3 Vergleich der beiden Operationsmethoden.....	69
5 Zusammenfassung.....	73
6 Anhang.....	76
6.1 Literatur.....	76
6.2 Abbildungsnachweis.....	101

1 Einleitung

1.1 Untersuchungsgegenstand

Da in der heutigen Gesellschaft das Zahnbewusstsein deutlich zugenommen hat und ein gepflegtes äusseres Erscheinungsbild einschliesslich eines „lückenlosen Lächelns“ bei den meisten Patienten immer mehr an Bedeutung gewinnt, nehmen die Methoden der Zahnerhaltung und Prophylaxe auch für den Behandler einen immer höheren Stellenwert ein. Die Indikation zur Extraktion wird heutzutage erst nach sorgfältigem Abwägen möglicher Alternativen sowie gründlicher Prüfung der Chancen auf Erhalt gestellt, da fast jeder fehlende Zahn zu einem späteren Zeitpunkt in irgendeiner Form ersetzt werden muss. Männliche Patienten entscheiden sich häufiger für eine Extraktion während Frauen generell mehr Wert auf dentale Ästhetik legen und sind somit auch eher gewillt sich einem operativen Eingriff zum Zahnerhalt zu unterziehen (Link 1935; Jornung 2007).

Zwar können Zähne mit irreversibler Pulpitis sowie pulpatote Zähne durch konservative endodontische Maßnahmen mit einer publizierten Erfolgswahrscheinlichkeit von ca. 90% bei Erstbehandlung erhalten werden (Del Fabro 2007; Kunkel et al. 2007), jedoch sind persistierende apikale Parodontitiden im klinischen Alltag immer noch ein häufiges Bild. So wird die Prävalenz der chronischen apikalen Parodontitis in den westlichen Industrieländern mit einer Häufigkeit von 1,5 - 7 % bezogen auf die Gesamtzahl der Zähne angegeben (Weiger et al. 1997; Kirkevang et al. 2000; Lupi-Pegurier et al. 2002; Kunkel et al. 2007). *„Auch bei radiologisch, hinsichtlich lateralem Abschluss und Länge adäquater Wurzelkanalfüllung zeigen epidemiologische Untersuchungen zwischen 3,8% (Lupi-Pegurier et al 2002) und 31,2 % (Kirkevang et al. 2000) periapikale Radioluzenzen.“* (Kunkel et al. 2007). Die ist in erster Linie darauf

zurückzuführen dass die Elimination aller pathogenen Keime in einem geometrisch so komplexen System wie dem apikalen Drittel des Wurzelkanals (Peters u. Berbakov 1999; Testori 1999; Lussi 2000) und daraus folgernd auch im Bereich des periapikalen Gewebes (Torabinejad 1985; Samaranayake 1997) mit den heutigen Methoden der Wurzelkanalaufbereitung und Wurzelkanaldesinfektion nicht immer vollständig möglich ist (Evans 1998; Iqbal 2007).

In dieser Situation steht nun die Option der konservativen endodontischen Revision den Methoden der chirurgischen Zahnerhaltung gegenüber. Während Vertreter der endodontischen Gesellschaften in der Regel zunächst zu einer konservativen Revisionsbehandlung raten, sollte der Behandler im Einzelfall abwägen ob mit dieser (zu einem früheren Zeitpunkt bereits erfolglosen) Therapieoption eine dauerhafte Bakterienelimination im Wurzelkanal und damit einhergehend eine Ausheilung der periapikalen Gewebes erreicht werden kann, oder ob einem operativen Erhaltungsversuch Vorzug gegeben wird (Danin et al. 1996). Auf die Einzelheiten der Indikationsstellung wird zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen.

Allen Methoden der Zahnerhaltung ist die Entfernung von Zahnteilen mit dem therapeutischen Ziel gemein, verbliebene Strukturen vor dem Verlust zu schützen. Das Behandlungsprinzip der Wurzelspitzenresektion, dem klinisch bedeutsamsten Verfahren der chirurgischen Zahnerhaltung, beruht auf der Erkenntnis, dass sich im apikalen Drittel der Wurzel Seitenäste des Wurzelkanals befinden, die auch bei scheinbar exakt durchgeführter Wurzelkanalbehandlung und Wurzelfüllung einen entzündlichen apikalen Prozess auslösen und unterhalten können (Müller 1990).

Während bereits im *18. Jahrhundert* von *Lorenz Heister* eine Form der chirurgischen Zahnerhaltung durch Kauterisierung von apikalem Granulationsgewebe mithilfe eines glühenden Instruments beschrieben wurde, wird eine retrograde Aufbereitung und Abfüllung der Wurzelkanäle betroffener Zähne erst *1884* von *Farrar* das erste Mal erwähnt (Heister 1724; Farrar 1884; Koch-Langentreu 1954). Als eigentlich Begründer der Wurzelspitzenresektion gilt

jedoch *Partsch*, der bereits im Jahr 1889 eine Operationstechnik beschreibt, nach der prinzipiell auch heutzutage noch verfahren wird (Partsch 1889). Die Wichtigkeit eines bakteriendichten Verschlusses an der Wurzelspitze wurde erst Anfang des 20. Jahrhunderts erkannt (Williger 1910; Wassmund 1935; Hauenstein 1937).

Viele der bisher zum Thema Wurzelspitzenresektion im allgemeinen und im speziellen der retrograden Kanalaufbereitung mittels Schall- oder Ultraschalltechnologie erschienen Publikationen weisen einen oder mehrere der folgenden Schwachpunkte auf:

- geringe Fallzahl
- unterschiedliche Operationsstandards
- unterschiedliche Operateure
- unterschiedliche Qualitätsstandards
- unterschiedliche Methoden der Wurzelkanalaufbereitung
- unterschiedliche Wurzelfülltechniken
- unterschiedliche Wurzelfüllmaterialien
- unterschiedliche Zahnbereiche
- unterschiedliche Schwierigkeitsgrade

Da sich in den letzten Jahren die oszillierende retrograde Kanalaufbereitung mit schall- oder ultraschallgetriebenen Handstücken wachsender Beliebtheit erfreut, soll diese Methode in der vorliegenden Arbeit der rotierenden retrograden Kavitätenpräparation mittels Mikrorosenbohrern bezüglich des Langzeiterfolgs gegenübergestellt werden.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es in einem internen Vergleich anhand einer hinreichend großen Zahl von nach statistischen Zufallskriterien ausgewählten Fällen von Wurzelspitzenresektionen in einem beschränkten Zahnbereich (Prämolaren) aus einer Gesamtzahl von 1428 resezierten Prämolaren aus der Praxis eines niedergelassenen MKG-Chirurgen über einen Zeitraum von 13 Jahren (aufgeteilt in 2x 6,5 Jahre) auf Basis des identischen Operators und somit identischen Operations- und Qualitätsstandards, sowie des identischen Wurzelfüllmaterials einen eventuell unterschiedlichen Langzeiterfolg, bestimmt durch die Erhaltungszeit des Zahns, nach der Methode des retrograden Verschlusses nach rotierender Kavitätenpräparation mittels Mikrorosenbohrern gegenüber der Methode der retrograden Wurzelkanalfüllung nach retrograder oszillierender Wurzelkanalaufbereitung mithilfe von Schall- oder Ultraschalltechnologie herauszustellen.

Die Beschränkung auf nur einen Operator, einen engen Zahnbereich sowie auf ein identisches Wurzelfüllungsmaterial erhöht im hohen Maße die Sicherheit der Aussage, da somit einheitliche technische, nahezu einheitliche anatomische Bedingungen sowie weitgehend einheitliche Qualitäts- und Operationsstandards vorliegen.

So beschränkt sich die Studie bei nahezu einheitlichen Rahmenbedingungen auf den Vergleich zweier unterschiedlicher retrograder Kanalaufbereitungs- und Abfüllmethoden und soll auf diese Weise eine gesicherte Aussage tätigen, ob die oszillierende Kanalaufbereitung der rotierenden Kavitätenpräparation bezüglich des Langzeiterfolgs überlegen ist, oder ob die Vorteile dieser Methode eher auf der Behandlerseite (bessere Zugänglichkeit, schnellere Aufbereitung, bessere Übersicht, etc) liegen.

1.3 Historische Entwicklung

Die Möglichkeit Zähne durch operative Eingriffe, die bereits einer Wurzelspitzenresektion ähnelten, zu erhalten wurde bereits im 18. Jahrhundert in der Literatur erwähnt. *Lorenz Heister* beschreibt 1724 in seinem Lehrbuch der Chirurgie eine Methode apikales Granulationsgewebe mit einem glühenden Instrument zu kauterisieren:

„Sollte sich aber eine cariöse Fistel auf jetzt bemeldete, oder andere dergleichen Medikamente nicht geben wollen, muss man die Fistel öffnen, und hernach die Caries, wie im I. Theil im V. Buch im 8. Cap. P. 362. sq. Beschrieben worden, entweder mit Medicamenten, Abschaben oder Brennen curieren“ (Heister 1724). Hierbei wurde allerdings nur das apikale Granulationsgewebe und gegebenenfalls die Wurzelspitze entfernt, die Kanalaufbereitung oder Wurzelfüllung werden jedoch nicht erwähnt, so dass man nicht von einer systematisch entwickelten Operationstechnik sprechen kann (Weiler 2010).

1843 wird von *Desirabode* die Entfernung des apikalen Wurzelendes mit einem Meißel vorgestellt (Eigenwillig 2007). Im Jahr 1871 verfasst der Amerikaner *Aleksander Smith* einen ersten genaueren Bericht über einen Eingriff der der heute bekannten Technik der Wurzelspitzenresektion schon sehr nahe kommt. Er legte bei einer Patientin mit starken neuralgischen Beschwerden vom Vestibulum aus die Wurzeln frei, trug die Wurzelspitzen ab und räumte gleichzeitig den erkrankten Knochen der Umgebung aus (Kranz 1949; Weiler 2010).

Circa 1880 erwähnt der Amerikaner *Farrar* die Resektion von Wurzelspitzen zur Behandlung von Alveolarabszessen, denn bei einem ausgedehnten periapikalen Entzündungsherd mit umliegender Knochennekrose und einer degenerierten Wurzel, die in den Herd hineinragt, hält er die Amputation ebendieser Wurzelspitze für indiziert (Farrar 1884).

Zudem ist *Farrar* auch der Erste der in der Literatur die Abfüllung des Wurzelkanals des betroffenen Zahns zusammen mit der Resektion der

Wurzelsitze mittels einer Goldschraube und Zinkoxydphosphatzement beschreibt (Farrar 1884).

Systematisiert wurde die Wurzelspitzenresektion schließlich von *Partsch 1889* der bis heute als ihr eigentlicher Begründer gilt. Er führte den Eingriff mehrfach erfolgreich durch, beschränkte sich dabei allerdings auf den Frontzahnbereich des Ober- und Unterkiefers. *Partsch* empfahl zur besseren Übersicht den Zugang zur Wurzelspitze über einen Mukoperiostlappen und baute so eine Operationstechnik aus, nach welcher prinzipiell auch heute noch verfahren wird (*Partsch 1889*). *Williger* erwähnte bereits *1910* die Notwendigkeit einer prä- sowie postoperativen Röntgenaufnahme und empfahl größte Vorsicht zum Schutz benachbarter anatomischer Strukturen (*Williger 1910*).

Veränderungen, die sich in der darauffolgenden Zeit bis heute ergeben haben, beziehen sich in erster Linie auf die Indikationsstellung, auf Art und Weise und den Zeitpunkt der Wurzelfüllung, sowie den Bereich der Zähne, an denen man den Eingriff durchführen kann. Während heutzutage im Grunde genommen alle natürlichen Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum reseziert werden können, konnte zur damaligen Zeit aufgrund fehlender Übersicht über das Operationsgebiet sowie der anatomischen Nähe der Wurzelspitzen zum N. alveolaris inferior beziehungsweise dem Sinus maxillaris und dem damit einhergehendem Risikos der Verletzung ebendieser Strukturen die Wurzelspitzenresektion an Molaren in der Regel nicht durchgeführt werden und blieb somit lange Zeit auf einwurzlige Zähne des Front- und Prämolarenbereichs beschränkt (*Williger 1910*; *Selden 1971*; *Watzek et al. 1997*).

Einem bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanals wurde Anfang des 20. Jahrhunderts eine wichtige Rolle zugesprochen (*Williger 1910*; *Wassmund 1935*; *Hauenstein 1937*), wobei sich verschiedene Untersuchungen über intraoperative Wurzelfüllungen von orthograd mit Guttapercha und Elfenbein (*Williger 1910*; *Schulze-Mosgau 1995*), retrograd inserierte Titan- bzw. Silberstifte (*Cordes 1989*) sowie retrograde Wurzelfüllungen mit verschiedenen Materialien (*Schäfer 2000*) bis hin zur retrograden Ultraschallaufbereitung des Wurzelkanals (*Ilgstein u. Jäger, 2006*) mit der Frage des geeigneten Materials und des optimalen

Zeitpunkts der Wurzelfüllung bzw. der Art und Weise der Kanalaufbereitung beschäftigen.

1.4 Definition

Die Wurzelspitzenresektion (auch als Wurzelspitzenamputation, Apektomie oder Apikoektomie bezeichnet) ist eine chirurgische Maßnahme, deren vorrangiges Therapieziel die Ausheilung einer periapikalen pathologischen Veränderung und damit einhergehend der Erhalt des betroffenen Zahns darstellt (Müller 1990; Kunkel et al. 2007; Eckelt 2009).

Der Eingriff umfasst definitionsgemäss nach Schaffung eines operativen Zugangs durch den Alveolarknochen mittels Osteotomie, die operative Kürzung der Wurzelspitze mit oder ohne prä- oder intraoperativer Wurzelfüllung sowie mit oder retrogradem Verschluss. Ein bakteriendichter Verschluss am somit neu geschaffenen Apex, auch als Neoapex bezeichnet, bzw. am gesamten Resektionsquerschnitt, soll nach gezielter Entfernung des entzündlich veränderten periapikalen Gewebes eine bakterielle Reinfektion desselbigen verhindern (Müller 1990; Kunkel et al. 2007; Eckelt 2009).

1.5 Klinisches Bild

Vom Patienten häufig als Druckschmerz in Verbindung mit Klopf- und Aufbissempfindlichkeit, in manchen Fällen auch Wärmeempfindlichkeit wahrgenommen, stellt sich eine periapikale Läsion röntgenologisch meist als Aufhellung, seltener als Verschattung im Bereich der Wurzelspitze oder Erweiterung des Parodontalspalts des betroffenen Zahns dar. Dies ist in erster

Linie auf die Aktivierung osteoklastischer Aktivität durch Lipopolysaccharide einiger in infizierten Wurzelkanälen aufzufindender Bakterien zurückzuführen (Minczykoski et al. 2001; McCutcheon et al. 2004; Hong et al. 2004).

Zudem lassen eine fehlende Reaktion auf thermische oder elektrophysiologische Sensibilitätsprüfung, enorale oder extraorale Fistelbildung sowie regionäre Abszedierung mit entsprechender Symptomatik Rückschlüsse auf das Vorhandensein einer periapikalen Läsion zu (Kunkel et al. 2007).

1.5.1 Anatomische Grundlagen

Umgeben von den drei Zahnhartgeweben Schmelz, Dentin und Zement liegt die Pulpa dentis mit Ihrem koronalen Anteil im Pulpencavum, der apikale Anteil zieht durch den sich nach apikal verjüngendem Wurzelkanal. Die Pulpa dentis definiert sich als Geflecht aus Blut- und Lymphgefäßen, Nerven, zahnbildenden Zellen sowie lockerem Bindegewebe und dient neben der sensorischen Funktion vor allem der Ernährung von Dentin und Zement sowie der Bildung von Dentin (Lehmann u. Hellwig 1993; Lippert 2000; Beer et al. 2004).

Zu- und Abfluss dieses Gefässsystems geschieht über das Foramen apicale durch das auch Nervenfasern zur Pulpa hin und von ihr weg ziehen.

Im apikalen Drittel der Zahnwurzel findet sich eine breite, inkonstante Deltabildung des Wurzelkanals, die Pulpa verzweigt sich in sogenannte Ramifikationen, welche eine Verbindung zur Wurzelhaut herstellen (Lehmann u. Hellwig 1993; Beer et al. 2004; Eckelt 2009).

Die Wurzelhaut wiederum bildet zusammen mit Zahnfleisch, Alveolarknochen und Wurzelzement den Zahnhalteapparat, das sogenannte Parodontium aus. Die Fibrae dentoalveolares des Desmodonts, kollagene Fasern, die horizontal, vertikal und schräg verlaufen und im Periost der knöchernen Wand der Alveole sowie im Wurzelzement verankert sind, stellen den funktionellen Bestandteil des Zahnhalteapparats dar (Lehmann u. Hellwig 1993; Lippert 2000).

1.5.2 Ursachen für die Entstehung einer periapikalen Läsion

Eine periapikale Läsion kann verschiedene Ursachen haben. Meist endodontischen Ursprungs und röntgenologisch als Aufhellung in periapikalen Bereich erkennbar, sind die histologischen Diagnosen *apikale Parodontitis* und *radikuläre Zyste* am häufigsten mit ihr vergesellschaftet.

1.5.2.1 Pulpitis

Den ersten Schritt auf dem Weg zur Entstehung einer Entzündung des periapikalen Gewebes stellt häufig die Pulpitis dar. Diese kann außer durch bakterielle Reize auch durch chemische Noxen (Medikamente, Unterfüllungs- und Füllungsmaterialien, Reinigungsflüssigkeiten, Dentinkonditionierer, etc), thermische Einflüsse (Überhitzung bei Kavitätenpräparation ohne ausreichende Wasserkühlung), Traumata (Unfall), mechanische Überlastung, sowie akzidentielle iatrogene Pulpaeröffnung entstehen (Lehmann u. Hellwig 1993; Beer et al. 2004; Heidemann et al. 2001).

Ebenso können parodontale Erkrankungen sekundär über den Apex zu einer Infektion der Zahnpulpa führen. Die weitaus häufigste Ursache für eine Pulpitis ist jedoch die Karies mit eihergender Bakterienpenetration ins Pulpagewebe (Lehmann u. Hellwig 1993).

Der Verlauf der Entzündung wird durch Dauer und Intensität der Reizeinwirkung bestimmt. Die Pulpitis kann reversibel oder irreversibel sein. Mit der endodontischen Therapie können betroffene Zähne mit einer publizierten Erfolgswahrscheinlichkeit von ca. 90% bei Erstbehandlung erhalten werden (Del Fabro 2007; Kunkel et al. 2007). Diese hat zum Ziel durch mechanische und chemische Reinigung sämtliche Noxen aus dem Wurzelkanal zu beseitigen (Molander et al. 1998; Lussi 2000). Anschließend soll dauerhaft durch eine

bakteriendichte Wurzelfüllung sowie eine bakteriendichte koronale Restauration einer bakteriellen Reinfektion des Wurzelkanalsystems vorgebeugt werden (Tronstadt et al. 2000).

1.5.2.2 Apikale Parodontitis

Da im Pulpencavum und im Wurzelkanal aufgrund der anatomisch vorgegebenen Enge nicht alle notwendigen Prozesse zur Bakterienabwehr stattfinden können und darüber hinaus das pulpale Gewebe im morphologisch komplexen Kanalsystem einen günstigen Nährboden für viele Keime darstellt, breitet sich eine endodontische Infektion häufig auf das periapikale Gewebe aus, man spricht von einer apikalen Parodontitis (Beer et al. 2004; Heidemann et al. 2001). Hierbei ist neben dem Desmodont auch häufig das periapikale Knochengewebe betroffen, sodass im klinischen Alltag auch häufig von einer apikalen Ostitis gesprochen wird (Heidemann et al. 2001; Beer et al. 2004; Hellwig et al. 2009).

Die komplexe Morphologie des Wurzelkanalsystems, besonders im Bereich der Wurzelspitze, sowie die damit einhergehenden bakteriellen Schlupfwinkel können zudem den Erfolg einer konservativen endodontischen Behandlung verhindern (Testori et al. 1999) und darüber hinaus zu einer Persistenz oder Rezidivierung einer periapikalen Entzündung führen (Siren et al. 1997).

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der akuten und der chronischen apikalen Parodontiden, die mit unterschiedlichen radiologischen, klinischen und pathohistologischen Befunden einhergehen.

1.5.2.2.1 Akute apikale Parodontitis

Die akute apikale Parodontitis geht meist mit einer ausgeprägten Schmerzsymptomatik, Druck- oder Aufbissempfindlichkeit des betroffenen Zahns (häufig auch der Nachbarzähne), Druckdolenz im Bereich der Wurzelspitze, „Zahnverlängerung“, Schwellung der Weichteile sowie je nach Verlaufsform einer röntgenologischen sichtbaren apikalen Aufhellung einher (Beer et al. 2004). Differentialdiagnostisch lässt sie sich häufig nur durch eine negative Vitalitätsprobe von der akuten Pulpitis unterscheiden.

Sie kann je nach Ausbreitungsradius in die apikale, enostale, subperiostale und Phase der Weichteilentlerung erreichen.

Es kann zwischen einer primär akuten Verlaufsform, welche sich meist unmittelbar an eine primär akute Pulpitis anschließt und in der Regel noch nicht röntgensichtbar ist, und einer sekundär akuten (exacerbierten) Verlaufsform unterschieden werden. Diese wiederum ist radiologisch meist als deutliche apikale Aufhellung erkennbar, da sie aus einer über einen längeren Zeitraum bestehenden chronischen apikalen Parodontitis mit entsprechender Osteoklastenaktivität hervorgeht (Beer et al. 2004).

1.5.2.2.1 Chronische apikale Parodontitis

Die chronische apikale Parodontitis bleibt häufig über mehrere Jahre oder sogar Jahrzehnte weitestgehend symptomlos und wird daher im klinischen Alltag häufig nur als „Zufallsbefund“, etwa bei einer routinemässigen Röntgenaufnahme entdeckt (Beer et al. 2004).

Man unterscheidet zwischen der primär chronischen sowie der sekundär chronischen Verlaufsform, welche sich an eine primär akute apikale Parodontitis anschließt.

Die häufig deutlich röntgensichtbare Transluzenz um die Wurzelspitze eines betroffenen Zahns ist auf die Bildung von Granulationsgewebe, dem sogenannten „apikalen Granulom“ mit einhergehender Osteoklastenaktivität zurückzuführen.

Je nach Lage des Immunsystems und dem Einfluss von exacerbierten Faktoren kann die chronische Verlaufsform in eine sekundär akute apikale Parodontitis übergehen (Beer et al. 2004).

1.5.2.3 Radikuläre Zyste

Bei der radikulären Zyste handelt es sich um einen mit Epithel ausgekleideten und mit Flüssigkeit gefüllten pathologischen Hohlraum an der Wurzelspitze. Man unterscheidet hierbei zwischen der apikalen Zyste und der lateralen Zyste, je nachdem ob der Zahn über das Foramen apikale oder einen Seitenkanal mit der Zyste in Kontakt steht.

Die radikuläre Zyste entsteht ausgehend von im Desmodont lokalisierten, aus der Embryonalperiode stammenden Epithelzellnestern, den sogenannten Malassez'schen Epithelresten, die unter dem Einfluss eines entzündlichen Prozesses (z.B. einer Pulpitis oder chronischen apikalen Parodontitis) und den dabei freigesetzten Entzündungsmediatoren aktiviert werden und zu proliferieren beginnen. Das epitheliale Wachstum wird durch bakterielle Endotoxine und Fibroblasten stimuliert.

Die Wandstärke der Zyste kann bis zu 5mm betragen, der Inhalt ist serös, leicht fadenziehend und enthält unter anderem aus dem Zellverfall stammende Cholesterinkristalle, die der Flüssigkeit eine charakteristische gelblich glitzernde Erscheinung geben (Klammt 1990).

Die radikuläre Zyste ist die mit Abstand am häufigsten vorkommende Kieferzyste (Klammt 1990).

Eine differentialdiagnostische Abgrenzung zu anderen Krankheitsbildern, vor allem aber zur apikalen Parodontitis ist häufig schwierig, da sowohl klinisch als auch röntgenologisch fließende Übergänge zwischen den Krankheitsbildern zu finden sind.

Eine definitive Bestätigung der Diagnose kann nur durch eine histologische Untersuchung erfolgen.

1.5.2.4 Sonstige Ursachen

Ebenfalls kann eine periapikale Läsion iatrogen im Rahmen einer Wurzelkanalbehandlung, etwa infolge von Traumatisierung der periapikalen Region durch Überinstrumentieren des Wurzelkanals verursacht werden. Auch Überpressen oder Überstopfen einer medikamentösen Einlage, Spüllösung oder der definitiven Wurzelfüllung sowie eine toxische Reaktion auf jegliche in den Wurzelkanal eingebrachten Materialien müssen als mögliche Ursachen angeführt werden.

Ferner kann auch die durch ein mechanisches Trauma verursachte Stauchung oder Zerrung des apikalen Parodonts oder eine übermäßige körperliche Bewegung eines Zahns im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zur Entstehung einer periapikalen Läsion führen.

1.5.3 Indikationen zur Wurzelspitzenresektion

Man unterscheidet hierbei zwischen Indikationen zur Wurzelspitzenresektion und möglichen Indikationen, die sich aus den Empfehlungen zur Indikationsstellung in den Leitlinien der DKMKG von *Kunkel et al. 2007* aus dem Jahr 2007 ergeben.

Als Indikation gelten nach *Kunkel et al. 2007*:

- persistierende apikale Parodontitis (besonders mit klinischer Symptomatik und/oder zunehmender radiologischer Osteolyse) nach vollständiger oder unvollständiger Wurzelfüllung oder Revisionsbehandlung, wenn diese nicht oder nur mit unverhältnismäßigen Risiken einhergehend entfernt bzw. verbessert werden kann
- eine Wurzelkanalbehandlung mit überpresstem Würzelfüllmaterial und klinischer Symptomatik oder zunehmender radiologischer Osteolyse oder Beteiligung von Nachbarstrukturen wie Kieferhöhle oder Mandibularkanal
- „Bei Zähnen mit obliteriertem, nicht mehr instrumentierbarem Wurzelkanal bei klinischer und/oder radiologischer Symptomatik“ (Kunkel et al. 2007: 255)
- erhebliche morphologische Variationen der Wurzeln oder Wurzelkanäle die eine vollständige Wurzelfüllung nicht zulassen
- eine auf konservativem Weg nicht durchführbare Wurzelkanalbehandlung oder Revisionsbehandlung

Als mögliche Indikationen gelten nach *Kunkel et al. 2007*:

- die Möglichkeit als alternative Behandlung zur konservativ endodontischen Behandlung bei apikaler Parodontitis mit einer Größe der periapikalen Läsion ab ca. 4-5mm (bzw. bei einem periapikalen Index > 3)
- die Möglichkeit als Alternative zur konservativen endodontischen Revisionsbehandlung bei persistierender apikaler Parodontitis

- eine auf orthogradem Weg nicht entfernbare frakturiertes Wurzelkanal-instrument in Apexnähe
- auf orthogradem Weg nicht verschließbare *Via falsa* in Apexnähe
- „Bei Wurzelfrakturen im apikalen Wurzeldrittel, insbes. wenn es zur Infektion der apikalen Fragments bzw. des Frakturspalts gekommen ist oder das koronale Fragment nur mit Hilfe einer retrograden Füllung versorgt werden kann“ (Kunkel et al. 2007: 256)
- nur in Narkose durchführbare Behandlung
- persistierende Schmerzsymptomatik trotz klinisch und röntgenologisch suffizienter Wurzelfüllung als Maßnahme zur Ausschaltung der möglichen Schmerzursache
- „Freilegung oder Verletzung von Wurzelspitzen im Rahmen chirurgischer Eingriffe (z.B. Zystenentfernung, Probeexzision)“ (Kunkel et al. 2007: 256)
- „Bei persistierender apikaler Parodontitis bei bereits resezierten Zähnen“ (Kunkel et al. 2007: 256)

Bei der Entscheidung zur Indikation zur Wurzelspitzenresektion bei persistierender apikaler Parodontitis ohne klinische Symptomatik aber radiologisch sichtbarem Rezidiv muss man berücksichtigen, dass die Rückbildung der periapikalen Läsion mehrere Jahre in Anspruch nehmen kann (Kunkel et al. 2007).

1.5.4 Kontraindikationen

Die Kontraindikationen lassen sich in allgemeine und spezielle sowie absolute und temporäre Kontraindikationen untergliedern. Bei den letztgenannten kann der operative Eingriff gegebenenfalls zurückgestellt und somit bzw. durch entsprechende Medikation risikoärmere Bedingungen geschaffen werden.

Als allgemeine Kontraindikationen nennt die Literatur alle Allgemeinerkrankungen die einen operativen Eingriff in Lokalanästhesie oder Intubationsnarkose ausschliessen (Strassburg u. Lentrodt 1995). Zudem sollte bei geplanten Organtransplantationen wegen Organversagens, allen konsumierenden Erkrankungen, Herzklappenerkrankungen, Embolie oder Thrombosegefahr nach Apoplex oder Herzinfarkt, Bluterkrankungen (wie Leukämie oder Agranulozytose) sowie beim Vorliegen von psychischen Erkrankungen oder Infektionskrankheiten mit Schwächung des Immunsystems (z.B. AIDS, Tuberkulose oder infektiöse Formen der Hepatitis) keine Wurzelspitzenresektion durchführen (Müller 1990; Strassburg u Lentrodt 1995; Eckelt 2009). Auch bei Osteopathien sowie im Zustand nach Radiatio im Kopf-Hals-Bereich gilt der Eingriff als kontraindiziert. Ferner können auch desolante Gebissverhältnisse oder mangelnde Compliance bis hin zur Nichteinwilligung des Patienten in den geplanten Eingriff Kontraindikationen darstellen (Müller 1990; Strassburg u Lentrodt 1995; Eckelt 2009).

Während sich die allgemeinen Kontraindikationen zur Wurzelspitzenresektion in erster Linie aus dem Allgemeinzustand des Patienten ergeben, sind die speziellen Kontraindikationen in erster Linie auf den Zustand des betroffenen Zahns bzw. die sich daraus ergebende Erfolgswahrscheinlichkeit des geplanten Eingriffs zurückzuführen.

So wird in der Literatur bei Vorliegen einer mehr als das apikale Wurzeldrittel umfassenden apikalen Ostitis, einer Längsfraktur über die gesamte Länge der Zahnwurzel, ausgeprägter Gingivaretraktion, tiefen marginalen Taschen-

einbrüchen nach mehrfachen akuten Exacerbationen, einer generalisierten Parodontitis sowie bei einer akuten Exacerbation eines chronischen apikalen entzündlichen Prozesses, gegebenenfalls mit Abszedierung ins umliegende Weichgewebe, von einer Wurzelspitzenresektion abgeraten (Kübler u. Mühling 1998; von Arx et al. 2003). Beim zuletzt genannten Punkt kann es sich jedoch auch lediglich um eine temporäre und keine absolute Kontraindikation handeln, da gegebenenfalls nach Abklingen aller akut entzündlichen Erscheinungen der geplante Eingriff vorgenommen werden kann (Müller 1990; Eckelt 2009).

Eine insuffiziente Wurzelkanalbehandlung, deren Wurzelfüllung entweder nicht bis zum Apex reicht oder die in anderer Form nicht ausreichend aufbereitet oder abgefüllt ist sollte in jedem Fall wiederholt bzw. erneuert werden, falls der geplanten Revision keine bestehende prothetische Versorgung wie etwa ein Stiftaufbau im Wege steht (Kübler u. Mühling 1998; Kunkel et al. 2007). Somit stellt auch die Möglichkeit eine endodontischen Revision mit erfolgsversprechender Prognose eine Kontraindikation zur WSR dar.

1.5.5 medizinisch relevante Risikofaktoren und Komplikationen

Sämtliche Befunde die entweder ein erhöhtes operatives Risiko darstellen oder eine verminderte Erfolgswahrscheinlichkeit bzw. eine intra- oder postoperativen Komplikation bei einer WSR erwarten lassen werden als Risikofaktoren bezeichnet (Kunkel et al. 2007).

Im Einzelfall kann, je nach Allgemeinzustand des Patienten, anatomischen Gegebenheiten sowie Verlauf und Intensität eines möglicherweise vorliegenden Prozesses, der Übergang vom Risikofaktor zur Kontraindikation (sowohl allgemein als auch speziell) fließend sein. Zu nennen sind hierbei sämtliche Wurzelanomalien, eine enge Lagebeziehung der Wurzelspitze zu Nachbarzähnen oder wichtigen anatomischen Strukturen wie etwa dem N. alveolaris inferior oder der Kieferhöhle, bestehende akute Infektionszeichen, Fistelbildung,

das Vorliegen einer großen Zyste, persistierende apikale Parodontitis nach bereits erfolgter WSR, fortgeschrittene marginale Parodontopathien, Wurzelkanalobliteration, interne Resorption, eine nicht revidierbare und qualitativ insuffiziente Wurzelfüllung, fakturierte endodontische Instrumente sowie die Wurzelperforation im Rahmen einer vorausgegangenen Wurzelkanalbehandlung (Kunkel et al. 2007). Zu erwartende Störungen der Wundheilung durch Co-Morbiditäten des Patienten oder allgemeine und lokale Störungen der Knochenregeneration (z.B. Radiatio, Chemotherapie, Bisphosphonattherapie, etc.) stellen ebenfalls einen Risikofaktor dar.

Zwar ist mit bedrohlichen Situation bei der Wurzelspitzenresektion im Front- oder Prämolarengbiet nicht zu rechnen, dennoch treten neben den allgemeinen postoperativen Begleiterscheinungen wie Blutung, Schwellung und Schmerz auch immer wieder eingriffstypische Komplikationen auf (Müller 1990; Eckelt 2009). Hierbei sind postoperative Infektionen, Kontinuität zwischen marginaler und apikaler Parodontitis, intraoperative Wurzelfrakturen, belassene Wurzelreste, Schädigung von Nachbarzähnen, Luxationen der Wurzelspitze in benachbarte anatomische Strukturen (Kieferhöhle, Mundboden oder Kanal des N. alveolaris inferior), postoperative Knochenekrosen sowie die akzidentielle Nerv- oder Gefäßverletzung möglich. Beim letzten Punkt können die sensiblen Äste des N. trigeminus sowie die A. palatina major, die A. mentalis oder die A. alveolaris inferior betroffen sein (Müller 1990; Kunkel et al. 2007; Eckelt 2009).

Je nach Einzelfall muss der Behandler unter Abwägung sowohl der bestehenden Risikofaktoren als auch den beim geplanten Eingriff möglicherweise zu erwartenden intra- oder postoperativ auftretenden Komplikationen entscheiden ob eine Wurzelspitzenresektion mit entsprechen erfolgsversprechender Prognose durchgeführt werden kann oder ob eine alternativen Therapie Vorzug gegeben werden sollte.

1.5.6 Therapiealternativen

Als Alternativen zur Wurzelspitzenresektion ist in erster Linie die konservativ endodontische Revisionsbehandlung zu nennen, bei der es im Einzelfall abwägen gilt, ob mit dieser (zu einem früheren Zeitpunkt bereits erfolglosen) Therapieoption eine dauerhafte Bakterienelimination im Wurzelkanal und damit einhergehend eine Ausheilung der periapikalen Gewebes erreicht werden kann. (Danin et al. 1996). Dennoch sollte vor einer Wurzelspitzenresektion der Versuch einer Revision erfolgt sein. (Kübler u. Mühling 1998).

Auch die Extraktion der betroffenen Zahns mit oder ohne anschließende prothetische Versorgung stellt eine Alternative zur Wurzelspitzenresektion und gleichzeitig die sicherste Methode zur Elimination der für die periapikale Läsion verantwortlichen Noxen dar. Gerade bei geringer prothetischer Wertigkeit (Hepworth u. Friedman 1997) oder ungünstigen prodontalen Verhältnissen (von Arx 2003) ist diese Alternative in Betracht zu ziehen. Auch muss man an diesem Punkt als Behandler die Kassenrichtlinien beachten.

Als eher historisch anzusehende Verfahren die heutzutage nur noch bei gesonderter Indikationsstellung angewendet werden müssen die Methoden der Hemi- bzw. Trisektion (auch Prämolarisierung genannt) sowie der Wurzelamputation an mehrwurzigen Zähnen genannt werden. Bei diesen wird der Zahn bis zur Bi- oder Trifurkatio durchtrennt und anschließend der abgetrennte koronale Anteil mit samt der dazugehörigen Wurzel entfernt. Gesunde Anteile des Zahns dagegen werden belassen.

Die von *Harris 1979* und teilweise auch von *Will 1996* beschriebene intentionelle Extraktion mit anschließender extraoraler Wurzelspitzenresektion und Replantation muss als eher experimentell eingestuft werden und stellt für den klinischen Alltag keine ernstzunehmende Alternative dar (Harris 1979; Reichart et al.1990; Will 1996; Hell u. Bier 2000).

1.6 Operative Technik

Im Folgenden wird kurz auf die einzelnen Schritte der operativen Technik bei der Wurzelspitzenresektion eingegangen.

1.6.1 Anästhesie

Da es sich bei der Wurzelspitzenresektion um einen operativen Eingriff handelt, sollte dieser zum Erreichen einer möglichst vollständigen Schmerzfreiheit in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Durch das Verwenden eines Lokalanästhetikums mit Zusatz von Vasokonstriktoren kann neben der gewünschten Anästhesietiefe und ausreichender Anästhesiedauer auch eine relative Blutleere des betroffenen Bereichs und damit einhergehend eine deutlich verbesserte Übersicht erzielt werden. Die Anästhesie erfolgt in der Regel durch Blockade des jeweiligen Nervstammes des betroffenen Kieferabschnitts (Leitungsanästhesie), welche eine Ausschaltung der Sensibilität mit recht geringen Mengen des Anästhetikums ermöglicht, sowie einer zusätzlichen Infiltrationsanästhesie mit der neben einer direkten Schmerzausschaltung auch eine optimale Anämie im Operationsgebiet erreicht werden kann (Müller 1990; Schmidt-Westhausen u. Reichart 2005, Eckelt 2009).

1.6.2 Schnitfführung und Lappenbildung

Der Schnitt sollte mit definiertem Druck erfolgen, um Schleimhaut und Periost in einem zu durchtrennen, bevor anschließend der Mukoperiostlappen mit dem

Raspatorium vorsichtig abpräpariert wird. Getreu den Regeln der allgemeinen Chirurgie sollte der gebildete Lappen gut ernährt sein, eine ausreichende Übersicht über das Operationsgebiet gewährleisten und sich spannungsfrei reponieren sowie im Bedarfsfall erweitern lassen (Müller 1990; Eckelt 2009). Der Schnitt sollte immer auf der knöchernen Unterlage des Alvolarknochens gesetzt werden, damit die spätere Naht auf ebendiesem und nicht auf dem Operationszugang zum liegen kommt (Wahl 2005).

Schon bei eventuell der eigentlichen Wurzelspitzenresektion vorausgehenden Eingriffen zur Schmerzbeseitigung, wie etwa einer Inzision oder einer Schröder'schen Lüftung, sollte die Schnitfführung der eigentlichen Operation bedacht werden.

In der Literatur sind mittlerweile zahlreiche Schnitfführungstechniken und deren Modifikationen angegeben worden, auf die in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird.

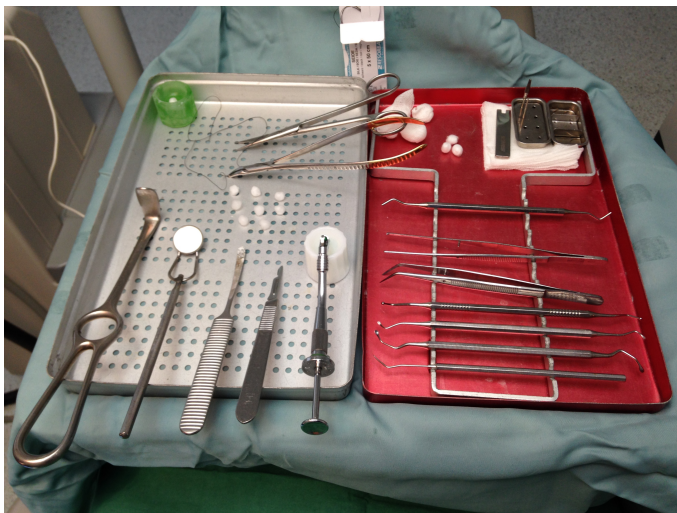


Abb. 1: OP-Sieb für die Wurzelspitzenresektion

1.6.3 Darstellung und Resektion der Wurzelspitze

Exakte anatomische Kenntnisse und Orientierung unterstützt von detailgetreuen bildgebenden Verfahren sind notwendig, um die Lage der Wurzelspitze gezielt zu bestimmen und somit die Wurzelspitzenresektion möglichst gewebsschonend durchzuführen. Im Oberkiefer zeichnet sich durch die dünne Kortikalschicht häufig ein Relief der vestibulär gelegenen Wurzelanteile (juga alveolaria) ab. Apikale Entzündungsprozesse können mitunter die dünne Kortikalschicht perforieren oder sich unter ebendieser als dunkles Schimmern abzeichnen, welches durch das Granulationsgewebe erzeugt wird (Weiler 2009). All dies kann das Auffinden der Wurzelspitze erleichtern. Schwieriger gestaltet es sich hingegen in Bereichen in denen der Knochen von einer dicken Kortikalschicht bedeckt ist, wie etwa im Seitenzahnggebiet des Unterkiefers oder auch bei palatinal gelegenen Wurzeln im Oberkiefer.

Bei der folgenden Freilegung der Wurzelspitze durch vorsichtiges Abtragen der bedeckenden Knochenschicht mit rotierenden Instrumenten, vorwiegend Kugel- oder Knochenfräsen unter stetiger Kühlung, muss unbedingt auf benachbarte anatomische Strukturen, wie etwa die Wurzeln der Nachbarzähne Rücksicht genommen werden (Müller 1990; Nentwig 2005). Die Größe des de knöchernen Zugangs sollte der größten Ausdehnung des Knochenprozesses entsprechen, das Granulations- bzw. Zystengewebe nach sorgfältiger und vollständiger Exkochleation wie jedes dem Körper entnommene Gewebe pathohistologisch untersucht werden (Müller 1990; Eckelt 2009).

Anschließend sollte mit einer Kugel- oder Fissurenfräse die Wurzelspitze um ca. 3mm gekürzt werden, da sich in diesem Bereich ca. 70-90 % der Ramifikationen befinden (Peters u. Barbakow 1999; Testori 1999; Lussi 2000).



Abb. 2: Fräsen zur Freilegung und zum Abtragen der Wurzelspitze

Während eine deutlich stärker gekürzte Wurzel die Funktion und Stabilität des Zahns gefährden kann, birgt eine Amputation um weniger als 3 mm die Gefahr eines Rezidivs in sich (Müller 1990; Eckelt 2009).

Eine leichte Ansträgung in Blickrichtung bis etwa 10° zur Zahnachse ermöglicht eine bessere Übersicht über den Resektionsquerschnitt und die Wurzelkanäle, auf die bei der Verwendung mikrochirurgischer Verfahren mit Visualisierungshilfen allerdings zugunsten weniger angeschnittener Dentintubuli verzichtet werden kann (Gilheany 1994; Britzmann 2010).

Akzessorische Kanäle, Isthmen oder eventuelle Wurzelfrakturen können durch Anfärben mit Methylblau oder fiberoptischer Illumination, am sichersten aber durch eine Kombination aus beidem sichtbar gemacht werden (Ghorbanzadeh et al. 2013).

1.6.4 Retrograde Kanalaufbereitung

Erscheint eine präoperativ eingebrachte Wurzelfüllung von orthograd im Resektionsquerschnitt nicht dicht, so wird zusätzlich ein retrograder Verschluss

des Wurzelkanals notwendig (Friedman 1991; Velvart 1997; Kim 2006). Dazu ist eine retrograde Kavitätenpräparation beziehungsweise eine retrograde Aufbereitung des Wurzelkanals notwendig.

Bei der retrograden Kavitätenpräparation erfolgt rotierend, unter Zuhilfenahme eines speziell für die Wurzelspitzenresektion entwickelten Mikrowinkelstücks sowie entsprechender Mikrorosenbohrer, die Schaffung einer unterminierenden Kavität im Bereich des Wurzelkanals. Diese sollte einen größeren Durchmesser als der Wurzelkanal aufweisen und möglichst achsengerecht zum Wurzelkanalverlauf geschaffen werden.

Im klinischen Alltag wird auch diese Technik häufig als rotierende Kanalaufbereitung bezeichnet obwohl es sich technisch und definitionsgemäß um eine rotierende Kavitätenpräparation handelt.

Eine retrograde Aufbereitung des Wurzelkanals wiederum erfolgt im Gegensatz hierzu oszillierend mithilfe spezieller schall- oder ultraschallgetriebenen Handstücke sowie den zugehörigen Ansätzen. Die Aufbereitungsrichtung sollte ebenfalls achsengerecht zum Wurzelkanal verlaufen, der Querschnitt größer sein als der des Wurzelkanals.

Bei beiden aufgeführten Methoden sollte im Zuge der Präparation bzw. Aufbereitung von retrograd das von orthograd eingebrachte Wurzelfüllmaterial im betroffenen Kanalabschnitt komplett entfernt werden um einen bakteriendichten retrograden Verschluss bzw. eine bakteriendichte retrograde Wurzelfüllung zu ermöglichen (Nentwig 2005; Eckelt 2009). Darüber hinausgehend wird eine Entfernung des bei mechanischer Bearbeitung der Wurzelspitze entstehenden Schmierschicht (Smear-layer) empfohlen, da diese neben Dentin- und Zementabrieb auch Gewebsreste, Bakterien und Bakterientoxine enthalten kann und somit die Dichtigkeit der retrograden Füllung durch fehlende Wandständigkeit beeinträchtigen und eine Reinfektion des periapikalen Gewebes begünstigen kann (Pashley 1992; von Arx 2001).

1.6.5 Retrograde Wurzelfüllung

Verschiedene Materialien können bei der retrograden Wurzelfüllung zur Anwendung kommen. So geht aus der Geschichte der periradikulären Chirurgie hervor, dass nahezu alle für die restaurative Zahnmedizin entwickelten Füllmaterialien auch schon für eine retrograde Wurzelkanalfüllung eingesetzt worden sind (von Arx 2001). Das Füllungsmaterial sollte den Wurzelkanal von retrograd spaltfrei abdichten, röntgenopak, formkonstant und nicht resorbierbar sein, schnell aushärten, in der Handhabung einfach und feuchtigkeitsunempfindlich sein, sowie eine gute Biokompatibilität aufweisen. Eventuelle Überschüsse sollten sich einfach und sicher entfernen lassen (Schmidt-Westhasusen 2002).

Während in früheren Jahren fast ausschließlich Amalgam und verschiedenste Zemente verwendet wurden, kommen heutzutage je nach Operationsmethode auch Kompomere und Komposite, vor allem aber MTA oder modifizierte Zemente wie Super-EBA vermehrt zur Anwendung (Chong 2003). Auch finden sich in der Literatur Untersuchungsreihen mit Stopfgold und Kurzstiften aus Al₂O₃-Keramik (Zschiesche u. Keller 1985; Müller 1990; Eckelt 2009).

Allerdings erfüllt keines der bisher auf dem Markt befindlichen Materialien alle oben genannten Kriterien vollständig (Krönke 1981; Guldener 1994; Schäfer u. Jochims 2002; Hellwig et al. 2007).

Ein ideales Material für die retrograde Wurzelfüllung existiert folglich nicht (Chong 2003).

1.6.6 Wundverschluss und Nachsorge

Bei der Wurzelspitzenresektion wird eine primäre Heilung angestrebt. Nach sorgfältiger Reinigung der Knochenwunde und Inspektion auf eventuell

belassene Fremdmaterialien sollten die Wundränder sollten spannungsfrei über intaktem kortikalen Kochen je nach Schnittführung mit Einzelknopf-, Papillen- oder Matratzennähten verschlossen werden (von Arx 2001; Wahl 2005). Vor allem im ästhetischen relevanten Bereich ist hierbei eine exakte Reposition des Wundlappens unumgänglich (von Arx 2001).

Ein unmittelbares postoperatives Röntgenbild zur Kontrolle der eingebrachten Wurzelkanalfüllung, sowie zum Ausschluss zurückgelassener Wurzelanteile, versprengten Wurzelfüllmaterials oder Schädigung benachbarten anatomischer Strukturen ist obligat. (Williger 1910; Müller 1990; Eckelt 2009).

Ebenfalls empfiehlt es sich in regelmässigen Abständen Röntgenaufnahmen zur Kontrolle des Heilungsverlaufs anzufertigen, bei den es allerdings zu berücksichtigen gilt, dass die Rückbildung der periapikalen Läsion mehrere Jahre in Anspruch nehmen kann (Kunkel et al. 2007).

1.7 Erfolgswahrscheinlichkeit

Obwohl sich die Wurzelspitzenresektion als Erhaltungsversuch definiert, finden sich in der Literatur Untersuchungen mit publizierten Erfolgswahrscheinlichkeiten von bis zu 96% (Kim 2006) und 97% (Fugazzotto 2001).

Abhängig ist diese zunächst vom Ausgangsbefund des Zahns, also der Größe, Art und Ausdehnung der periapikalen Läsion, dem Vorliegen einer parodontalen Schädigung oder Wurzelfraktur, sowie eventuell bereits erfolgten operativen Eingriffen an dem betroffenen Zahn.

Zudem wird die Erfolgswahrscheinlichkeit auch vom Verlauf der einzelnen Operation beeinflusst. Hierbei sind entscheidende Punkte ob das Granulations- oder Zystengewebe vollständig entfernt werden konnte, die Wurzelspitze ausreichend gekürzt wurde, alle Wurzelkanäle und Isthmen bakteriendicht verschlossen wurden und die Wunde abschliessend nach den Regeln der allgemeinen Chirurgie verschlossen werden kann.

Die Erfolgsbeurteilung wiederum kann nach klinischen, radiologischen oder histologischen Gesichtspunkten erfolgen (Huumonen u. Ørstavik 2002; Mead et al. 2005).

Klinisch werden als Indikator für einen Behandlungserfolg das Fehlen von Perkussionsempfindlichkeit, Spontanschmerz, Aufbissemphindlichkeit, apikaler Druckdolenz, Fistelbildung sowie Rötung und Schwellung der Gingiva gesehen, radiologisch sollte eine fortschreitende oder bestenfalls vollständige knöcherne Regeneration des apikalen Defekts nachweisbar sein (Mikkonen et al. 1983; von Arx et al. 2003). Hierbei gilt es allerdings zu beachten dass die Bildung von mineralisiertem Knochen im Defektbereich zwar nach wenigen Wochen bereits möglich ist (Schubert u. Bethge 1987), der radiologische Nachweis jedoch aufgrund des anfänglich noch geringen Mineralisationsgrades und der Überlagerung durch radiodense Strukturen recht problematisch sein kann (Bender et al. 1966a/b).

Die histologische Beurteilung des Therapieerfolges spielt für klinische Studien keine Rolle, da für die Erstellung eines histologischen Präparates die Entfernung des betroffenen Zahnes und des periapikalen Gewebes notwendig ist.

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien und Untersuchungen zur Erfolgswahrscheinlichkeit bei Wurzelspitzenresektionen. Die publizierte Erfolgsrate reicht von lediglich 44% (Friedman et al. 1991; Schwartz-Arad 2003) bis zu 97% (Fugazzotto 2001), der kürzeste Untersuchungszeitraum erstreckt sich über 5 Monate (Schultze-Mosgau et al. 1995), der längste über 15 Jahre (Fugazzotto 2001). Es finden sich Untersuchungen bei denen lediglich 10 Zähne untersucht wurden (Danin et al. 1999), sowie solche bei denen die Anzahl der untersuchten Zähne bei knapp über 1000 liegt (Wesson and Gale 2003). Auf die einzelnen Untersuchungen wird unter dem Punkt 4 dieser Arbeit genauer eingegangen.

Einen Überblick bisher publizierter Studien und Untersuchungen zur Erfolgswahrscheinlichkeit bei Wurzelspitzenresektionen bietet Tabelle 1.

Autor	Land	Jahr	Zähne	Zeitraum	Ergebnis
Peter	Deutschland	1936	95	k.A.	87 %
Altonen u. Mattila	Norwegen	1976	46	1-6 Jahre	71 %
Ioannides u. Borstlab	Israel	1983	70	k.A.	73 %
Franz et al.	Deutschland	1987	150	1 Jahr	73 %
Bühler	k.A.	1988	28	10 Jahre	68 %
Grung et al.	Norwegen	1990	477	4 Jahre	78 %
Zimmermann et al.	Deutschland	1991	50	15 Mon.	84 %
Halse et al.	k.A.	1991	474	1 Jahr	52 %
Friedman et al.	Israel	1991	136	8 Jahre	44 %
Gath et al.	Deutschland	1995	298	21 Mon.	73,5 %
Schultze-Mosgau et al.	Deutschland	1995	112	5 Mon.	85 %
August	USA	1996	39	10 Jahre	74 %
Basten et al.	k.A.	1996	49	12 Jahre	92 %
Blomlöf et al.	k.A.	1997	k.A.	10 Jahre	68 %
von Arx u. Kurt	Schweiz	1999	50	1 Jahr	82 %
Danin et al.	Schweden	1999	10	1 Jahr	50 %
Testori et al.	k.A.	1999	181	4.6 Jahre	68 %
Zuolo et al.	k.A.	2000	114	1-4 Jahre	91 %
von Arx et al.	Schweiz	2001	25	1 Jahr	88 %
Fugazzotto	k.A.	2001	701	15 Jahre	97 %
Rubinstein u. Kim	USA	2002	59	1 Jahr	91,5 %
Wesson and Gale	USA	2003	1007	5 Jahre	57 %
Maddalone et al.	Italien	2003	120	3 Jahre	78,3 %
Chong et al.	England	2003	108	2 Jahre	73,4 %
Schwartz-Arad	k.A.	2003	122	1 Jahr	44 %
Wang et al.	k.A.	2004	155	4-8 Jahre	74 %
Filippi et al.	Schweiz	2006	110	1 Jahr	91,8 %
Kim et al.	USA	2006	k.A.	k.A.	96 %
Penarrocha et al.	k.A.	2007	333	28 Mon.	73,9 %
von Arx et al.	Schweiz	2007	194	1 Jahr	83,8 %
Eigenwillig	Deutschland	2007	53	6 Mon.	91,2 %
Weiler	Deutschland	2009	108	15 Mon.	80,8 %

Tabelle 1: Überblick Erfolgswahrscheinlichkeit der Wurzelspitzenresektion

2 Material und Methode

2.1 Patientengut

Untersucht wurden ausschliesslich Prämolaren des Ober- und des Unterkiefers, die in der Zeit zwischen 03.09.1997 und 02.09.2010 im Zentrum für zahnärztliche Chirurgie, Repperndorferstr. 8a, 97381 Kitzingen vom ärztlichen Leiter Dr. med. Dr. med. dent. Christoph Will (nachfolgend Behandler genannt) operiert wurden. Nicht berücksichtigt wurden Prämolaren bei denen der Eingriff von anderen Behandlern in der gleichen Praxis durchgeführt wurde.

Im o.g. Zeitraum wurden in der o.g. Praxis von allen Behandlern insgesamt in 7123 Behandlungsfällen 11823 Wurzeln reseziert. Dies wurde aus den abgerechneten Leistungspositionen WR1, WR2 und WR3, sowohl aus BEMA als auch aus der GOZ ermittelt.

Die Position WR2 (Bema und GoZ) alleine wurde in 5468 Behandlungsfällen 8402-mal abgerechnet, davon in 2666 Fällen insgesamt 4016-mal vom o.g. Behandler.

Hierzu gilt es anzumerken, dass zum 1.1.2004 ein Wechsel der Abrechnungsbestimmung im Einheitlichen Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen (Bema-Z) stattgefunden hat:

Bis zum 31.12.2003 (Bema-Z alt) wurde die Bema-Nr. 54b (WR2) an einem Seitenzahn je resezierter Wurzelspitze erbracht und erscheint in Folge dessen entsprechend oft in der Leistungsstatistik. Die Zahl der Leistungen war also nicht gleich Zahl der Zähne.

Seit der Rechtskraft eines entsprechenden Urteils des Bundessozialgerichts im Jahr 2001 konnte diese Bema-Nr. unabhängig von der Anzahl der resezierten Wurzelspitzen nur noch einmal je Seitenzahn abgerechnet werden. Die Zahl der Leistungen war also gleich Zahl der Zähne. Bei einer Beschränkung auf Prämolaren wirkt sich dies statistisch weniger stark aus.

Seit dem 1.1.2004 (Bema-Z neu) wird diese Bema-Nr. an einem Seitenzahn einschließlich der ersten resezierten Wurzelspitze erbracht. Jede weitere Wurzelspitze, die durch denselben knöchernen Zugang reseziert wird, wird nach der Bema-Nr. 54c (WR3) abgerechnet (hier statistisch nicht erfasst), jede weitere Wurzelspitze, die durch einen anderen knöchernen Zugang reseziert wird, wird nach Bema-Nr. 54b (WR2) abgerechnet. Bei Prämolaren fällt in der Regel lediglich beim oberen ersten Prämolare eine weitere Wurzelspitze an, die allerdings durch denselben Zugang reseziert wird, so dass in jedem Fall die Zahl der Leistungen identisch mit der Zahl der Zähne ist.

Der o.g. Gesamtzeitraum von 13 Jahren wurde entsprechend des Datums an dem der Methodenwechsel von rotierend zu oszillierend vollzogen wurde (03.03.2004) in zwei identisch lange Teilzeiträume von jeweils 6,5 Jahren vor und nach dem durchgeführten Methodenwechsel aufgeteilt.

Im Zeitraum vom 02.09.1997 bis 02.03.2004 (nachfolgend Zeitraum 1 genannt) wurde die Leistung WR2 vom Behandler bei 1353 Fällen insgesamt 2101-mal erbracht, davon in 580 Fällen 733-mal ausschließlich an Prämolaren.

Im Zeitraum vom 3.3.2004 bis 2.9.2010 (nachfolgend Zeitraum 2 genannt) wurde die Leistung WR2 vom Behandler in 1311 Fällen insgesamt 1915mal erbracht, davon in 555 Fällen 695-mal ausschließlich an Prämolaren.

Daraus ergab sich für den Behandler eine Gesamtzahl von 733 resezierten Prämolaren bei 580 Fällen im Zeitraum 1, sowie 695 resezierten Prämolaren bei 555 Fällen im Zeitraum 2.

Von letztgenannten sich gegenüberstehenden Anzahlen von Fällen wurde anhand von vollständigen Namenslisten jeder dritte Patient ausgewählt. Dies ergab eine Patientenzahl von 193 Fällen für den Zeitraum 1, sowie 185 Fällen für den Zeitraum 2 und folglich eine Gesamtzahl von 378 Fällen für den kompletten Untersuchungszeitraum.

Nachfolgend wurden die Ergebnisse der postoperativen Kontrolltermine ermittelt. Falls die Nachuntersuchung nicht praxisintern erfolgte wurden die entsprechenden Patienten dem jeweiligen Überweisern zugeordnet. Auf diese Weise kann anhand einer Namensliste zu jedem Überweiser anhand dessen praxisinterner Dokumentation (EDV oder Karteikarte) jeder Prämolaren-Resektionsfall, mithin jeder resezierte Prämolar aus dem genannten Untersuchungs-Zeitraum verfolgt werden. Wurden beim selben Patienten unabhängig von einander mehrere Prämolaren an unterschiedlichen Terminen reseziert, so wurde die folgenden Operationen jeweils als eigenständiger neuer Fall gewertet und untersucht.

Ermittelt wurden hierzu die sowohl Patientenzahl, deren Alter zum Operationszeitpunkt und die Geschlechterverteilung, als auch die Diagnose der betroffenen Zähne und damit die Indikation zur Wurzelspitzenresektion, die spezielle Anamnese, der Operationszeitpunkt und damit die angewandte Operationstechnik sowie Zeitpunkt, Methode und Ergebnisse (klinischer und radiologischer Befund) der durchgeführten Nachuntersuchungen. Der klinische und röntgenologische Befund des betreffenden Zahns wurde soweit möglich analog zu den Nachuntersuchungsintervallen der o.g. Praxis jeweils 1 Jahr (+/- 6 Monate), 2 Jahre (+/- 6 Monate), 3 Jahre (+/- 6 Monate), 5 Jahre (+/- 6 Monate) und 8 Jahre (+/- 6 Monate) nach dem Operationsdatum erhoben. Darüber hinaus wurde für jeden Zeitraum ein `Bewertungszeitpunkt` exakt ein Jahr nach Ende des jeweiligen Untersuchungszeitraums festgelegt, an dem für jeden Zahn unabhängig vom eigentlichen zeitlichen Abstand zum Operationsdatum eine Einstufung in *Erfolg* oder *Misserfolg* erfolgte.

Hierzu wurden zum einen die praxisinterne Dokumentation, darüber hinausgehend aber auch Informationen, die (falls diese die Nachuntersuchung durchgeführt haben) von überweisenden Kollegen zur Verfügung gestellt wurden, in zahlreichen Fällen allerdings eine Kombination aus beidem verwendet.

Die Auswertung der Daten erfolgte retrospektiv aus ebendiesen Behandlungsunterlagen. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf die unterschiedliche Operationstechnik, sowie Inzidenz und Zeitpunkt eines Rezidivs gelegt.

2.2 Operationstechniken

Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich der Unterschied im Langzeiterfolg zweier unterschiedlicher retrograder Aufbereitungsmethoden (rotierend vs. oszillierend) untersucht werden soll, war es notwendig, bei allen sonstigen den Langzeiterfolg beeinflussenden Faktoren nahezu identische Bedingungen zu schaffen.

Hierbei erhöht Beschränkung auf nur einen Operateur, einen engen Zahnbereich sowie auf ein identisches Wurzelfüllungsmaterial im hohen Maße die Sicherheit der Aussage, da somit einheitliche technische, weitgehend einheitliche anatomische Bedingungen sowie nahezu einheitliche Qualitäts- und Operationsstandards vorliegen.

Die untersuchten Fälle unterschieden sich daher lediglich in der Methode der retrograden Kanalaufbereitung sowie der damit verbundenen Füllung, wurden ansonsten aber nach der exakt gleichen Operationstechnik und unter den gleichen Rahmenbedingungen durchgeführt.

2.2.1 Retrograde Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss (rotierend)

Bei der retrograden Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss (nachfolgend rotierende Operationsmethode genannt) wird mithilfe eines speziellen Mikrowinkelstücks und darin eingespannten feinen Kugel- oder Kegelfräsen rotierend die Mündung des Wurzelkanals auf einer Länge von ca. 2-3mm unterminierend erweitert und dabei das orthograde Wurzelfüllmaterial komplett entfernt.

Hierzu sind häufig ein recht großer operativer Zugang sowie eine deutliche Anschrägung der Resektionsfläche nötig, um eine achsengerechte, dem Kanalverlauf folgende unterminierende Präparation zu ermöglichen (Müller 1990).



Abb. 3: Extrahierter, resezierter Prämolarkieferzahn mit deutlicher Anschrägung und retrogradem Verschluss

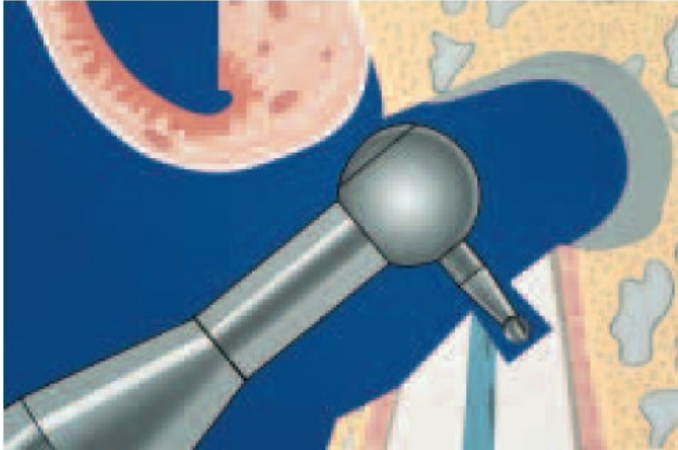


Abb. 4: Schematische Darstellung der rotierenden retrograden Kavitätenpräparation mit Mikrowinkelstück; und präparierter retrograder Kavität mit unterminierender Form und deutlicher Abweichung der Präparationsachse (von Arx 2001)

Die Abbildung zeigt die beschriebene Aufbereitungstechnik und verdeutlicht, wie groß der knöchernen Zugang gestaltet werden muss, um rotierend eine annähernd achsengerechte Aufbereitung zu erzielen. Dieser komplizierende Effekt kommt vor allem bei weit palatinal, lingual oder distal gelegenen Kanälen, wie etwa dem der palatinalen Wurzel der Zähne 14 und 24 zum tragen.

Im postoperativen Röntgenbild kann man deutlich den unterminierenden Verlauf der Präparation erkennen, der den retrograden Verschluss fast kreisrund erscheinen lässt.

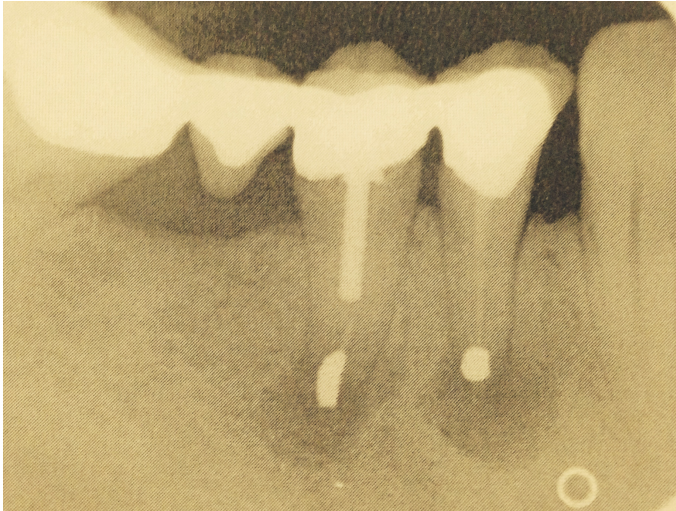


Abb. 5: Unmittelbar postoperative Röntgenkontrolle von reseziertem Zahn 44 und 45 mit rotierender retrograder Kavitätenpräparation und retrogradem Verschluss

2.2.2 Retrograde Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung (oszillierend)

Die retrograde Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung (nachfolgend oszillierende Operationsmethode genannt) erfolgt mithilfe von schallgetriebenen (ca. 7 kHz) oder ultraschallgetriebenen (ab 16 kHz) Handstücken, die an der eingespannten Aufbereitungsspitze eine hochfrequent oszillierende Bewegung erzeugen. Die damit einhergehende die Schwingungsenergie sorgt für einen zusätzlichen mechanischen Reinigungseffekt des Wurzelkanalsystems während der retrograden Kavitätenpräparation (von Arx 2001).

In der vorliegenden Untersuchung wurde das Gerät *Piezon Master 600* der Firma *EMS* sowie die zugehörigen Aufbereitungsspitzen verwendet, welches eine Oszillation zwischen 24 und 32 kHz ermöglicht.



Abb. 6: Piezon Master 600 der Firma EMS

Die Aufbereitungsspitzen sind in der Regel am Arbeitsende diamantbeschichtet und ermöglichen durch verschiedene Abwinkelungen eine schnelle, weitgehend achsengerechte Kanalaufbereitung, sowie eine vereinfachte Zugänglichkeit an weit palatinal, lingual oder distal liegenden Wurzelspitzen. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Ansätze verjüngen sich am Arbeitsende zur Spitze hin von 0,35mm auf 0,1mm Durchmesser und erlauben eine Aufbereitung bis maximal 3,2mm Länge.

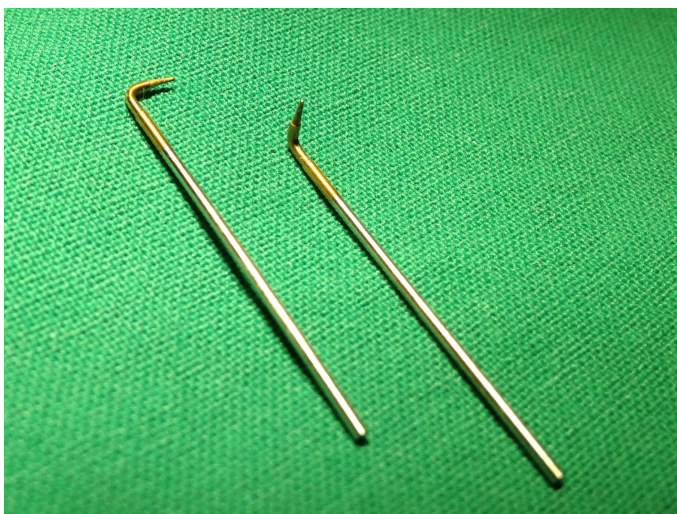


Abb. 7: Beschichtete Ultraschallansätze für Piezon Master 600

Eine stark ausgeprägte Anchrägung des Resektionsquerschnitts kann vermieden werden, da das Kanallumen durch die zierliche Gestaltung der Arbeitsspitzen auch bei einem kleineren operativen Zugang recht sicher und einfach erreicht werden kann.

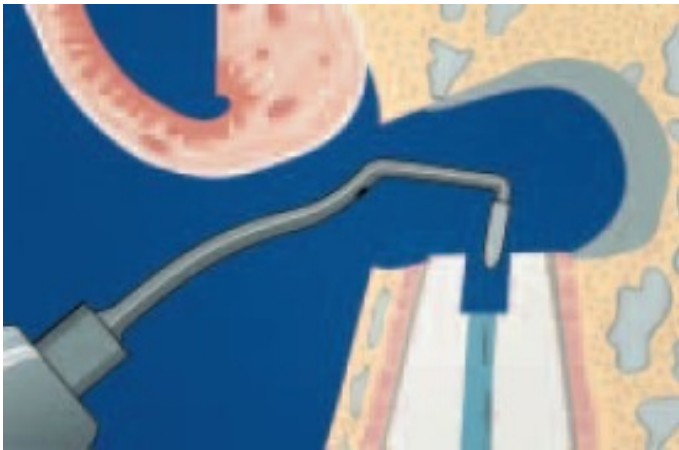


Abb. 8: Schematische Darstellung der oszillierenden retrograden Kanalaufbereitung, die durch die verwendete Arbeitsspitze mit entsprechender Abwinkelung eine exakt dem Wurzelkanalverlauf folgende und nahezu parallelwandige Aufbereitung ermöglicht (von Arx 2001)

Das Röntgenbild zeigt die nahezu parallelwandige, exakt dem Kanalverlauf folgende Aufbereitung mit anschließender retrograder Wurzelfüllung.

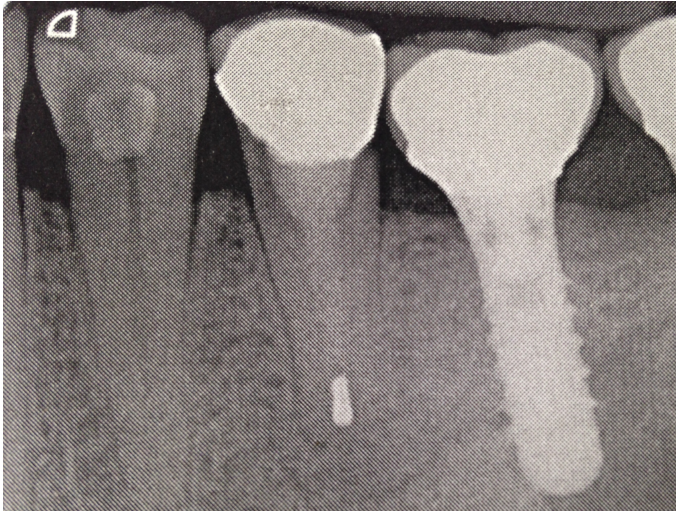


Abb. 9: Röntgenkontrolle (2 Jahre postoperativ) eines resezierten 35 mit retrograder Kanalaufbereitung und retrograder Wurzelfüllung

2.3 Beurteilung der Erfolgswahrscheinlichkeit

Da die Beurteilung der Erfolgswahrscheinlichkeit sowohl nach klinischen als auch radiologischen Kriterien erfolgte, wurden die nach dem in Punkt 2.1 erläuterten Verfahren ermittelten Zähne sowohl klinisch als auch weit möglichst röntgenologisch auf Inzidenz, Zeitpunkt und Ursache eines mögliche Rezidivs nachuntersucht. In den Fällen in denen die Nachuntersuchung nicht ausschliesslich praxisintern stattfinden konnte, wurden die Ergebnisse in Zusammenarbeit mit den überweisenden Kollegen ermittelt. Das Therapieergebnis wurde als *Erfolg* oder *Misserfolg* bewertet.

Analog zu den praxisinternen Nachuntersuchungsintervallen wurden die o.g., für die Entscheidung über einen Behandlungserfolg relevanten Untersuchungsergebnisse jeweils 1 Jahr (+/- 6 Monate), 2 Jahre (+/- 6 Monate), 3 Jahre (+/- 6 Monate), 5 Jahre (+/- 6 Monate) und 8 Jahre (+/- 6 Monate) nach dem Operationsdatum erhoben.

Zudem wurde für jeden Zeitraum ein `Bewertungszeitpunkt` genau 12 Monate nach Ablauf des jeweiligen Untersuchungszeitraums festgelegt, an dem für

jeden Zahn unabhängig vom eigentlichen zeitlichen Abstand zum Operationsdatum anhand der ermittelten Ergebnisse der Nachuntersuchung eine Einstufung in *Erfolg* oder *Misserfolg* stattfand.

2.3.1 Klinische Erfolgsbeurteilung

Für den klinischen Befund der Nachuntersuchung wurde besonderes Augenmerk auf das Vorhandensein der folgenden Symptome gelegt:

- Perkussionsempfindlichkeit
- fortschreitender Lockerungsgrad
- Fistelbildung
- apikomarginale Defektkommunikation (Paro-Endo-Läsion)
- Druckdolenz des Zahns
- Druckdolenz, Rötung oder Schwellung im Bereich der Wurzelspitze

Zudem subjektiv empfundene klinische Symptome:

- Aufbissempfindlichkeit
- Schmerz (persistierend oder rezidivierend)
- Drückgefühl in Apexnähe (persistierend oder rezidivierend)
- Elongation

Zudem wurden die Patienten über ein eventuelles einmaliges oder wiederholtes Auftreten der o.g. Symptome in der Vergangenheit befragt.

Klinisch wurde ein resezierter Zahn als Erfolg bewertet wenn er keines der o.g. Symptome eines Misserfolges aufwies.

2.3.2 Radiologische Erfolgsbeurteilung

Die radiologische Erfolgsbewertung erfolgte unter Zuhilfenahme der Klassifikation von *Molven et. al.* von 1996 bei der die vorhandene Reossifikation einer der folgenden Gruppen zugeordnet wird:

- komplette Heilung: knochendichte, texturierte Verschattung im Resektionsbereich; spaltartige Aufhellung direkt um den Neoapex gleichartiger Weite wie der PA-Spalt an nichtresezierten Zähnen
- inkomplette Heilung: knochendichte Verschattung im Resektionsbereich mit unscharf begrenztem Restaufhellungsbereich die eine kleinere Querschnittsfläche aufweist als unmittelbar postoperativ und/oder durch eine Knochenbrücke vom Neoapex getrennt dargestellt wird.
- unsichere Heilung: keine Größenveränderung der apikalen Transluzenz im weiteren zeitlichen Verlauf
- keine Heilung: flächenmäßig größer werdende apikale Transluzenz, eventuell scharf begrenzt, sowie Aufhellungen mit metalledichten Verschattungen

Hiernach werden die drei erstgenannten Gruppen als radiologisch Erfolg gewertet, die letzte Gruppe als Misserfolg (Molven et al. 1996).

Hierbei gilt es zu bedenken dass die knöcherne Regeneration zum einen von der Größe der Resektionshöhle zum anderen auch von deren Lokalisation abhängt und im Unterkiefer langsamer vonstatten geht (Hofer 1933; Wörle 1981). Zwar sind erste Anzeichen der Knochenregeneration bereits nach 2-3 Monaten radiologisch nachweisbar (Menzel 1972), dennoch wird Anfertigung eines Röntgenbildes zur Beurteilung des knöchernen Heilungsverlaufs erst nach einem

Jahr empfohlen (Sonnabend 1966; Wörle u. Wirsching 1977; Filippi u. Krastl 2008).

3 Ergebnisse und Auswertung

3.1 Geschlecht

Das gesamte Patientenkollektiv dieser Untersuchung umfasste 378 Patienten. Hiervon waren 169 Patienten (45%) männlichen und 209 (55%) Patienten weiblichen Geschlechts, was annähernd einem einem Verhältnis von 1:1 entspricht (Abb.10).

Hieraus kann man ableiten das es beim Auftreten von periapikalen Läsionen die eine WSR nach sich ziehen keinerlei geschlechtsspezifische Prävalenz gibt.

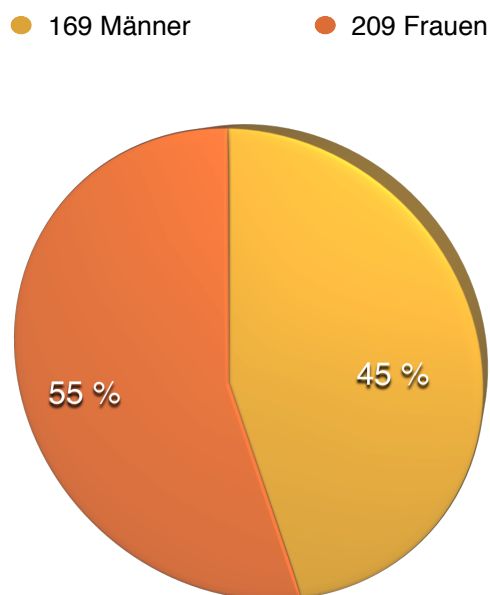


Abb. 10: Geschlechterverteilung

3.2 Alter

Hierzu wurden das Alter des Patienten zum Operationszeitpunkt bestimmt und einer Jeweiligen Altersgruppe zugeordnet (Abb. 11). Die Auswertung ergab, dass von den insgesamt 378 untersuchten Patienten ein Patient (1%) zur Altersgruppe 10-19 Jahre gehörte, 31 Patienten (8%) zur Altersgruppe 20-29 Jahre gehörten, 85 Patienten (22%) zur Altersgruppe 30-39 Jahre, 105 Patienten (28%) zur Altersgruppe 40-49 Jahre, 93 Patienten (25%) zur Altersgruppe 50-59 Jahre, 44 (11%) Patienten zur Altersgruppe 60-69, 14 Patienten (4%) zur Altersgruppe 70-79 Jahre und fünf Patienten (1%) zur Altersgruppe 80-89 Jahre. Den Altersgruppen 0-9 Jahre sowie 90-99 Jahre gehörte kein Patient an.

Die getrennte Auswertung der beiden Untersuchungszeiträume ergab keinen signifikanten Unterschied in der Altersverteilung.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt beträgt 47 Jahre.

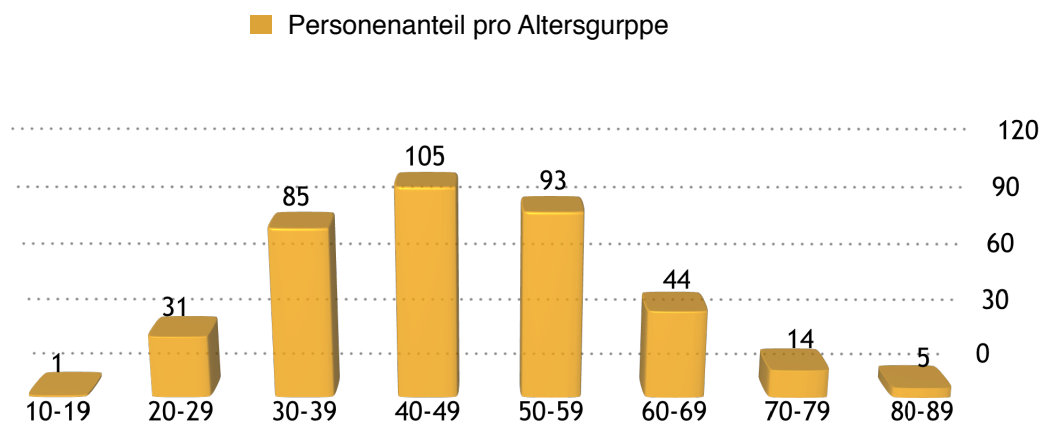


Abb. 11: Altersverteilung

3.3 Resezierte Zähne

Unter insgesamt 378 ausgewählten Zähnen befand sich 46-mal (12%) der Zahn 14, 80-mal (21%) der Zahn 15, 50-mal (13%) der Zahn 24, 63-mal (17%) der Zahn 25, 30-mal (8%) der Zahn 34, 38-mal (10%) der Zahn 35, 28-mal (8%) der Zahn 44 und 43-mal (11%) der Zahn 45 (Abb. 12).

Es fällt auf dass die oberen zweiten Prämolaren mit 21% und 17% am häufigsten vertreten sind und dass in jedem einzelnen Quadranten der zweite Prämolare häufiger vertreten ist als der erste Prämolare im selben Quadranten.

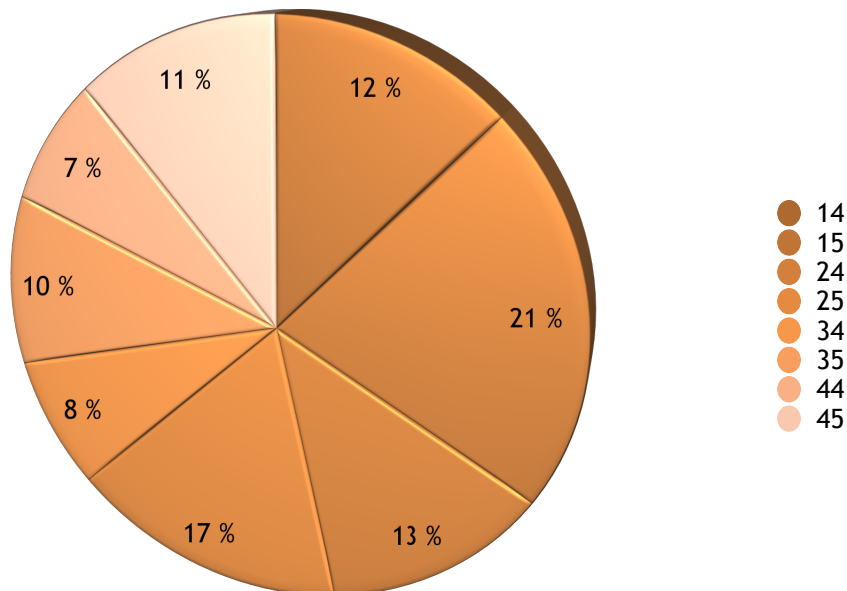


Abb. 12: Verteilung der untersuchten Zähne

3.4 Erfolgswahrscheinlichkeit

Die eigentliche Erfolgsbewertung ergab sich wie in Punkt 2.3 beschrieben aus einer Kombination der klinischen und röntgenologischen Ergebnisse der Nachuntersuchungen. Daraus folgernd wurden für entsprechenden Zähne analog zu den praxisinternen Nachuntersuchungsintervallen die o.g., für die Entscheidung über einen Behandlungserfolg relevanten Untersuchungsergebnisse jeweils 1 Jahr (+/- 6 Monate), 2 Jahre (+/- 6 Monate), 3 Jahre (+/- 6 Monate), 5 Jahre (+/- 6 Monate) und 8 Jahre (+/- 6 Monate) nach dem Operationsdatum erhoben.

Zudem wurde für jeden Zeitraum ein `Bewertungszeitpunkt` genau 12 Monate nach Ablauf des jeweiligen Untersuchungszeitraums festgelegt, an dem für jeden Zahn unabhängig vom eigentlichen zeitlichen Abstand zum Operationsdatum anhand der ermittelten Ergebnisse der Nachuntersuchung eine Einstufung in *Erfolg* oder *Misserfolg* stattfand.

3.4.1 Gesamtzeitraum

Hierzu wurden zunächst alle 378 ausgewählten Prämolaren unabhängig ihrer Operationsmethode und damit ihrer Zugehörigkeit zu einem der beiden Zeiträume untersucht und ausgewertet (Abb. 13).

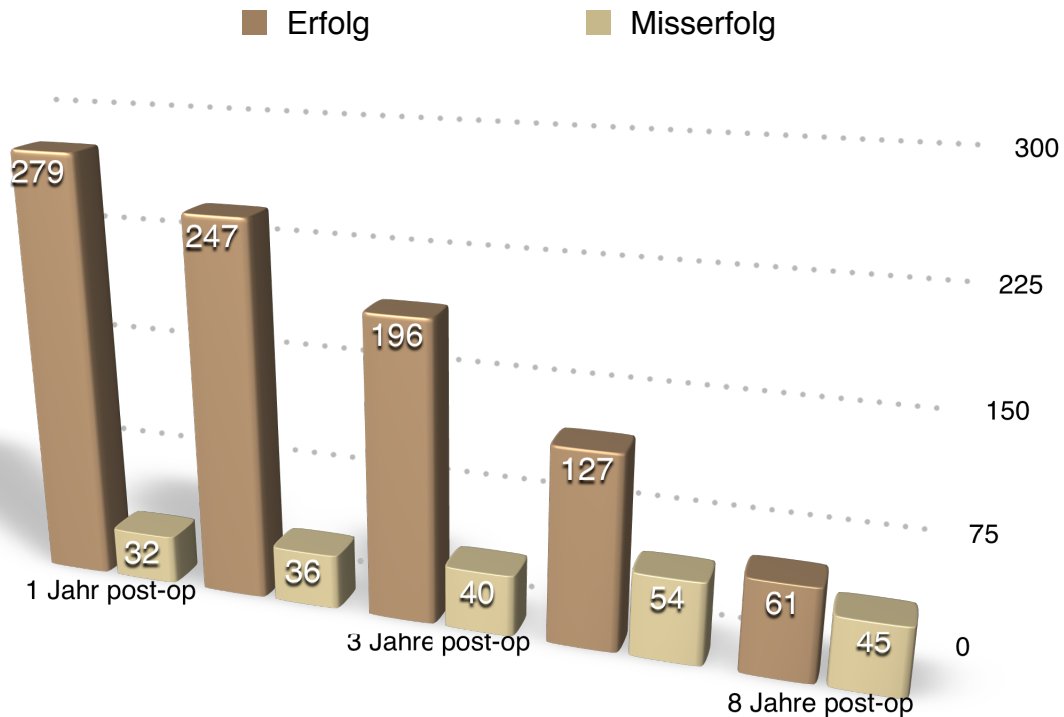


Abb. 13: Ergebnisse im Gesamtzeitraum unabhängig von der Operationsmethode

Von insgesamt 378 untersuchten Zähnen waren bei 67 Zähnen die Untersuchungsergebnisse ein Jahr postoperativ nicht nachvollziehbar (nachfolgend *Dropouts* genannt) .

Von den 311 Prämolaren mit nachvollziehbarem Ergebnis wurden 279 (89,8%) als *Erfolg* und 32 (10,2%) als *Misserfolg* eingestuft.

Nach 2 Jahren lieferten 283 Zähne ein nachvollziehbares Ergebnis, von denen 247 (87,3%) als *Erfolg* und 36 (12,7%) als *Misserfolg* bewertet wurden.

95 Zähne fielen als *Dropouts* ohne nachvollziehbares Ergebnis aus der Bewertung heraus.

3 Jahre postoperativ gab es bei 142 *Dropouts* noch 236 Zähne mit nachvollziehbaren Ergebnissen. 196 Zähne (83,1%) wurden als *Erfolg*, 40 Zähne (16,9%) als *Misserfolg* eingestuft.

Bei 181 Zähnen konnten 5 Jahre postoperativ Untersuchungsergebnisse dokumentiert werden (197 *Dropouts*), von denen 127 (70,2%) als *Erfolg* sowie 54 (29,8%) als *Misserfolg* gewertet wurden.

8 Jahre postoperativ konnten nur noch an 106 Zähnen gesicherte Untersuchungsergebnisse dokumentiert werden. Die Zahl der *Dropouts* überwiegt mit 272 deutlich. 61 (57,5%) konnten als Erfolg und 45 (42,5%) als Misserfolg bewertet werden.

3.4.2 Rotierende Operationsmethode

Zur Bewertung des Therapieerfolgs der rotierenden Operationsmethode mit retrograder Kavitätenpräparation und retrogradem Verschluss wurden 193 Prämolaren untersucht, die im Zeitraum 1 vom 02.09.1997 bis 02.03.2004 ausschließlich nach ebendieser Methode reseziert wurden (Abb. 14).

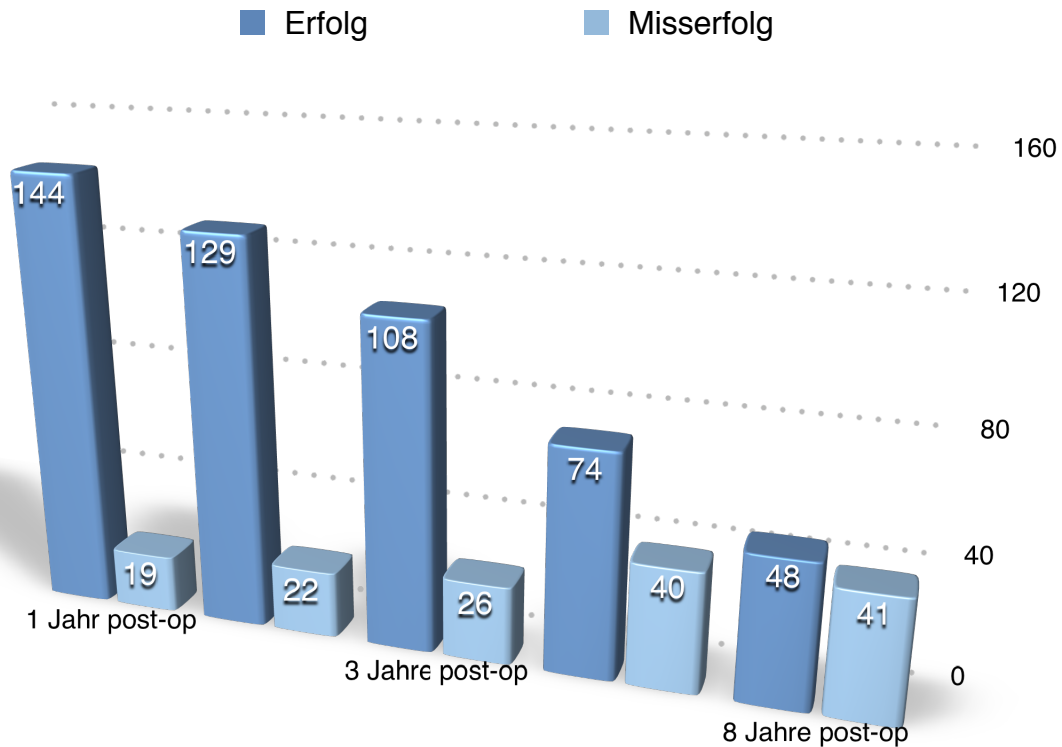


Abb. 14: Ergebnisse der rotierenden Operationsmethode im Zeitraum 1

Von insgesamt 193 ausgewählten Zähnen im Zeitraum 1 konnten bei 30 Zähnen die Untersuchungsergebnisse ein Jahr postoperativ nicht nachvollzogen werden. Von den beurteilbaren 163 Prämolaren wurden 144 (88,3%) als *Erfolg* und 19 (11,7%) als *Misserfolg* eingestuft.

2 Jahre postoperativ lieferten 151 Zähne ein nachvollziehbares Ergebnis, von denen 129 (85,4%) als *Erfolg* und 22 (14,6%) als *Misserfolg* bewertet wurden. 42 Zähne galten als *Dropouts* und fielen ohne nachvollziehbares Ergebnis aus der Bewertung heraus.

An 134 Zähnen konnten 3 Jahre postoperativ Untersuchungsergebnisse dokumentiert werden (59 *Dropouts*), von denen 108 (80,6%) als *Erfolg* sowie 26 (19,4%) als *Misserfolg* gewertet wurden.

5 Jahre postoperativ gab es bei 79 *Dropouts* noch 114 Zähne mit nachvollziehbaren Ergebnissen. 74 Zähne (64,9%) wurden als *Erfolg*, 40 Zähne (35,1%) als *Misserfolg* eingestuft.

Nach 8 Jahren konnten noch insgesamt 89 Zähne nachvollzogen werden, von denen 48 (53,9%) als *Erfolg* und 41 (46,1%) als *Misserfolg* bewertet wurden. 104 Zähne fielen als *Dropouts* heraus.

12 Monate nach Ende des ersten Untersuchungszeitraums, wurde der `Bewertungszeitpunkt` auf den 02.03.2005 festgelegt. Durchschnittlich vergingen vom Operationstermin bis zu diesem Tag 4,5 Jahre.

Es konnten von den insgesamt 193 untersuchten Prämolaren an 120 Untersuchungsergebnisse ausgewertet werden, 73 Zähne galten als *Dropouts*. Von den 120 beurteilbaren Zähnen wurden 90 (75,0%) als *Erfolg* und 30 (25,0%) als *Misserfolg* bewertet wurden (Abb. 15).

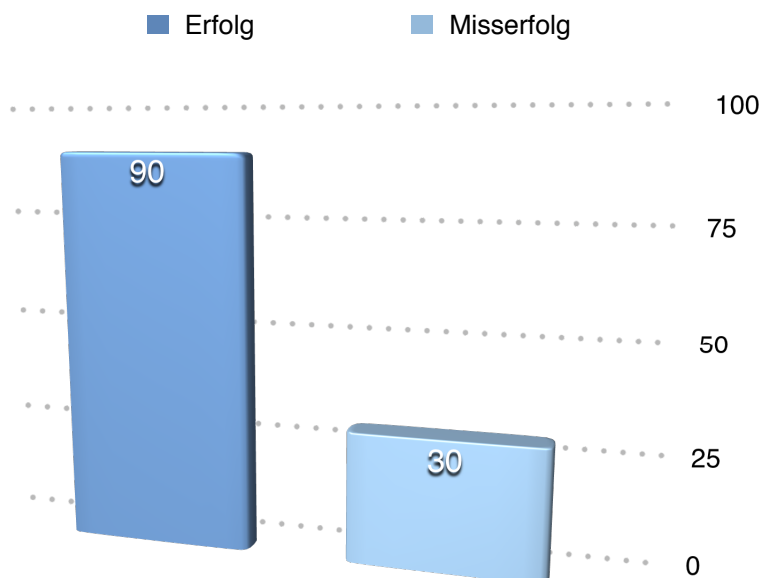


Abb. 15: Ergebnis der rotierenden Operationsmethode zum Bewertungszeitpunkt

3.4.3 Oszillierende Operationsmethode

Zur Auswertung der oszillierende Operationsmethode mit retrograden Kanalaufbereitung und retrograder Wurzelfüllung wurden insgesamt 185 Zähne ausgewählt, die im Zeitraum 2 von 3.3.2004 bis 2.9.2010 nach dieser Operationsmethode reseziert wurden (Abb. 16).

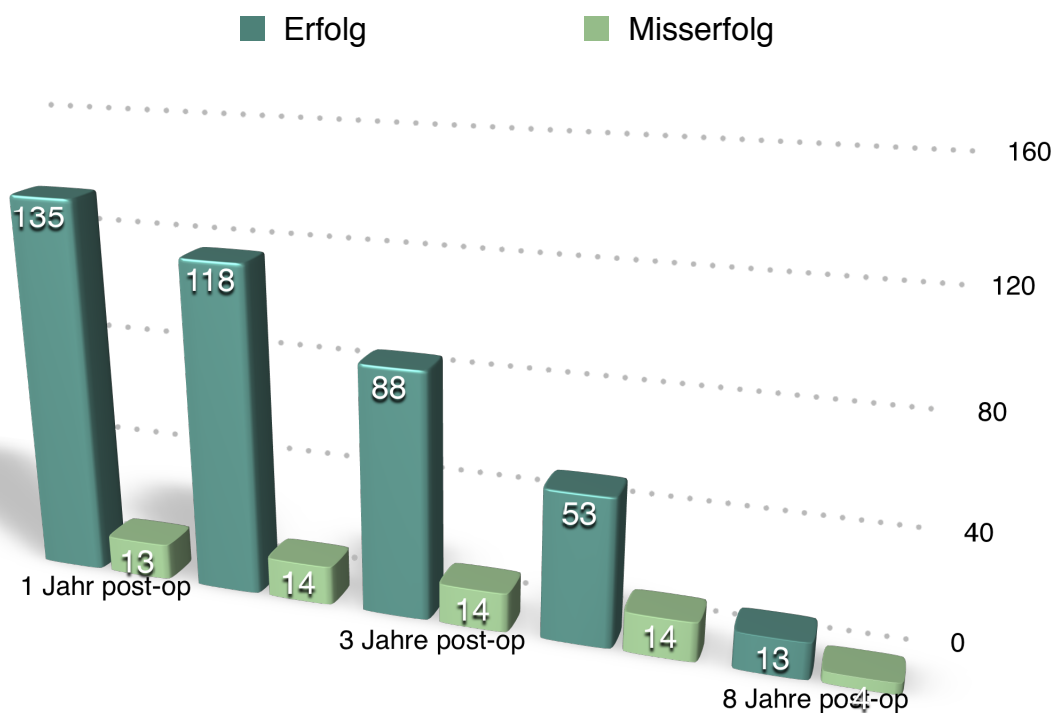


Abb. 16: Ergebnisse der oszillierenden Operationsmethode im Zeitraum 1

Bei der postoperativen Kontrolle nach einem Jahr lieferten 148 Zähne ein nachvollziehbares Ergebnis, von denen 135 (91,2%) als *Erfolg* und 13 (8,8%) als *Misserfolg* bewertet wurden.

37 Zähne galten als *Dropouts* und fielen ohne nachvollziehbares Ergebnis aus der Bewertung heraus.

2 Jahre postoperativ gab es bei 53 Dropouts noch 132 Zähne mit nachvollziehbaren Ergebnissen. 118 Zähne (89,4%) wurden als *Erfolg*, 14 Zähne (10,6%) als *Misserfolg* eingestuft.

3 Jahre postoperativ lieferten 102 Zähne ein nachvollziehbares Ergebnis, von denen 88 (86,3%) als *Erfolg* und 14 (13,7%) als *Misserfolg* bewertet wurden. 83 Zähne galten als *Dropouts* und fielen ohne nachvollziehbares Ergebnis aus der Bewertung heraus.

Nach 5 Jahren konnten bei 67 Zähnen Untersuchungsergebnisse dokumentiert werden (118 *Dropouts*) von denen 53 (79,1%) als *Erfolg* sowie 14 (20,9%) als *Misserfolg* gewertet wurden.

Eine postoperative Kontrolle nach 8 Jahren konnten nur noch an 17 Zähnen mit nachvollziehbarem Ergebnis durchgeführt werden, von denen 13 (76,5%) als *Erfolg* und 4 (23,5%) als *Misserfolg* bewertet wurden.

An 168 Zähnen konnten zu diesem Zeitpunkt keine Ergebnisse mehr dokumentiert werden.

Auf den 02.09.2011, genau 12 Monate nach Ende des zweiten Untersuchungszeitraums konnten, wurde der Bewertungszeitpunkt dieses Zeitraums festgelegt. Es vergingen durchschnittlich ca. 5,25 Jahre seit dem Operationstermin.

Von den 185 untersuchten Zähnen an konnten zu diesem Zeitpunkt an 110 Prämolaren Ergebnisse ausgewertet werden, 75 Zähne galten als *Dropouts*.

Von den beurteilbaren Zähnen wurden 93 (84,5%) als *Erfolg* und 17 (15,5%) als *Misserfolg* bewertet wurden (Abb. 17).

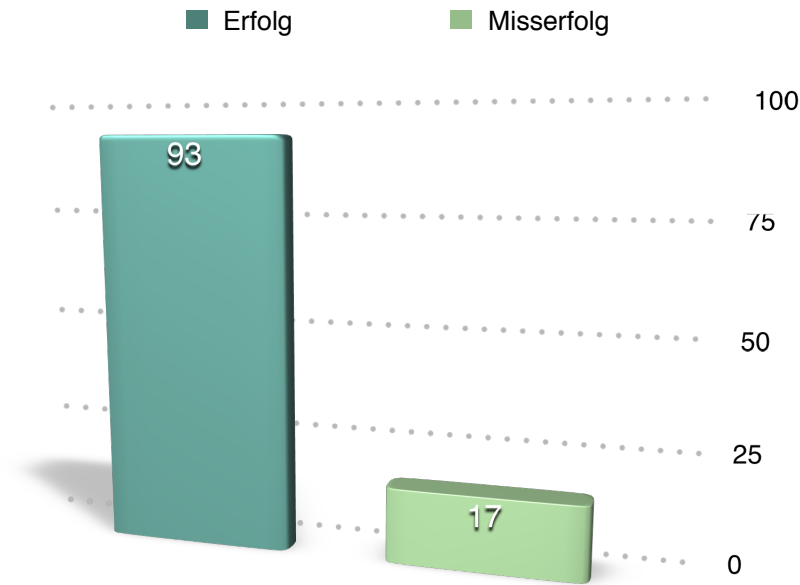


Abb. 17: Ergebnis der oszillierenden Operationsmethode zum Bewertungszeitpunkt

3.4.4 Vergleich der Misserfolgsraten

Nun werden zum Vergleich der beiden Operationsmethoden die jeweiligen Misserfolgsraten zum entsprechenden Zeitpunkt der Nachuntersuchung einander gegenübergestellt.

3.4.4.1 Ein Jahr postoperativ

Bei den ein Jahr postoperativ durchgeführten Nachuntersuchungen stehen sich 11,7% für die rotierende Aufbereitungsmethode und 8,8% für die oszillierende Methode als *Misserfolgsquote* gegenüber, die *Erfolgsquote* liegt entsprechend bei 88,3% und 91,2% (Abb. 18).

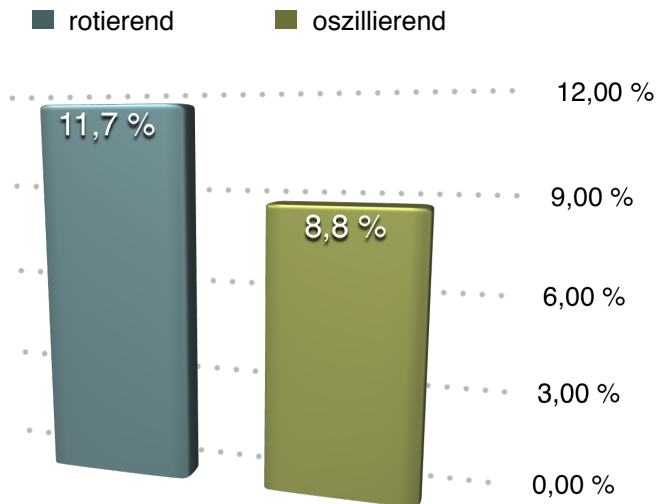


Abb. 18: Vergleich der Misserfolgsraten ein Jahr postoperativ

3.4.4.2 Zwei Jahre postoperativ

Nach 2 Jahren wurde für die rotierende Technik eine *Misserfolgsquote* von 14,6%, für die oszillierende Technik von 10,6% ermittelt. Die *Erfolgsquote* liegt folglich bei 85,4% und 89,4% (Abb. 19).

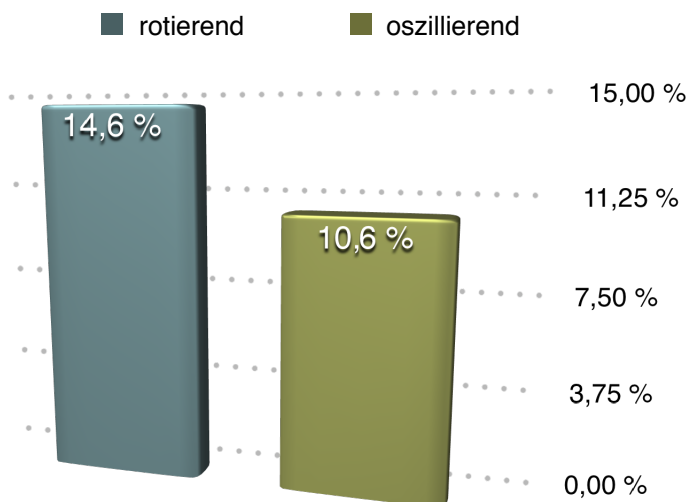


Abb. 19: Vergleich der Misserfolgsraten zwei Jahre postoperativ

3.4.4.3 Drei Jahre postoperativ

3 Jahre postoperativ liegt für die rotierende Methode die *Misserfolgsquote* bei 19,4%, für die oszillierende Methode bei 13,7%. Die *Erfolgsquote* beträgt jeweils 80,6% und 86,3% (Abb. 20).

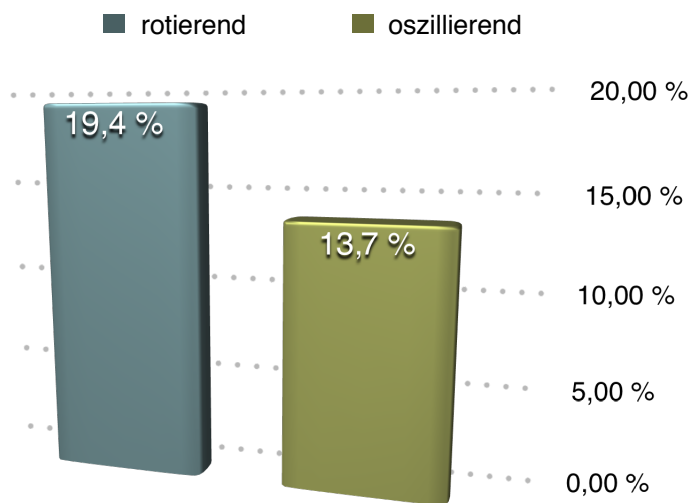


Abb. 20: Vergleich der Misserfolgsraten drei Jahre postoperativ

3.4.4.4 Fünf Jahre postoperativ

5 Jahre postoperativ stehen sich 35,1% für die rotierende Technik und 20,9% für das oszillierende Verfahren als *Misserfolgsquote* gegenüber, die *Erfolgsquote* liegt bei 64,9% und 79,1% (Abb. 21).

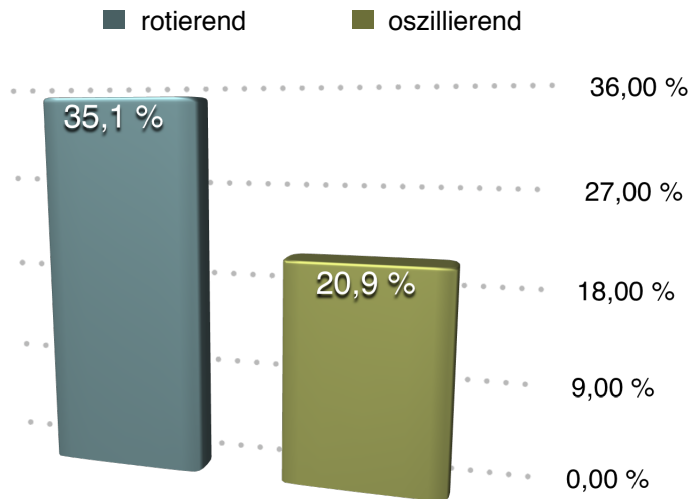


Abb. 21: Vergleich der Misserfolgsraten fünf Jahre postoperativ

3.4.4.5 Acht Jahre postoperativ

Nach 8 Jahren beträgt die *Misserfolgsquote* 46,1% für die rotierende Methode und 23,5% für die oszillierende Technik. Als *Erfolgsquote* wurden für rotierend 53,9% und 76,5% für oszillierend ermittelt (Abb. 22).

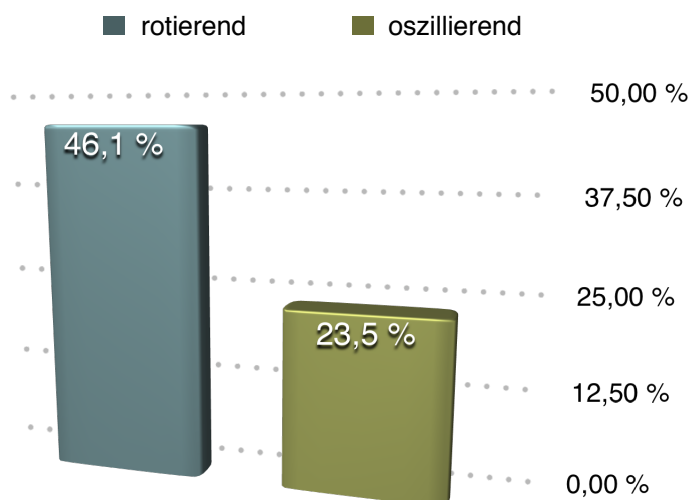


Abb. 22: Vergleich der Misserfolgsraten acht Jahre postoperativ

3.4.4.6 Bewertungszeitpunkt

Zu `Bewertungszeitpunkt`, genau 12 Monate nach Ende des jeweiligen Untersuchungszeitraums liegt die *Misserfolgsquoten* für die rotierende Methode bei 25,0% und für die oszillierende Technik bei 15,5%.

Dementsprechend finden sich *Erfolgsquoten* von 75,0% und 84,5% (Abb. 23).

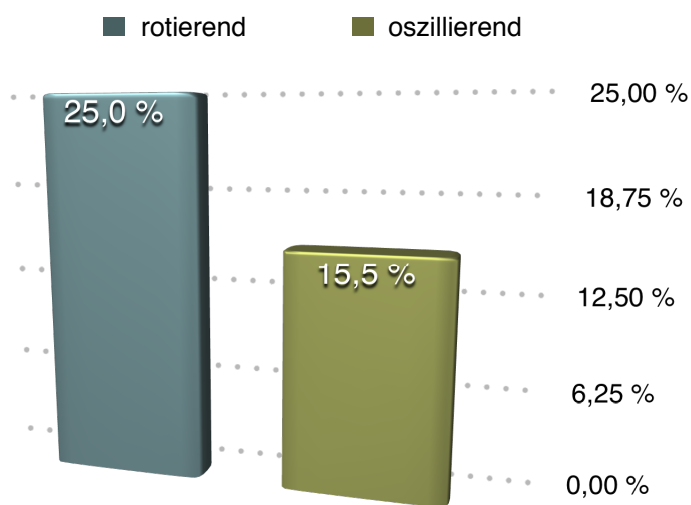


Abb. 23: Vergleich der Misserfolgsraten zum Bewertungszeitpunkt

3.4.5 Vergleich der Misserfolgsraten im zeitlichen Verlauf

Die Abbildung 23 veranschaulicht in einem Diagramm den Vergleich der ermittelten Werte für die *Misserfolgsquote* der beiden Teilzeiträume (und damit der jeweiligen Operationsmethode) sowie den Gesamtzeitraum mit wachsendem zeitlichen Abstand zum Operationstermin (Abb. 24).

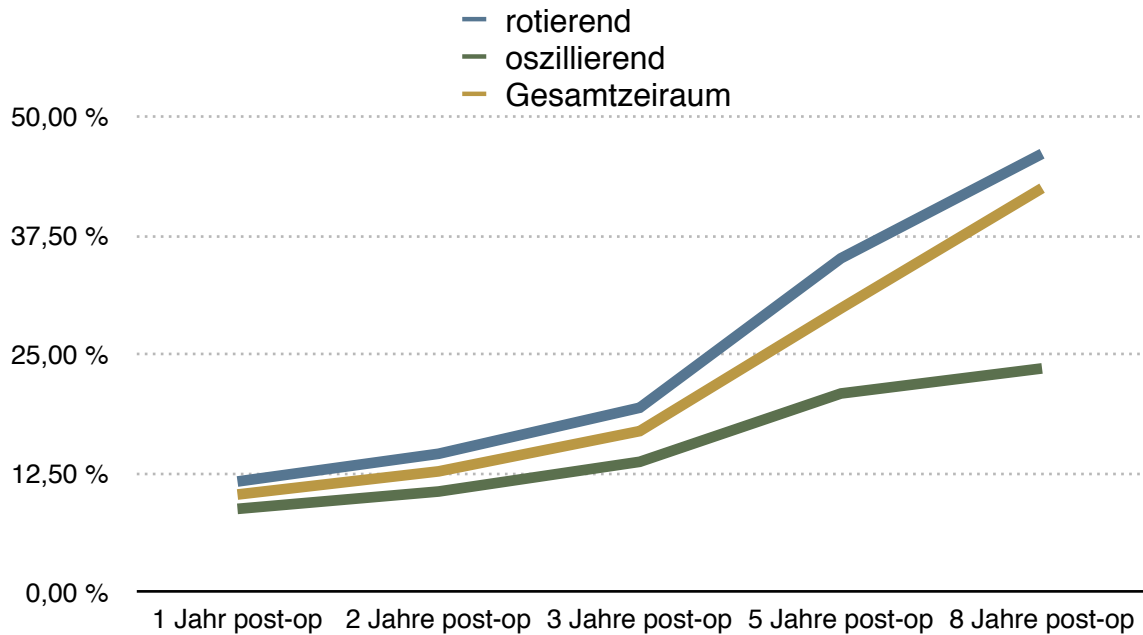


Abb. 24: Vergleich der Misserfolgsraten im zeitlichen Verlauf

Durchweg liegen die Werte für oszillierende Operationstechnik niedriger als für die rotierende Operationstechnik.

Während die Werte in den ersten drei Jahren postoperativ noch recht nahe beieinander liegen, zeigt sich danach mit wachsendem zeitlichen Abstand zum Operationstermin im immer größerer Abstand zwischen den Werten.

3.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für den Gesamtzeitraum wurde für das gesamte Kollektiv aller nachvollziehbaren Zähne eine Misserfolgsquote von 10,2% ein Jahr postoperativ ermittelt. Diese stieg zwei Jahre postoperativ auf 12,7%, drei Jahre postoperativ auf 16,9%, fünf Jahre postoperativ auf 29,8% und schliesslich auf 42,5% acht Jahre postoperativ.

Bei der rotierenden Operationsmethode ergab sich ein Jahr postoperativ eine Misserfolgsquote von 11,7%, zwei Jahre postoperativ von 14,6%, drei Jahre postoperativ von 19,4%, fünf Jahre postoperativ von 35,1% sowie acht Jahre postoperativ von 46,1%. Am Bewertungszeitpunkt wurde für diese Operationsmethode eine Misserfolgsquote von 25,0% ermittelt.

Die oszillierende Operationsmethode zeigte ein Jahr postoperativ eine Misserfolgsquote von 8,8%, zwei Jahre postoperativ von 10,6%, drei Jahre postoperativ von 13,7%, fünf Jahre postoperativ von 20,9% und acht Jahre postoperativ von 23,5%. Am Bewertungszeitraum lag die Misserfolgsquote bei 15,5%.

4 Diskussion

4.1 Allgemein

Innerhalb eines Zeitraums von 13 Jahren zwischen dem 03.09.1997 und dem 02.09.2010 wurden im Zentrum für zahnärztliche Chirurgie, Repperndorferstr. 8a, 97381 Kitzingen vom ärztlichen Leiter Dr. med. Dr. med. dent. Christoph Will 1428 Prämolaren operiert. Hiervon wurden 733 zwischen dem 03.09.1997 und 02.03.2004 (Zeitraum 1) nach der rotierenden Technik der retrograden Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss, sowie 695 zwischen dem 03.03.2004 und dem 02.09.2010 (Zeitraum 2) nach der oszillierenden Technik der retrograden Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung operiert.

Alle Zähne dieser Untersuchung waren entweder bereits vom überweisenden Zahnarzt orthograd wurzelgefüllt oder es wurde ein oder mehrere Tage präoperativ in o.g. Praxis eine orthograde Wurzelfüllung gelegt, da eine Wurzelspitzenresektion an einem nicht endodontisch behandelten Zahn mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Misserfolg führt (Danin et al. 1999). Nicht berücksichtigt wurden Prämolaren bei denen der Eingriff von anderen Behandlern in der gleichen Praxis durchgeführt wurde oder bei denen die orthograde Wurzelfüllung erst intraoperativ durchgeführt wurde.

Anhand vollständiger Namenslisten wurde jeder dritte Patient ausgewählt, was für den Zeitraum 1 eine Patientenzahl von 193, für den Zeitraum 2 von 185, also eine Gesamtzahl von 378 Patienten für den kompletten Untersuchungszeitraum ergab.

Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich der Unterschied im Langzeiterfolg zweier unterschiedlicher retrograder Aufbereitungsmethoden untersucht werden sollte, wurden bei allen sonstigen, den Langzeiterfolg beeinflussenden Faktoren nahezu identische Bedingungen geschaffen. Die Beschränkung auf nur einen Operateur, einen engen Zahnbereich sowie auf ein

identisches Wurzelfüllungsmaterial schuf weitgehend einheitliche technische und anatomische Bedingungen sowie nahezu einheitliche Qualitäts- und Operationsstandards.

Zum Vergleich der zwei Operationsmethoden unterschieden sich diese daher lediglich in der Methode der retrograden Kanalaufbereitung sowie der damit verbundenen Füllung, wurden ansonsten aber nach der exakt gleichen Operationstechnik und unter den gleichen Rahmenbedingungen durchgeführt.

Das gesamte Patientenkollektiv dieser Untersuchung umfasste 378 Patienten. Vergleichbare Studien weisen zum Großteil eine weitaus geringere Patientenzahl auf, lediglich *Grung 1990* (477 Fälle), *Halse 1991* (474 Fälle), *Gath 1995* (298 Fälle) und *Peñarrocha 2007* (333 Fälle) kommen auf eine ähnliche große Anzahl an erfassten Fällen, *Fugazzotto 2001* sowie *Wesson und Gale 2003* weisen mit 701 und 1007 Zähnen als einzige eine deutlich höhere Fallzahl auf.

Der gesamte Untersuchungszeitraum erstreckt sich über 13 Jahre. Während *Bühler 1988*, *August 1996* und *Blomlöf 1997* mit jeweils 10 Jahren, *Basten 1996* mit 12 Jahren sowie *Fugazzotto 2001* mit 15 Jahren einen vergleichbar langen Zeitraum angeben, findet sich in den meisten vergleichbaren Publikationen ein deutlich kürzerer Untersuchungszeitraum.

169 (45%) der untersuchten Patienten waren Männer, der Anteil der Frauen überwiegt mit 209 (55%) leicht. Gaben *Maddalone et al.* im Jahre 2003 den Anteil der Frauen mit 65% an, verweist *Speich* ebenfalls 2003 auf einen weiblichen Anteil von 60%, *Wang et al.* kommen 2004 auf einen weiblichen Anteil von 68%, *Tsesis 2005* auf 58%, *Eigenwillig 2007* auf 57%, *Weiler* im Jahr 2009 auf 63%, *Wiemer* in 2010 auf 54% sowie *von Arx et al. 2011* auf 55% weibliche Patienten. Es zeigt sich demnach in allen Studien ein leicht höherer Anteil an weiblichen Personen.

Hierzu muss zudem angemerkt werden, dass zwar laut aktuellem Zensus des statistischen Bundesamtes 48,9% der deutschen Bevölkerung männlichen und 51,1% weiblichen Geschlechts sind, der weibliche Anteil also in einem deutlich

geringeren Maße überwiegt als in den oben genannten Untersuchungen, Frauen aber laut einer Studie von *Jornung* generell wesentlich mehr Wert auf dentale Ästhetik legen und somit auch eher gewillt sind sich einem operativen Eingriff zum Zahnerhalt zu unterziehen (Statistisches Bundesamt 2012; *Jornung* 2007). Männliche Patienten dagegen entscheiden sich eher für eine Extraktion (*Link* 1935).

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationstermin lag bei 47 Jahren, der jüngste Patient war zum Operationszeitpunkt 16 Jahre alt, der älteste Patient 87 Jahre.

Der Altersgipfel lag in der Gruppe 40-49 Jahre. Mit 105 Patienten (28%) hatte diese Altersgruppe die meisten Vertreter, gefolgt von der Gruppe der 50-59jährigen mit 93 Patienten (25%) sowie der Altersgruppe 30-39 Jahre mit 85 Patienten (22%). Somit waren 75% der Patienten zwischen 30 und 59 Jahre alt. Die übrigen Altersgruppen hatten mit 44 (11%) Patienten bei 60-69 Jahren, 31 Patienten (8%) bei 20-29 Jahren, 14 Patienten (4%) in der Altersgruppe 70-79 Jahre sowie 5 (1%) in der Altersgruppe 80-89 und einem Patienten zwischen 10 und 19 Jahren deutlich weniger Vertreter.

Ähnliche Altersverteilungen finden sich in der publizierten Literatur. So berichten *Maddalone et al.* im Jahre 2003 von 40 Jahren als Durchschnittsalter, *Speich* ebenfalls 2003 von 46 Jahren und einer ähnlichen Verteilung der einzelnen Altersgruppen, *Weiler* im Jahr 2009 von 43,3 Jahren, *Wiemer* in 2010 von 44,1 Jahren, *von Arx, et al.* 2011 von einem Durchschnittsalter von 49,7.

Somit scheint in dieser Altersgruppe der Wunsch nach Zahnerhalt besonders groß. Dies lässt sich möglicherweise damit begründen dass viele Patienten zu diesem Zeitpunkt ein lückenfreies Gebiss besitzen und stark daran interessiert sind eine mögliche prothetische Versorgung hinauszuzögern oder eine bestehende prothetische Konstruktion noch möglichst lange zu erhalten. Dieses Interesse scheint jedoch mit zunehmendem Alter zu sinken (*Weiler* 2009).

Unter insgesamt 378 ausgewählten Zähnen befand sich 46-mal (12%) der Zahn 14, 80-mal (21%) der Zahn 15, 50-mal (13%) der Zahn 24, 63-mal (17%) der

Zahn 25, 30-mal (8%) der Zahn 34, 38-mal (10%) der Zahn 35, 28-mal (8%) der Zahn 44 und 43-mal (11%) der Zahn 45.

Somit waren 63% der untersuchten Zähne Prämolaren des Oberkiefers und lediglich 37% Prämolaren des Unterkiefers. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen der Untersuchung von *Viktorov* aus dem Jahr 2006 zur Prävalenz apikaler Parodontiden, dass endodontische Maßnahmen im Oberkiefer im Vergleich zum Unterkiefer etwa doppelt so häufig durchgeführt werden.

Die oberen zweiten Prämolaren sind mit 21% und 17% am häufigsten vertreten. In jedem einzelnen Quadranten ist der zweite Prämolare häufiger vertreten als der erste Prämolare im selben Quadranten.

In den meisten publizierten Studien erfolgt lediglich eine Spezifizierung nach Ober- und Unterkiefer, nicht jedoch ob es sich hierbei um einen Frontzahn, Prämolare oder Molare handelt.

So überwiegen bei *Speich 2003* die Zähne des Oberkiefers mit 59%, bei *Wang et al.* überwiegen 2004 die oberen Zähne mit 57 %, bei *Wiemer 2010* mit 61%

Betrachtet man die wenigen Untersuchungen bei denen man die Verteilung ausschließlich von Prämolaren auf Ober- und Unterkiefer ableiten kann, findet man bei *Tsesis 2005* einen Anteil von 83% oberer Prämolaren, bei *Eigenwillig* überwiegen 2007 die oberen Prämolaren mit 62% in einem ähnlichen Verhältnis wie in der vorliegenden Untersuchung, allerdings waren bei *Tsesis* nur 18 und bei *Eigenwillig* nur 21 der untersuchten Zähne Prämolaren.

4.2 Erfolgswahrscheinlichkeit

In der Literatur finden sich Untersuchungen mit publizierten Erfolgswahrscheinlichkeiten von 44% von *Friedman* aus dem Jahr 1991 und *Schwarz-Arad* aus dem Jahr 2003 bis hin zu den von *Kim 2006* publizierten 96%.

Diese hängt vom Ausgangsbefund des Zahns ab, also der Größe, Art und Ausdehnung der periapikalen Läsion, dem Vorliegen einer parodontalen Schädigung oder Wurzelfraktur, sowie eventuell bereits erfolgten operativen Eingriffen an dem betroffenen Zahn, des weiteren aber auch vom Verlauf der einzelnen Operation und hierbei vor allem ob das Granulations- oder Zystengewebe vollständig entfernt werden konnte, die Wurzelspitze ausreichend gekürzt wurde, alle Wurzelkanäle und Isthmen bakteriendicht gefüllt und die Wunde abschliessend nach den Regeln der allgemeinen Chirurgie verschlossen werden kann.

Über den idealen Zeitpunkt zur Beurteilung des Behandlungserfolgs finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Zum Teil wird eine Erfolgsbeurteilung bereits nach wenigen Monaten vorgenommen (Häcki 1975; Jesslen et al. 1995; Jansson et al. 1997; Abou-Rass u. Bogen 1998; Hell u. Bier 2000; Pecora et al. 2001; Eigenwillig 2007), während andere diese nach 12 Monaten durchführen (Franz et al. 1987; Rubinstein 1997; von Arx et al. 2001; Filippi u. Krastl 2008) oder bis zu 42 Monate warten (Norer 1978). Zum Teil wird empfohlen einen deutlich längeren Abstand zum Operationszeitpunkt vergehen zu lassen, da beispielsweise Zähne deren Prognose bezüglich des Behandlungserfolgs ein Jahr postoperativ noch als nicht gesichert eingestuft wurde, nach einer deutlich längeren Beobachtungszeit von mehreren Jahren häufig keinerlei Beschwerdesymptomatik aufweisen und vollständig ausheilen können (Wang et al. 2004; Molven et al. 2002).

Die Nachuntersuchung sollte regelmässig alle 12 Monate durchgeführt werden (Filippi u. Krastl 2008).

Für die ausgewählten Zähne wurden entsprechend der praxisinternen Nachuntersuchungsintervalle alle zur Entscheidung über einen Behandlungserfolg oder Misserfolg relevanten Untersuchungsergebnisse und Befunde jeweils 1 Jahr (+/- 6 Monate), 2 Jahre (+/- 6 Monate), 3 Jahre (+/- 6 Monate), 5 Jahre (+/- 6 Monate) und 8 Jahre (+/- 6 Monate) nach dem Operationsdatum erhoben.

Zudem wurde für jeden Zeitraum ein `Bewertungszeitpunkt` genau 12 Monate nach Ablauf des jeweiligen Untersuchungszeitraums festgelegt, an dem für jeden Zahn unabhängig vom eigentlichen zeitlichen Abstand zum Operationsdatum eine Bewertung als *Erfolg* oder *Misserfolg* stattfand.

Die Einstufung als *Erfolg* oder *Misserfolg* erfolgte nach klinischen und radiologischen Kriterien.

Für die klinische Bewertung wurden die Zähne bei der Nachuntersuchung auf das Vorhandensein der Symptome Perkussionsempfindlichkeit, fortschreitender Lockerungsgrad, Fistelbildung, apikomarginale Defektkommunikation (Paro-Endo-Läsion), Druckdolenz des Zahns sowie Schwellung, Rötung oder Druckdolenz im Bereich der Wurzelspitze untersucht.

Zudem wurden die Patienten über ein eventuelles einmaliges oder wiederholtes Auftreten von Aufbissempfindlichkeit, Schmerz (persistierend oder rezidivierend), Drückgefühl in Apexnähe (persistierend oder rezidivierend) oder Elongation befragt.

Der wurde Zahn als Erfolg bewertet wenn er keines der o.g. Symptome aufwies. Vergleichbare Untersuchungen zeigen weitgehend gleiche Kriterien zur klinischen Beurteilung eines Erfolgs oder Misserfolgs (Bull u. Neugebauer 1979; Herzog et al. 1995; Hell u. Bier 2000; von Arx et al. 2003; Nentwig 2004; von Arx 2008; Weiler 2009; Koch et al. 2010; Wiemer 2010)

Für die radiologische Erfolgsbewertung erfolgte eine Einteilung der vorhandenen Reossifikation in Gruppen gemäß Klassifikation von Molven et. al.:

- komplette Heilung mit knochendichter, texturierter Verschattung im Resektionsbereich
- inkomplette Heilung mit unscharf begrenztem Restaufhellungsbereich kleineren Querschnitts
- unsichere Heilung ohne weiter Größenveränderung der apikalen Transluzenz
- keine Heilung mit flächenmäßig größer werdende apikale Transluzenz,

Hiernach werden die drei erstgenannten Gruppen als radiologisch Erfolg gewertet, die letzte Gruppe als Misserfolg. (Molven et.al., 1996)

Andere Autoren werten nur eine vollständige knöcherne Regeneration der Resektionshöhle mit Wiederausbildung einer durchgängigen Lamina dura als radiologischen Erfolg (Hofer 1933; Bull u. Neugebauer 1979; Wörle 1981; Filippi u. Krastl 2008; Wiemer 2010), wobei man bei einer unscharf begrenzten unregelmäßigen apikalen Transluzenz mit vorhandener Lamina dura in Kombination mit klinischer Beschwerdefreiheit von einer narbigen Ausheilung und damit von einem Behandlungserfolg ausgehen kann (Hofer 1933; Hell u. Bier, 2000; Wiemer 2010).

Da die knöcherne Regeneration wesentlich länger dauert als die klinisch wurde die erste Kontrollröntgenaufnahme wenn möglich 1 Jahr postoperativ angefertigt. Dieser Abstand zum Operationstermin wird von mehreren Autoren in vergleichbaren Untersuchungen als notwendig und sinnvoll beschrieben (Sonnabend 1966; Wörle u. Wirsching 1977; Filippi u. Krastl 2008). *Maddalone* empfiehlt 2003 eine Einschätzung des Behandlungserfolges anhand des Röntgenbildes erst nach 2 Jahren vorzunehmen. Das Röntgenbild dient zwar als wertvolles Hilfsmittel und unterstützt die klinische Diagnostik, kann aber nie als alleiniger Beweis eines Behandlungserfolgs dienen, da es sich um eine zweidimensionale Darstellung einer dreidimensionalen Struktur handelt (Hofer 1933; Seyfarth 1962; Sonnabend 1966; Guldener u. Langeland 1987; Kielhorn u. Haessler 2002; Wiemer 2010).

Betrachtet man die Untersuchungsergebnisse ein Jahr postoperativ, so konnte für den Gesamtzeitraum von insgesamt 378 Zähnen für 311 Zähne ein nachvollziehbarer Befund dokumentiert werden, davon 163 im Zeitraum 1 und 148 im Zeitraum Nummer 2.

Für 67 Zähne konnte kein Ergebnis ermittelt werden, davon 30 aus dem Zeitraum 1 und 37 aus dem Zeitraum 2.

Die Erfolgsquote für den Gesamtzeitraum liegt bei 89,8% (279 Fälle als *Erfolg* gewertet), für den Zeitraum 1 und damit die rotierende Operationsmethode liegt sie leicht niedriger bei 88,3% (144 Fälle), der Zeitraum 2 mit der oszillierenden Operationsmethode hat mit 91,2% (135 Fälle) eine etwas höhere Erfolgsquote.

Vergleichbare Untersuchungen mit einem Bewertungszeitraum von einem Jahr finden sich zahlreich in der Literatur. So publiziert *Franz et al. 1987* eine Erfolgsquote von 73% bei 150 untersuchten Fällen. *1991* werten *Halse et al.* bei 52% ihrer 474 untersuchten Zähne das Ergebnis als Erfolg. Im gleichen Jahr werden von *Zimmermann et al.* bei 50 Zähnen und einem Beobachtungszeitraum von 15 Monaten 84% Erfolgswahrscheinlichkeit angegeben. *Von Arx und Kurt* konnten *1998* bei 82% der 50 untersuchten Zähne einen Behandlungserfolg verzeichnen, *Danin et al. 1999* 50% bei allerdings nur 10 untersuchten Fällen. Wiederum *von Arx* untersuchte *2001* 25 Molaren und kam auf 88% Erfolgswahrscheinlichkeit. *Rubinstein und Kim* können *2002* für 59 operierte Wurzeln mit 91,5% einen mit der vorliegenden Untersuchung vergleichbar hohen Wert angeben, *Schwartz-Arad* kam *2003* auf lediglich 44% bei 122 Fällen. Einen wieder deutlich höheren Wert konnten *Filippi et al. 2006* mit 91,8% an 110 Zähnen veröffentlichen. Im Jahr *2007* werden zum einen erneut durch *von Arx* mit 83,8% an 194 Zähnen und durch *Eigenwillig* mit 91,2% zwei hohe Erfolgsquoten publiziert. Bei *Eigenwillig* lag der Untersuchungszeitpunkt allerdings bei 6 Monaten postoperativ. *Weiler* ermittelt im Jahr *2009* 80,8% Erfolgswahrscheinlichkeit bei 108 untersuchten Zähnen und durchschnittlich 15 Monaten Abstand zum Operationszeitpunkt allerdings ohne introperativ eingebrachte retrograde Füllung.

Ein Großteil der publizierten Erfolgswahrscheinlichkeiten ein Jahr postoperativ ist deutlich niedriger als in der vorliegenden Untersuchung. So finden sich lediglich bei *von Arx 2001* mit 88%, bei *Rubinstein und Kim 2002* mit 91,5%, bei *Filippi et al 2006* mit 91,8% sowie bei *Eigenwillig* mit 91,2% vergleichbar hohe Werte.

Zwei Jahre postoperativ konnte für 283 Fälle eine Bewertung als *Erfolg* oder *Misserfolg* stattfinden, davon 151 aus dem Zeitraum 1 und 132 aus dem Zeitraum 2.

95 Zähne fielen zu diesem Zeitpunkt als Dropouts heraus, 42 im Zeitraum 1 und 53 im Zeitraum 2.

87,3% (247 Zähne) der Fälle wurden im Gesamtzeitraum zwei Jahre postoperativ als *Erfolg* bewertet. Im Zeitraum 1 liegt die Erfolgsquote bei 85,4% (129 Fälle), im Zeitraum 2 ist sie mit 89,4% (118 Fälle) höher.

Da bei vielen ähnlichen veröffentlichten Untersuchungen der Beobachtungszeitraum auf ein Jahr begrenzt ist finden sich für den Zeitraum von zwei Jahren deutlich weniger publizierte Erfolgswahrscheinlichkeiten. *Gath et al.* geben 1995 bei 298 untersuchten Zähnen nach 21 Monaten 73,5 % erfolgreich resezierte Zähne an. *Chong et al.* ermitteln 2003 an 108 Zähnen 73,4% Erfolgsquote, *Penarrocha et al.* 2007 73,9% bei 333 Fällen und 28 Monaten Beobachtungszeitraum. Alle drei Werte sind ähnlich hoch, liegen aber deutlich unter der in dieser Untersuchung ermittelten Erfolgswahrscheinlichkeiten.

Drei Jahre postoperativ gab es für den Gesamtzeitraum noch 236 Zähne mit nachvollziehbaren Ergebnissen, 134 im Zeitraum 1 und 102 im Zeitraum 2.

142 konnten nicht nachvollzogen werden.

Bei 196 der untersuchten Fälle wurden ein Untersuchungsergebnis ermittelt, welches als *Erfolg* gewertet werden konnte. Hieraus konnte eine Erfolgsquote von 83,1% abgeleitet werden. Für die rotierende Technik im Zeitraum 1 wurde diese mit 80,6% (108 Fälle) und für die oszillierende Technik im Zeitraum 2 mit 86,3% (88 Fälle) ermittelt.

Maddalone et al. kommen 2003 über einen Beobachtungszeitraum von ebenfalls drei Jahren bei 120 untersuchten Fällen auf eine Erfolgsquote von 78,3% und liegen damit unter den in der vorliegenden Untersuchung errechneten Werten. Vergleichbar ist ebenfalls die Untersuchung von *Grung et al.* aus dem Jahr 1990 der allerdings über vier Jahre eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 78% bei 477 untersuchten Zähnen angibt.

Fünf Jahre postoperativ konnte für nur noch 181 der insgesamt 378 Prämolaren ein Ergebnis ermittelt werden, hiervon 114 aus Zeitraum 1 und 67 aus Zeitraum 2. Die Erfolgsquote liegt bei 70,2% (127 Fälle als *Erfolg* gewertet) für den Gesamtzeitraum.

Zeitraum 1 (rotierend) zeigt zu diesem Zeitpunkt 64,9% (74 Zähne), Zeitraum 2 (oszillierend) zeigt 79,1% (53 Fälle).

Im Jahr 1999 publizieren *Testori et al.* 68% erfolgreich resezierte Zähne bei 181 Fällen über 4,6 Jahre und damit einen ähnlich hohen Wert wie in dieser Untersuchung für den Gesamtzeitraum. *Wesson und Gale* kommen 2003 bei 1007 Zähnen über fünf Jahre auf nur 57% Erfolgswahrscheinlichkeit und liegen damit deutlich darunter. Vergleichbar ist ebenfalls die Untersuchung von *Altonen und Mattila* aus dem Jahr 1976 bei der 46 Molaren über einen Zeitraum von 1-6 Jahren untersucht wurden und eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 71% ermittelt wurde.

Acht Jahre postoperativ konnten im Zeitraum 1 noch bei 89 Zähnen, im Zeitraum 2 nur noch bei 17 Zähnen ein Untersuchungsergebnis ermittelt und bewertet werden, was für den Gesamtzeitraum 106 Fälle ergibt.

Auffällig ist hierbei die geringe Anzahl nachvollziehbarer Fälle für den Zeitraum Nummer 2. Diese begründet sich dadurch dass das Operationsdatum bei einem Großteil der Zähne aus Zeitraum 2 weniger als 8 Jahre vom Ende des Untersuchungszeitraums entfernt ist und somit der Untersuchungsbefund 8 Jahre postoperativ noch nicht erhoben werden konnte.

Die Erfolgsquote liegt für den Gesamtzeitraum nach acht Jahren bei 57,5% (61 Fälle), für den Zeitraum 1 mit der rotierenden Methode bei 53,9% (48 Fälle) und für Zeitraum 2 mit der oszillierenden Technik bei 76,5% (13 Fälle). Hierbei gilt es gerade bei den Zahlen aus Zeitraum Nummer 1 zu berücksichtigen, dass die Bereitschaft der Patienten einen Nachuntersuchungstermin wahrzunehmen nach 6-8 Monaten am größten ist und mit wachsendem zeitlichen Abstand zum Operationszeitpunkt aus den verschiedensten Gründen deutlich abnimmt, zumindest bei nicht vorhandener Beschwerdesymptomatik (Norer 1978; Vordenbäumen 2007). Folglich ist liegt die tatsächliche Erfolgsquote zu diesem Zeitpunkt höher als die ermittelte da sich ein Patient mit subjektiver Beschwerdesymptomatik eher zur Nachuntersuchung vorstellt als ohne.

Ebenfalls acht Jahre postoperativ wurden von *Friedman et al.* 1991 44,1% als Erfolg angegeben. Es handelte sich bei diesen untersuchten Zähnen

ausschließlich um Prämolaren und Molaren. In der Untersuchung von *Wang et al.* von 2004 findet sich ein Untersuchungszeitraum von 4-8 Jahren bei einer angegebenen Erfolgsquote von 74%.

Über einen Zeitraum von jeweils zehn Jahren gehen die die Untersuchungen von *Bühler 1988*, *August 1996* und *Blomlöf et al. 1997*. *Bühler* untersucht 28 Zähne von denen 68% als Erfolg gewertet werden, *August* wertet 74% der 39 untersuchten Zähne als erfolgreich, wogegen *Blomlöf et al.* mit 68% lediglich eine Angabe zur Erfolgswahrscheinlichkeit jedoch keine Angabe zur Anzahl der untersuchten Zahne machen. *Basten et al.* geben 1996 nach zwölf Jahren mit 92% Erfolgsquote bei 49 resezierten Zähnen einen sehr hohen Wert an, wobei die Autoren ausdrücklich erwähnen dass das konsequent engmaschige Recallverfahren alle 3-6 Monate entscheidend für eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit ist. *Fugazzotto* gibt 2001 sogar einen Untersuchungszeitraum von 15 Jahren an und ermittelt bei 701 untersuchten Fällen 97% Erfolgswahrscheinlichkeit.

4.3 Vergleich der beiden Operationsmethoden

Wie zuvor bereits erwähnt weisen viele der bisher zum Thema Wurzelspitzenresektion im allgemeinen, oder zu den unterschiedlichen Methoden der retrograden Kanalaufbereitung im speziellen erschienen Publikationen einen oder mehrere Schwachpunkte, wie etwa zu geringe Fallzahl, unterschiedliche Operateure und dadurch unterschiedliche Operations- und Qualitätsstandards, sowie unterschiedliche Aufbereitungstechniken, Wurzelfülltechniken und Wurzelfüllungsmaterialien bis hin zu unterschiedlichen Zahnbereichen und damit verbundenem Schwierigkeitsgrad des Eingriffs auf. Somit ist die Vergleichbarkeit untereinander durch die hohe Anzahl an Variablen und das niedrige Evidenzniveau deutlich erschwert (*Wang et al. 2004*; *Mead et al. 2005*).

Daher war es Ziel dieser Untersuchung in einem internen Vergleich anhand einer hinreichend großen Anzahl Fällen in einem beschränkten Zahnbereich und dadurch nahezu einheitlichen anatomischen Bedingungen, bei identischem Operateur und damit identischen Operations- und Qualitätsstandards sowie identischem Wurzelfüllmaterial die unterschiedliche Erfolgswahrscheinlichkeit nach der Methode des retrograden Verschlusses nach rotierender Kavitätenpräparation mittels Mikrorosenbohrern gegenüber der Methode der oszillierenden retrograden Wurzelkanalaufbereitung mithilfe von Schall- oder Ultraschalltechnologie und anschließender retrograder Wurzelkanalfüllung herauszustellen.

Stellt man die Erfolgswahrscheinlichkeiten der beiden Operationsmethoden gegenüber, so schneidet die oszillierende Operationsmethode zu jedem Zeitpunkt besser ab als die rotierende Methode.

Bereits ein Jahr postoperativ zeigt sich mit 91,2% für die oszillierende Methode gegenüber 88,3% für rotierende Methode eine leicht höhere Erfolgswahrscheinlichkeit.

Zwei Jahre postoperativ stehen sich 89,4% (oszillierend) und 85,4% (rotierend) gegenüber.

Drei Jahre postoperativ wurden 86,3% Erfolgswahrscheinlichkeit für die oszillierende Technik und 80,6% für die rotierende Technik ermittelt.

Ein deutlicher Unterschied zeigt sich mit 79,1% (oszillierend) gegenüber 64,9% (rotierend) zum Zeitpunkt fünf Jahre nach der Operation.

Acht Jahre postoperativ divergieren die Werte der Erfolgswahrscheinlichkeit mit 76,5% beim oszillierenden Verfahren gegenüber 53,9% für das rotierende Verfahren recht deutlich.

Am in dieser Untersuchung festgelegten `Bewertungszeitpunkt` ein Jahr nach Ende des jeweiligen Untersuchungszeitraums zeigt der Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeiten mit 84,5% für die oszillierende Technik einen deutlich höheren Wert als für die rotierende Technik mit 75,0%. Der durchschnittliche zeitliche Abstand zum tatsächlichen Operationstermin an

ebendiesem `Bewertungszeitpunkt` betrug für den Zeitraum 1 4,5 Jahre und für den Zeitraum 2 5,25 Jahre.

Es zeigt sich also zu jedem Zeitpunkt eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit für die oszillierende Aufbereitungsmethode. Während die Werte in den ersten drei Jahren noch recht nahe bei einander liegen, zeigt sich danach mit wachsendem zeitlichen Abstand zum Operationstermin im immer größerer Abstand zwischen den Werten, was für eine Überlegenheit der Operationsmethode der oszillierenden retrograden Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung spricht.

Nahezu alle Untersuchungen und Publikationen zur Verwendung mikrochirurgischer Techniken beschreiben eine Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit sowie eine deutliche Vereinfachung des Aufbereitungsprozesses, allerdings liegt bei vielen im Gegensatz zu dieser Untersuchung das Hauptaugenmerk nicht bei der Aufbereitungstechnik sondern auf der Verwendung von Visualisierungshilfen (Rubinstein u. Kim 2002; Filippi 2006; Peñarrocha 2007; von Arx 2007). *Von Arx et al.* berichten 2003 von einer Verbesserung der Erfolgsrate durch den Einsatz diamantierter Ultraschallspitzen mit endoskopischer Unterstützung von 75% auf knapp 89%. *Testori 1999, Zuolo 2000* sowie *Rubinstein 2002* beschreiben, dass bei der Verwendung von abgewinkelten Schall oder Ultraschallspitzen zur retrograden Kanalaufbereitung bei einer mit 3-4mm Durchmesser deutlich kleineren Zugangskavität eine nahezu rechtwinklige dem Kanalverlauf folgende Aufbereitung möglich ist. Zudem kann auf eine abgeschrägte Resektionsfläche verzichtet werden was zu einer Reduktion der angeschnitten Dentintubuli und damit möglicherweise zu einer verbesserten Erfolgswahrscheinlichkeit führt (Gilheany 1994; Britzmann 2010)

Zwar stellten *Lloyd et al. 1996* bei einer in vitro Untersuchung an 80 extrahierten Zähnen ebenfalls fest dass das rechtwinklige Abtrennen der Wurzelspitze gegenüber einer angeschrägten Resektionsfläche mit weniger Dentin-Rissen und Dentin-Absprengungen einhergeht, allerdings zeigte die Untersuchung auch dass es bei der Verwendung von Ultraschallspitzen zu einer signifikant höheren

Rate eben dieser Risse und Absprengungen kommt als bei der Verwendung von rotierenden Mikrorosenbohrern.

Ebenfalls in einer in vitro Studie an 100 extrahierten einwurzligen Zähnen kamen *Khabbaz et al. 2004* zu dem Ergebnis dass man mit beschichteten oder unbeschichteten Schall- und Ultraschallspitzen den Wurzelkanal sauberer, zentraler und substanzschonender aufbereiten kann als mit rotierenden Instrumenten, es allerdings unabhängig vom Durchmesser des Resektionsquerschnitts häufiger zu Dentinrissen kommt.

Schlussfolgernd verspricht die Operationsmethode der oszillierenden retrograden Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung bei sonst identischen Parametern eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit als die Methode der rotierenden, retrograden Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss, da sie in der vorliegenden Untersuchung zu jedem Untersuchungszeitpunkt eine durchgehend höhere Erfolgsquote aufwies. Diese kann man zum einen auf die oszillierende Kanalaufbereitung an sich, die bei dieser Methode erleichtert achsengerecht durchgeführt und somit dem Verlauf des Wurzelkanals exakt folgen kann, zum anderen aber auch auf die dadurch ermöglichten mikrochirurgischen Techniken eines kleineren Operationszugangs und die nicht mehr notwendige Abschrägung der Wurzelspitze sowie eine verbesserte Erreichbarkeit von weit palatinal, lingual oder distal gelegenen Wurzelspitzen zurückführen.

5 Zusammenfassung

Zeil der vorliegenden Untersuchung war es in einem internen Vergleich anhand einer hinreichend großen Zahl von nach statistischen Zufallskriterien ausgewählten Fällen von Wurzelspitzenresektionen in einem beschränkten Zahnbereich (Prämolaren) auf Basis des identischen Operators und somit identischen Operations- und Qualitätsstandards sowie des identischen Wurzelfüllmaterials einen eventuell unterschiedlichen Langzeiterfolg, bestimmt durch die Erhaltungszeit des Zahns, nach der Methode des retrograden Verschlusses nach rotierender Kavitätenpräparation mittels Mikrorosenbohrern gegenüber der Methode der oszillierenden retrograden Wurzelkanalaufbereitung mithilfe von Schall- oder Ultraschalltechnologie und anschließender retrograder Wurzelkanalfüllung herauszustellen.

Untersucht wurden über einen Untersuchungszeitraum von insgesamt 13 Jahren, aufgeteilt in zwei Teil-Zeitraume von jeweils 7,5 Jahren, insgesamt 378 Fälle, davon 193 im Zeitraum 1, sowie 185 im Zeitraum 2.

Der Anteil weiblicher Patienten überwog mit 55% leicht. Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt lag bei 47 Jahren, der jüngste Patient war zum Operationszeitpunkt 16 Jahre alt, der älteste Patient 87 Jahre.

63% der operierten Zähne waren Prämolaren des Oberkiefers, Prämolaren des Unterkiefers waren mit 37% seltener betroffen. Am häufigsten wurden die oberen zweiten Prämolaren operiert (21% und 17%), gefolgt von den oberen ersten Prämolaren (13% und 13%), wiederum gefolgt von den unteren zweiten (10% und 11%) und den unteren ersten Prämolaren (jeweils 8%)

In jedem einzelnen Quadrant war der jeweilige zweite Prämolar häufiger betroffen als der Erste.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum ergab sich unabhängig von der jeweiligen Operationsmethode eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 89,8% ein Jahr postoperativ, 87,3% zwei Jahre postoperativ, 83,1% drei Jahre postoperativ, 70,2% fünf Jahre postoperativ sowie 57,5% acht Jahre postoperativ.

Beim Vergleich der beiden Teil-Zeiträume und damit der jeweiligen Operationsmethoden schnitt die Methode der oszillierenden retrograden Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung zu jedem Zeitpunkt besser ab als die rotierende Methode der retrograden Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss.

So standen sich ein Jahr postoperativ Werte von von 91,2% und 88,3%, zwei Jahre postoperativ von 89,4% und 85,4%, drei Jahre postoperativ von 86,3% und 80,6%, fünf Jahre postoperativ 79,1% und 64,9% sowie acht Jahre postoperativ 76,5% und 53,9% gegenüber, wobei der erstgenannte Wert für die Erfolgswahrscheinlichkeit der oszillierenden Operationsmethode steht.

Während diese Werte in den ersten drei Jahren nur leicht höher liegen als bei der rotierenden Methode, zeigt sich danach mit wachsendem zeitlichen Abstand zum Operationstermin ein immer größer werdender Abstand zwischen den Werten.

Die oszillierende Operationsmethode der retrograden Kanalaufbereitung mit retrograder Wurzelfüllung verspricht also bei sonst identischen Parametern eine durchgehend höhere Erfolgswahrscheinlichkeit als die rotierende Methode der retrograden Kavitätenpräparation mit retrogradem Verschluss. Dies ist zum einen auf die oszillierende Kanalaufbereitung an sich, zum anderen aber auch auf die dadurch ermöglichten mikrochirurgischen Techniken eines kleineren Operationszugangs und die nicht mehr notwendige Anschrägung der Wurzelspitze zurückzuführen.

Die oszillierende retrograde Aufbereitung des Wurzelkanals mittels Schall- oder Ultraschalltechnologie stellt somit gegenüber der rotierenden retrograden

Kavitätenpräparation einen deutlichen Fortschritt sowohl für den Operateur als auch für den Patienten dar.

6 Anhang

6.1 Literatur

1. **Abou-Rass M, Bogen G:**

Microorganisms in closed periapical lesions.

Int Endod J 31/1 (1998) 39-47

2. **Altonen M, Mattila K:**

Follow-up study of apicoectomized molars

Int J Oral Surg 5 (1976) 33-40

3. **Arx T von, Kurt B:**

Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year follow-up study..

J Oral Maxillofac Surg 57/6 (1999) 656-661

4. **Arx T von**

Periradikuläre Chirurgie – Teil II

Schweiz Monatsschr Zahnmed 111/8 (2001) 981-988

5. **Arx T von, Gerber C, Hardt N:**

Periradicular surgery of molars: a prospective clinical study with a one-year follow-up.

Int Endod J 34/7 (2001) 520-525

6. **Arx T von, Britain S, Cochran DL, Schenk RK, Nummikoski P, Buser D:**
Healing of periapical lesions with complete loss of the buccal bone plate: a histologic study in the canine mandible.
Int J Periodontics Restorative Dent 23/2 (2003) 157-167

7. **Arx T von, Frei C, Bornstein MM:**
Periradikuläre Chirurgie mit und ohne Endoskopie: Eine klinisch-prospektive Vergleichsstudie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 113/8 (2003) 860-865

8. **Arx T von, Montagne D, Zwinggi C, Lussi A:**
Diagnostic accuracy of endoscopy in periradicular surgery – a comparison with scanning electron microscopy.
Int Endod J 36/10 (2003) 691- 699

9. **Arx T von, Jensen SS, Hänni S:**
Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery.
J Endod 33/2 (2007) 123-128

10. **Arx T von:**
Apikale Mikrochirurgie.
Quintessenz 5 (2008) 489-495

11. Arx T von, Al Saeed M, Salvi, GE:

Five-year Changes in Periodontal Parameters after Apical Surgery.
J Endod 37/7 (2011) 910-918

12. August DS:

Long-term, postsurgical results on teeth with periapical radiolucencies.
J Endod 22 (1997) 380-383

13. Basten CH, Ammons WF Jr, Persson R:

Long-term evaluation of root- resected molars: a retrospective study.
Int J Periodontics Restorative Dent 16/3 (1996) 206-219

14. Beer R, Baumann MA, Kielbassa AM:

Taschenatlas der Endodontie.
Georg Thieme Verlag Stuttgart 2004 2-27

15. Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W:

Endodontic success – a reappraisal of criteria. Part I.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 22/6 (1966a) 780-789

16. Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W:

Endodontic success – a reappraisal of criteria. Part II.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 22/6 (1966b) 790-802

17. **Blomlöf L, Jansson L, Appelgren R, Ehnevid H, Lindskog S:**
Prognose und Verlust von wurzelresezierten Molaren.
Int J Periodontics Restorative Dent 17/2 (1997) 190-201
18. **Britzmann C:**
Erfolgsrate von Wurzelspitzenresektionen bei Zähnen mit Stiftaufbau und Krone
Med Diss Graz (2010)
19. **Bühler H:**
Evaluation of root-resected teeth. Results after 10 years.
J Periodontol 59/12 (1988) 805-810
20. **Bull HG, Neugebauer W:**
Die Wurzelspitzenresektion an Molaren des Ober- und Unterkiefers.
Indikation, Technik und Fehlerquellen sowie Langzeitergebnisse
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 3 (1979) 229-232
21. **Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB:**
A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery.
Int Endod J 36/8 (2003) 520 -526
22. **Cordes V:**
Wurzelspitzenresektionen an 633 Molaren des Ober- und Unterkiefers.
Zahnärztl Prax 10 40/2 (1989) 42-48

- 23. Danin J, Strömberg T, Forsgren H, Linder LF, Ramsköld LO:**
Clinical Management of nonhealing periradicular pathosis.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 82/2 (1996) 213-217
- 24. Danin J, Linder LF, Lundqvist G, Ohlsson L, Ramsköld LO, Strömberg T:**
Outcomes of periradicular surgery in cases with apical pathosis and untreated canals.
Oral Surg Oral med Oral pathol Oral radiol Endod 87 (1999) 227- 232
- 25. Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL:**
Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions.
Australian Dental Journal 52/4 (2007) 340-341
- 26. Eckelt U :**
Chirurgische Zahnerhaltung – Wurzelspitzenresektion.
In: Schwenzer N, Ehrenfeld M. (Hrsg.): Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, Zahnärztliche Chirurgie, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.
Thieme Verlag Stuttgart New York (2009) 38-48
- 27. Eigenwillig A:**
Vergleichende Untersuchung zur Bewertung des Therapieerfolges der endoskopisch kontrollierten Wurzelspitzenresektion im Vergleich zum konventionellen Vorgehen.
Med Diss Jena 2007

28. Evans GE, Gulabivala K, Speight PM:

The influence of preparation and irrigation techniques on the removal of organic tissues and predentine from root canals of human premolar and molar teeth.

Int Endod J 30 (1998) 250-261

29. Farrar JN:

Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth.

Dent Cosmos 26/3 (1884) 135-139

30. Filippi A, Meier ML, Lambrecht JT:

Periradicular surgery with endoscopy--a clinical prospective study.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 116/1 (2006) 12-17

31. Filippi A, Krastl G:

Wurzelspitzenresektion.

Zahnärztl Mitt 98/9 (2008) 72-76

32. Franz M, Bethke K, Bier J:

Wurzelspitzenamputation an 150 Molaren des Ober- und Unterkiefers

Dtsch Zahnärztl Z 42/3 (1987) 287-289

33. Friedman S:

Retrograde approaches in endodontic therapy.

Endod Dent Traumatol 7/3 (1991) 97-107

34. Friedman S, Lustmann J, Sharaabany V:

Treatment results of apical surgery in premolar and molar teeth
J Endod 17/1 (1991) 30-33

35. Fugazzotto PA:

A comparison of the success of root resected molars and molar position implants in function in a private practice: results of up to 15-plus years.
J Periodontol 72/8 (2001)1113-1123

36. Gath HJ, Ahrendt B, Heissler E, Franz M, Bier J:

Prospective comparative randomized study of tooth apex resection and orthograde root filling with Guttapercha and titanium pins.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 40 (1995) 142- 143

37. Ghorbanzadeh A, Aminifar S, Shadan L, Ghanati H:

Evaluation of Three Methods in the Diagnosis of Dentin Cracks Caused by Apical Resection.
Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences 10/2 (2013)
175-185

38. Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ:

Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling.
J Endod 20/1 (1994) 22-26

39. Grung B, Molven O, Halse A:

Periapical surgery in a Norwegian county hospital: follow-up findings of 477 teeth.

J Endod 16/9 (1990) 411-417

40. Guldener P:

Wurzelspitzenresektion – retrograde Kavitätenpräparation und retrograde Wurzelfüllmaterialien.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 104/2 (1994) 182-193

41. Guldener P, Langeland K:

Endodontologie – Therapie und Diagnostik.

Thieme Verlag Stuttgart New York (1987) 395-421

42. Häcki G:

Zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung bei der Wurzelspitzenresektion.

SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 85/2 (1975) 168-171

43. Halse A, Molven O, Grung B:

Follow-up after periapical surgery: the value of the one-year control.

Endod Dent Traumatol 7 (1991) 246 –250

44. Harris MH:

Apicoectomy and retrograde amalgam in mandibular molar teeth.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 48/5 (1979) 405-407

45. Hauenstein K:

Betrachtungen zur Frage der Wurzelbehandlungen und Füllung bei Resektionen.

Dtsch Zahnärztl Wochenschr 40 (1937) 95

46. Heidemann G:

Endodontie: Praxis der Zahnheilkunde. Studienausgabe, 4 Auflage

Urban & Fischer Verlag München (2001) 25-42

47. Heister L

D. Laurentii Heisters Chirurgie. Zweyte Auflage

Lorenz Bieling Nürnberg (1724) 570

48. Hell B, Bier J:

Chirurgische Zahnerhaltung – Wurzelspitzenresektion.

In: Schwenzer N, Ehrenfeld M. (Hrsg.): Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, 5 Bde.,

Bd.3, Zahnärztliche Chirurgie: Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung.

Thieme Verlag Stuttgart (2000) 75-87

49. Hellwig E, Klimek J, Attin T:

Einführung in die Zahnerhaltung – Die Wurzelkanalbehandlung.

Urban und Fischer Verlag München (2007) 303-344

50. Hepworth MJ, Friedman S:

treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures.

J Can Dent Assoc 63/5 (1997) 364-371

51. Herzog U, Wilksch A, Haesen Y, Gundlach KK:

Spätergebnisse nach Wurzelspitzenresektion mit zwei verschiedenen Füllungsmaterialien

Fortschr Kiefer Gesichtschir 40 (1995) 150-152

52. Hofer O:

Erfolge und Misserfolge bei der Wurzelspitzenresektion.

Österr Z Stomatol 31 (1933) 1271-1288

53. Hong CY, Lin SK, Kok SH, Cheng SJ, Lee MS, Wang TM, Chen CS, Lin LD, Wang JS:

The role of lipopolysaccharide in infectious bone re-sorption of periapical lesion.

J Oral Pathol Med 33/3 (2004) 162-169

54. Huuonen S, Ørstavik D:

Radiological aspects of apical periodontitis.

Endod Top 1/1 (2002) 3-25

55. Ilgenstein B, Jäger K:

Micro Apical Placement System (MAPS) . A new instrument for retrograde root filling.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 116/12 (2006) 1243-125

56. Ioannides C, Borstlap WA:

Apicoectomy on molars: a clinical and radio- graphical study.

Int J Oral Surg 12/2 (1983) 73-79

57. Iqbal MK, Ku J:

Instrumentation and obturation of the apical third of root canals: addressing the forgotten dimension.

Compend Contin Educ Dent 28/6 (2007) 314-320

58. Jansson L, Sandstedt P, Låftmann AC, Skoglund A:

Relationship between apical and marginal healing in periradicular surgery.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 83/5 (1997) 596-601

59. Jesslen P, Zetterquist L, Heimdahl A:

Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicoectomy.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79/1 (1995) 101-103

60. Jørnung J, Fardal Ø:

Perceptions of patients' smiles: a comparison of patients' and dentists' opinions.

J Am Dent Assoc 138/12 (2007) 1544-1553

61. Kielhorn J, Haessler D:

Zur orthograden und retrograden Wurzelspitzenresektion im Seitenzahnbereich.

ZWR 111/4 (2002) 181-186

62. Kim S, Kratchman S:

Modern endodontic surgery concepts and practice: a review.

J Endod 32/7 (2006) 601-623

63. Kirkevang LL, Hörsted-Bindslev P, Ørstavik D, Wenzel A:

Frequency and distribution of endodontically treated teeth and apical periodontitis in an urban Danish population.

Int Endod J 34/3 (2001) 198-205

64. Klammt J:

Zysten des Kiefers und der Weichteile

In: Schwenger N, Grimm G: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. Band 2. Spezielle Chirurgie. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1990) 67-69

65. Koch A, Hölscher U, Brauner A, Meyer R:

Die Wurzelspitzenresektion an Molaren – Ergebnisse einer klinischen Studie von 1314 Fällen.

Der MKG-Chirurg 3/1 (2010) 56-6

66. Kranz P:

Die Chirurgie des praktischen Zahnarztes.

Barth Leipzig (1949) 231-244

67. Kröncke A:

Die Aufbereitung des Wurzelkanals als Voraussetzung für die Applikation des Füllmaterials.

Dtsch Zahnärztl Z 36/4 (1981) 201-217

68. Kunkel M, Hülsmann M, Allroggen S, Appel C, Bargholz C, Biffar R, Boehme P, Engel P, Esser W, Fedderwitz J, Frank M, Georgi M, Heurich T, Kopp I, Kreusser B, Reichert TE, Sanne F, Singer R, Staehle HJ, Terheyden H, Wagner W, Wahl G, Weingart D, Werkmeister R:

Leitlinie Wurzelspitzenresektion.

Mund Kiefer GesichtsChir 11 (2007) 251–257

69. Kübler A, Mühling J:

Leitlinien für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.

Springer Verlag Berlin Heidelberg 1998

70. Lehmann K, Hellwig E:

Einführung in die restaurative Zahnheilkunde

Urban & Schwarzenberg München Wien Baltimore (1993) 33-34, 117

71. Link KH:

Klinische und röntgenologische Nachuntersuchungen bei
Wurzelspitzenresektionen.

Österr Z Stomatol 33 (1935) 1217-1226

72. Lippert H:

Lehrbuch Anatomie

Urban & Fischer Verlag München Stuttgart Jena (2000) 549-551

73. Lupi-Pegurier L, Bertrand MF, Muller-Bola M, Rocca JP, Bolla M:

Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult
French population.

Int Endod J 35/8 (2002) 690-697

74. Lussi A, Imwinkelried S, Hotz P, Grosrey J:

Long-term obturation quality using noninstrumentation technology.

J Endod 26/9 (2000) 491-493

75. Lussi A:

Die Reinigung und Obturation des Wurzelkanalsystems ohne konventionelle Instrumente.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 110/3 (2000) 248-261

76. Maddalone M, Gagliani M:

Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study

Int Endod J 36/3 (2003) 193-198

77. McCutcheon JA, Yee H, Hayashi R, Licari B, Lombardo D, Rosenberg

PA:

Identification of gammadeltaT lymphocytes in human periapical lesions

Oral Microbiol Immunol 19/2 (2004) 106-110

78. Mead C, Javidan-Nejad S, Mego ME, Nash B, Torabinejad M:

Levels of Evidence for the Outcome of Endodontic Surgery.

J Endod 31/1 (2005) 19-24

79. Menzel HJ:

Zur Frage der Wurzelspitzenresektion als Ergänzung der Wurzelkanalbehandlung.

Zahnärztl Mitt 62/23 (1972) 1166-1171

80. Mikkonen M, Kullaa-Mikkonen A, Kotilainen R:

Clinical and radiologic re-examination of apicoectomized teeth.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 55/3 (1983) 302-306

81. Minczykowski A, Woszczyk N, Szczepanik A, Lewandowski L, Wysocki H:

Hydrogen peroxide and superoxide anion production by polymorphonuclear neutrophils in patients with chronic periapical granuloma, before and after surgical treatment.

Clin Oral Investig 5/1 (2001) 6-10

82. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist R:

Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis.

Int Endod J 31/1 (1998) 1-7

83. Molven O, Halse A, Fristad I, MacDonald-Jankowski D:

Periapical changes following root- canal treatment observed 20-27 years postoperatively.

Int Endod J 35/9 (2002) 784-790

84. Müller W:

Chirurgische Zahnerhaltung

In: Schwenger N, Grimm G: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde.

Band 2. Spezielle Chirurgie.

Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1990) 49-62

85. Nentwig G-H:

Wurzelspitzenresektion – Bewährtes und Neues.

Zahnärztl Mitt 94/9 (2004) 44-52

86. Nentwig G-H:

Wurzelspitzenresektion

In: Horch (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde. Zahnärztliche Chirurgie.

Urban & Fischer bei Elsevier München (2005) 178-200

87. Norer B:

Ergebnisse einer Nachuntersuchung wurzelspitzenresezierter Zähne.

Österr Z Stomatol 75/12 (1978) 441-449

88. Partsch C:

Über die Wurzelspitzenresektion.

Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 16 (1889) 80-86

89. Pashley D H:

Smear layer: overview of structure and function.

Proc Finn Dent Soc 88: (1992) 215–224

90. Pecora G, De Leonardis D, Ibrahim N, Bovi M, Cornelini R:

The use of calcium sulphate in the surgical treatment of a “through and through” periradicular lesion.

Int Endod J 34/3 (2001) 189-197

91. Peñarrocha M, Martí E, García B, Gay C:

Relationship of periapical lesion radiologic size, apical resection, and retrograde filling with the prognosis of periapical surgery.

J Oral Maxillofac Surg 65/8 (2007) 1526-1529

92. Peter K:

Die Wurzelspitzenresektion der Molaren
Meusser Leipzig (1936)

93. Peters O, Barbakow F:

Apical transportation revisited or "Where did the K-File go?"
Int Endod J 32/2 (1999) 131-137

94. Reichart P, Becker J, Pommer D:

Die intentionelle Replantation - eine Kritische Bilanz
In: Hahn W (Hrsg): Chirurgische Zahnerhaltung, Erfahrungen aus Praxis und
Wissenschaft
Hanser Verlag München (1990) 73-77

95. Rubinstein RA:

Endodontic microsurgery and the surgical operating microscope.
Comp Cont Educ Dent 18/7 (1997) 659-668

96. Rubinstein RA, Kim S:

Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical
microsurgery.
J Endod 28/5 (2002) 378-383

97. Samaranayake LP, Stassen LFA, Still DM:

A microbiological study of pre- and postoperative apicectomy sites.
Clin Oral Investig 1/2 (1997) 77-80

98. Schäfer E:

Wurzelkanalfüllmaterialien.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 110 (2000) 849-861

99. Schäfer E, Jochims A:

Apikale Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen in Abhängigkeit vom verwendeten Sealer.

Dtsch Zahnärztl Z 57/1 (2002) 18-23

100. Schmidt-Westhausen A-M:

Die Wurzelspitzenresektion. Curriculum Zahnärztliche Chirurgie. Bd.1

Quintessenz Verlag Berlin Chicago London (2002) 299-324

101. Schmidt-Westhausen A-M, Reichart PA:

Lokalanästhesie

In: Horch (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde. Zahnärztliche Chirurgie.

Urban & Fischer bei Elsevier München (2005) 56-63

102. Schultze-Mosgau S, Rekersbrink M, Neukam FW :

Clinical and roentgenologic outcome evaluation after apicoectomy with zirconium oxide ceramic pins - a prospective study of 112 apicoectomy teeth.

Fortschr Kiefer Gesichtschir 40 (1995) 144-147

103.Schwartz-Arad D, Yarom N, Lustig JP, Kaffe I:

A retrospective radiographic study of root-end surgery with amalgam and intermediate restorative material.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 96/4 (2003) 472-477

104.Selden HS:

A pedicle bone flap for periapical surgery.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 31/5 (1971) 654-661

105.Seyfarth E:

Ergebnisse unserer Wurzelspitzenresektionen.

Dtsch Zahnärztl Z 17 (1962) 773-781

106.Siren EK, Haapasalo MPP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo ENJ

Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation.

Int Endod J 30/2 (1997) 91-95

107.Sonnabend E:

Zur röntgenologischen Beurteilung und Kontrolle der Wurzelspitzenresektion.

Dtsch Zahnärztl Z 21 (1966) 1275-1280

108.Speich B:

Retrospektive Studie zu Themen der Endodontie und der definitiven Versorgung an 728 endodontisch behandelten Zähnen.

Med Diss Mainz (2003)

109. Statistisches Bundesamt

Zensus 2012

Wiesbaden 2012

110. Strassburg M, Lentrodt J:

Wurzelspitzenresektion.

In Horch, H H (Hrsg): Praxis der Zahnheilkunde. Band 9: Zahnärztliche Chirurgie.

Urban & Schwarzenberg München (1995) 187-209

111. Testori T, Capelli M, Milani S, Weinstein RL:

Success and failure in periradicular surgery: a longitudinal retrospective analysis.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 87/4 (1999) 493-498

112. Torabinejad M, Kettering JD:

Identification and relative concentration of B and T lymphocytes in human chronic periapical lesions.

J Endod 11/3 (1985) 122-125

113. Tronstadt L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM:

Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth.

Endod Dent Traumatol 16/5 (2000) 218-221

114. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z:

Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique.

J Endod 32/5 (2006) 412-416

115. Velvart P:

The operating microscope in root tip resection. II. Retrograde care.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 107/11 (1997) 968-983

116. Viktorov Y:

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

Med Diss Düsseldorf (2006)

117. Vordenbäumen V:

Nachuntersuchung der extraluminale Valvuloplastie bei Stamminsuffizienz der Vena saphena magna.

Med Diss Bochum (2007)

118. Wahl G:

Grundprinzipien enoraler Operationen

In: Horch (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde. Zahnärztliche Chirurgie.

Urban & Fischer bei Elsevier München (2005) 68-87

119. Wälivaara DÅ, Abrahamsson P, Fogelin M, Isaksson S:

Super-EBA and IRM as root-end fillings in periapical surgery with ultrasonic preparation: a prospective randomized clinical study of 206 consecutive teeth.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 112/2 (2011) 258-263

120. Wang N; Knight K, Dao T, Friedman S:

Treatment Outcome in Endodontics – The Toronto Study. Phases I and II: Apical Surgery.

J Endod 30/11 (2004) 751-761

121. Wassmund M:

Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer.

Meusser Leipzig (1935) 143-146

122. Watzek G, Bernhart T, Ulm C:

Complications of sinus perforations and their management in endodontics.

Dent Clin North Am 41/3 (1997) 563-583

123. Weiger R, Hitzler S, Hermle G, Löst C:

Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment need in an urban German population.

Endod Dent Traumatol 13/2 (1997) 69-74

124. Weiler M:

Die Wurzelspitzenresektion in der mund-kiefer-gesichtschirurgischen Praxis.
Eine retrospektive und prospektive Analyse verschiedener
Operationstechniken.
Med Diss Köln (2009)

125. Wesson CM, Gale TM:

Molar apicoectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective
study in two district general hospitals.
Br Dent J 195 (2003) 707–714.

126. Wiemer I:

Eine retrospektive Langzeituntersuchung von Wurzelspitzenresektionen der
Jahre 1999 bis 2005.
Med Diss Kiel (2010)

127. Will R:

Replantation von Zähnen – Lehrbuch und Atlas.
Urban & Schwarzenberg (1996)

128. Williger F:

Zahnärztliche Chirurgie.
Klinkhardt Leipzig (1910) 119-120

129. Wörle M:

Die Wurzelspitzenresektion an Molaren (I) – Indikation, klinische Erfahrungen und Ergebnisse

ZWR 90/5 (1981) 34-43

130. Wörle M, Wirsching R:

Die Wurzelspitzenresektion im Seitenzahnbereich als Alternative zum Implantat

Dtsch Zahnärztl Z 32/4 (1977) 340-342

131. Zimmermann M, Egerer R:

Results after insertion of apical titanium cones in apicoectomy.

Dtsch Stomatol 41/10 (1991) 372-375

132. Zuolo ML, Ferreira MOF, Gutmann JL:

Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study.

Int Endod J 33/2 (2000) 91–98

1.5 Abbildungsnachweis

- Abb. 1-3 eigene Fotografien
Abb. 4 Grafik von *von Arx 2001*
Abb. 5-7 eigene Fotografien
Abb. 8 Grafik von *von Arx 2001*
Abb. 9 eigene Fotografie
Abb.10-24 eigene Grafiken