

# Wurzelkanalbehandlung an Molaren

Claudia Habl, Andrea Bodenwinkler, Heidi Stürzlinger





# Health Technology Assessment

Herausgeber:

Deutsche Agentur für Health Technology Assessment des  
Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information  
(DAHTA@DIMDI)

In der elektronischen Zeitschrift gms Health Technology Assessment der Deutschen Agentur für Health Technology Assessment des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (DAHTA@DIMDI) werden Forschungsbeiträge, Untersuchungen, Umfragen usw. als Diskussionsbeiträge im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung veröffentlicht. Die Verantwortung für den Inhalt obliegt den jeweiligen Autoren bzw. der jeweiligen Autorin / Autor.



Deutsche Agentur für Health Technology Assessment des  
Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information  
(DAHTA@DIMDI)

**Informationssystem  
Health Technology Assessment (HTA)  
in der Bundesrepublik Deutschland**

---

## **Wurzelkanalbehandlung an Molaren**

---

**C. Habl, A. Bodenwinkler, H. Stürzlinger**

Schriftenreihe Health Technology Assessment, Bd. 18

ISSN: 1864-9645

1. Auflage 2005

© DAHTA@DIMDI. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

DIMDI

Waisenhausgasse 36 - 38a

50676 Köln

Telefon: 0221 / 4724 - 1

Telefax: 0221 / 4724 - 444

## Vorbemerkungen

Die Deutsche Agentur für Health Technology Assessment beim Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DAHTA@DIMDI) hat das Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG) mit dem HTA-Bericht „Wurzelkanalbehandlung an Molaren“ beauftragt.

Nachdem Mitte November 2004 ein vorläufiger Endbericht vorgelegt wurde, wird mit der vorliegenden Arbeit eine endgültige Version nach der Einarbeitung der Kommentare des Gutachterverfahrens eingereicht.

Das interne Gutachten, eine inhaltliche und eine formale Kontrolle der Arbeit, wurde von Mitarbeitern von DAHTA@DIMDI durchgeführt.

Die externe Begutachtung erfolgte durch Prof. Dr. Norbert Linden.

Die Basis der Finanzierung des Gesamtberichts bildet der gesetzliche Auftrag nach Artikel 19 des GKV-Gesundheitsreformgesetzes 2000 und erfolgte durch die Deutsche Agentur für Health Technology Assessment des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (DAHTA@DIMDI) im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Gesundheitspolitischer Hintergrund</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
2.1	<i>Einleitung</i>	3
2.2	<i>Fragestellung</i>	3
2.3	<i>Methodik</i>	3
2.4	<i>Ergebnisse</i>	3
2.5	<i>Diskussion</i>	3
2.6	<i>Schlussfolgerung</i>	3
<b>3</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>4</b>
3.1	<i>Einleitung</i>	4
3.2	<i>Fragestellung</i>	4
3.3	<i>Medizinische Bewertung</i>	4
3.3.1	<i>Methodik</i>	4
3.3.2	<i>Ergebnisse</i>	4
3.3.3	<i>Diskussion</i>	5
3.4	<i>Ökonomische Bewertung</i>	5
3.4.1	<i>Methodik</i>	5
3.4.2	<i>Ergebnisse</i>	5
3.4.3	<i>Diskussion</i>	5
3.5	<i>Ethische Bewertung</i>	6
3.5.1	<i>Methodik</i>	6
3.5.2	<i>Ergebnisse</i>	6
3.5.3	<i>Diskussion</i>	6
3.6	<i>Zusammenfassende Diskussion aller Ergebnisse</i>	6
3.7	<i>Schlussfolgerung</i>	7
<b>4</b>	<b>Wissenschaftliche Kurzfassung</b>	<b>8</b>
4.1	<i>Einleitung</i>	8
4.2	<i>Fragestellung</i>	8
4.3	<i>Medizinische Bewertung</i>	8
4.3.1	<i>Methodik</i>	8
4.3.2	<i>Ergebnisse</i>	9
4.3.3	<i>Diskussion</i>	12
4.4	<i>Ökonomische Bewertung</i>	13
4.4.1	<i>Methodik</i>	13
4.4.2	<i>Ergebnisse</i>	13
4.4.3	<i>Diskussion</i>	13
4.5	<i>Ethische Bewertung</i>	14
4.5.1	<i>Methodik</i>	14
4.5.2	<i>Ergebnisse</i>	14
4.5.3	<i>Diskussion</i>	14
4.6	<i>Zusammenfassende Diskussion aller Ergebnisse</i>	14
4.7	<i>Schlussfolgerung</i>	15
<b>5</b>	<b>Hauptdokument</b>	<b>16</b>
5.1	<i>Einleitung</i>	16

5.2	<i>Fragestellung</i> .....	16
5.3	<i>Medizinische Bewertung</i> .....	16
5.3.1	Einführung / Hintergrund .....	16
5.3.1.1	Endodontologie - Wurzelkanalbehandlung .....	16
5.3.1.2	Indikation .....	17
5.3.1.3	Kontraindikation.....	17
5.3.1.4	Qualitätsleitlinien und -kriterien zum Ablauf der Behandlung .....	18
5.3.1.4.1	Vitalexstirpation .....	18
5.3.1.4.2	Aufbereitung des Wurzelkanalsystems .....	18
5.3.1.4.3	Obturation des Wurzelkanalsystems .....	19
5.3.1.5	Beurteilung .....	19
5.3.1.6	Endodontische Chirurgie .....	20
5.3.1.7	Komplikationen / Behandlungsfehler.....	21
5.3.1.8	Behandlungsalternativen.....	21
5.3.1.9	Prognose der Wurzelkanalbehandlung .....	22
5.3.2	Methodik .....	22
5.3.2.1	Suchstrategie und Datenquellen .....	22
5.3.2.2	Selektionskriterien .....	24
5.3.2.3	Bewertung der Studienqualität .....	26
5.3.2.4	Informationsauswertung und -synthese .....	26
5.3.3	Ergebnisse .....	27
5.3.3.1	Bewertete Studien .....	27
5.3.3.2	Einflussfaktoren auf den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung .....	33
5.3.3.2.1	Signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg der konventionellen Wurzelkanalbehandlung.....	34
5.3.3.2.2	Weitere, nicht signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg einer konventionellen Wurzelkanalbehandlung.....	36
5.3.3.2.3	Nicht erfolgsrelevante Einflussfaktoren der konventionellen Wurzelkanalbehandlung ..	37
5.3.3.2.4	Bedeutsame Erfolgsfaktoren der chirurgischen Endodontie.....	37
5.3.3.3	Erfolgsraten von Wurzelkanalbehandlungen an Molaren .....	39
5.3.3.3.1	Ergebnisse für konventionelle Wurzelkanalbehandlungen .....	40
5.3.3.3.2	Ergebnisse für chirurgische Wurzelkanalbehandlungen.....	41
5.3.3.4	Komplikationen .....	42
5.3.4	Diskussion .....	44
5.3.4.1	Diskussion der Studienqualität und Methodik .....	44
5.3.4.2	Diskussion der Studienergebnisse .....	45
5.4	<i>Ökonomische Bewertung</i> .....	47
5.4.1	Methodik .....	47
5.4.2	Ergebnisse .....	47
5.4.2.1	Leistungsumfang im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung .....	47
5.4.2.2	Direkte Kosten der Wurzelkanalbehandlung aus Sicht der gesetzlichen Krankenversicherung .....	48
5.4.3	Diskussion .....	50
5.5	<i>Ethische Bewertung / Soziale Aspekte</i> .....	52
5.6	<i>Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse</i> .....	52
5.7	<i>Schlussfolgerung</i> .....	53

<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>55</b>
6.1	<i>Suchvorgang .....</i>	<i>55</i>
6.2	<i>Übersicht über bewertete Studien .....</i>	<i>58</i>
6.3	<i>Abkürzungsverzeichnis .....</i>	<i>84</i>
6.4	<i>Glossar .....</i>	<i>85</i>
6.5	<i>Danksagung .....</i>	<i>88</i>
6.6	<i>Tabellenverzeichnis.....</i>	<i>88</i>
6.7	<i>Abbildungsverzeichnis .....</i>	<i>88</i>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>90</b>
7.1	<i>Verwendete Literatur.....</i>	<i>90</i>
7.2	<i>Bewertete Literatur.....</i>	<i>92</i>
7.3	<i>Ausgeschlossene Literatur.....</i>	<i>94</i>

# 1 Gesundheitspolitischer Hintergrund

Im Zentrum des vorliegenden „Health Technology Assessment“ (Technologiefolgenberichts, HTA-Berichts) steht die Wurzelkanalbehandlung (WKB) an Mahlzähnen (Molaren) in Deutschland (vgl. dazu auch den Abschnitt „Fragestellung“ des Hauptdokuments) bzw. deren dauerhafte Erfolgsaussichten. Die Frage nach den Erfolgsprognosen für wurzelbehandelte Mahlzähne wirft gleichzeitig Fragen nach den Alternativen zur WKB bzw. nach potenziellen Komplikationen oder zur Folgebehandlung bei Misserfolg auf. Sowohl als Alternative zur WKB als zahnerhaltende Maßnahme (unter Einbeziehung von konventionellen und chirurgischen Behandlungsmethoden) als auch als Folgebehandlung beim Misserfolg einer WKB bleiben manches Mal nur die Extraktion und damit der Verlust des Zahns.<sup>6, 45</sup>

In einem Gutachten des Sachverständigenrats zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen aus dem Jahr 2000 / 2001 wird die Endodontologie neben der Parodontologie und der restaurativen Zahnheilkunde als eine der Schlüsseldisziplinen innerhalb der Tertiärprävention bei der Frage „Zahnerhalt oder Zahnverlust“ bezeichnet.<sup>3</sup> Insgesamt lässt sich in Deutschland, analog zum weltweiten Trend in entwickelten Ländern, eine Verschiebung von der prothetischen zur erhaltenden Zahnmedizin beobachten.<sup>4</sup>

Die Anzahl der mit den Primär- und Ersatzkassen abgerechneten Wurzelkanalfüllungen betrug in Deutschland 2002 rund 6,8 Millionen. Die Zahl der Wurzelkanalfüllungen ist seit 1975 um rund drei Millionen kontinuierlich angestiegen, während die Zahl der Extraktionen deutlich zurückgegangen ist - zwischen 1975 und 1990 von etwa 18,4 Millionen auf rund elf Millionen Extraktionen, danach ist die Anzahl in etwa gleich geblieben. (Die Zahlen beziehen sich nur auf die alten Bundesländer. Eine Aufschlüsselung der WKB nur an Mahlzähnen ist aufgrund der vorhandenen Abrechnungsdaten nicht möglich. Die Abrechnung der Wurzelkanalfüllungen erfolgt pro Kanal, wobei laut Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung (KZBV) jeder Zahn im Schnitt mit 2,2 Wurzelkanälen in die Statistik eingeht.)

Dennoch vermutet der Sachverständigenrat eine Unterversorgung mit endodontischen Leistungen und gleichzeitig eine mangelhafte Qualität der Versorgung. Die Relation abgerechneter Einzelleistungen beinhalte „fachlich nur bedingt begründbare Diskrepanzen“, zum anderen seien Mortal- und Devitalisierungsverfahren, d.h. das Abtöten der Pulpa (Zahnnerv) mit einem chemischen Mittel, die aus wissenschaftlicher Sicht nur mehr beschränkt befürwortet werden, „in ungewöhnlich hohem Ausmaß“ verbreitet. Zudem wurde im Gutachten die Praxis kritisiert, endodontische Erkrankungen mit apikalen Veränderungen in erster Linie chirurgisch-endodontisch anzugehen und nicht zunächst konservierend, also durch eine konventionelle WKB zu behandeln.<sup>21</sup> Die Problemstellungen in dem vom Sachverständigenrat formulierten, umfangreichen Fragenkatalog betreffen unter anderem die Unter-, Fehl- und Überversorgung für Deutschland sowie die grundlegende Frage nach den Prognosen für endodontische Interventionen, von denen behandler- und patientenbezogene Faktoren die Prognosen abhängen sowie in welcher Weise Erfolg oder Misserfolg endodontischer Interventionen in Deutschland überprüft werden.

In Reaktion auf die Veröffentlichung des Sachverständigengutachtens wurde Ende 2001 von der Akademie Praxis und Wissenschaft (APW) ein wissenschaftliches Kolloquium mit Vertretern aus allen zahnmedizinischen Fachbereichen sowie der Bundeszahnärztekammer und der KZBV veranstaltet. Professor Hülsmann von der Universität Göttingen verwies dabei in einem Vortrag auf die Probleme der Unter- und Fehlversorgung, wobei seiner Meinung nach Überversorgungen in der Endodontie selten seien. Es gäbe Hinweise, dass immer noch zu viele Zähne zur Extraktion gelangten, die endodontisch erhalten werden könnten, wobei Hülsmann Fehlversorgungen vor allem im Bereich Prozessqualität feststellt. Interessant sei auch eine Diskrepanz zwischen der Zahl der Wurzelkanalaufbereitungen und der Zahl der Wurzelkanalfüllungen. Im Jahr 2002 wurden nach Angaben der Primär- und Ersatzkassen knapp neun Millionen Wurzelkanalaufbereitungen sowie rund 6,8 Millionen Wurzelkanalfüllungen mit der Sozialversicherung in Deutschland abgerechnet. Davon waren rund eine halbe Million Wurzelspitzenresektionen (WSR). Niedergelassene Privatzahnärzte schlossen sich am Kolloquium dieser Meinung an.<sup>9</sup>

Der ärztliche Entscheidungsspielraum zwischen Zahnerhaltung und Extraktion kann auch von der Honorierung der ärztlichen Leistungen beeinflusst werden. Im Gutachten des Sachverständigenrates werden endodontische Eingriffe im Rahmen der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) als ungünstig vergütet bezeichnet. Dieses Ungleichgewicht zwischen Aufwand und Ertrag sieht auch ein Bericht zur „Bedarfser-

mittlung für prothetische Leistungen in der Zahnheilkunde bis zum Jahr 2020“ als möglichen zusätzlichen Faktor für den zahnärztlichen Ermessensspielraum.<sup>38</sup>

In den „Richtlinien zur zahnärztlichen Versorgung“ des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen<sup>25</sup> sind seit Januar 2004 genauere Formulierungen (als in der bis dahin geltenden Fassung) zur Indikation einer konventionellen sowie auch einer chirurgischen Behandlung enthalten.

Des Weiteren werden für endodontische Maßnahmen zusätzliche Richtlinien bzw. Einschränkungen vorgesehen, etwa eine Beschränkung von medikamentösen Einlagen auf drei Sitzungen. In ähnlicher Weise bzw. analog wurden auch die Bestimmungen zu chirurgischen Behandlungen wie WSR genauer formuliert.<sup>4</sup>

Endodontische Zahnerkrankungen sind unter der Weltbevölkerung sehr weit verbreitet. Dabei nimmt die Erkrankungshäufigkeit (Morbidität) mit ansteigendem Lebensalter zu. So zeigen die Daten fachspezifischer epidemiologischer Studien, dass jeder zweite 50-jährige an einer derartigen Erkrankung leidet und bei den über 60-Jährigen bereits 62 % betroffen sind.<sup>15, 14</sup> Die Endodontologie versucht solche Krankheitsprozesse unter dem Aspekt der Zahnerhaltung zu behandeln. Eine oralepidemiologische englische Studie ergab bei den Erwachsenen eine Durchschnittszahl von 2,2 wurzelbehandelten Zähnen pro Person.<sup>15, 14</sup> Allein 1998 wurden in England und Wales 1,1 Millionen WKB, davon 40 % an Molaren durchgeführt.<sup>4</sup> Auf Grundlage dieser Zahlen und von Einwohnerstatistiken wird geschätzt, dass die Gebisse aller erwachsenen Australier 24 Millionen wurzelbehandelte Zähne aufweisen und alle erwachsenen Amerikaner zusammen 420 Millionen wurzelgefüllte Zähne haben. 1990 wurden allein in den USA 14 Millionen WKB durchgeführt.<sup>15, 14, 3</sup>

Die Zahnstatuserhebungen, die das ÖBIG (Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen) in den Jahren 1998 und 2000 durchführte, zeigen hinsichtlich der Häufigkeit endodontischer Erkrankungen für Österreich eine ähnliche Situation. Während bei den 18-Jährigen 18 % zumindest einen wurzelbehandelten Zahn im Gebiss aufweisen, sind es bei den 65- bis 74-Jährigen bereits 58 %. Die Erwachsenen (35- bis 44-Jährigen) haben in ihren Gebissen durchschnittlich 1,7 wurzelbehandelte, devitale Zähne.<sup>37, 36</sup>

## **2 Zusammenfassung**

### **2.1 Einleitung**

Im Auftrag des Deutschen Instituts für Medizinische Information und Dokumentation (DIMDI) erstellte das ÖBIG einen Technologiefolgenbericht.

### **2.2 Fragestellung**

Der Bericht soll die Frage klären, wie effektiv die WKB an Mahlzähnen (Molaren) ist und welche Komplikationen im Zuge einer derartigen Behandlung auftreten. Zusätzlich werden die ökonomischen Aspekte von WKB in Deutschland diskutiert.

### **2.3 Methodik**

Durch eine systematische Suche in 29 Literaturdatenbanken und in der Cochrane Bibliothek sowie mittels einer Handsuche in zwei endodontischen Fachzeitschriften konnten 750 einschlägige Artikel identifiziert werden, von denen 18 bewertet wurden.

### **2.4 Ergebnisse**

Der Erfolg einer WKB wird insbesondere vom Ausgangsbefund bestimmt, wobei ein abgestorbenes Zahnmark mit Beteiligung des die Zahnwurzelspitze umgebenden Gewebes (d.h. periapikalen Läsionen (PL)) der bedeutendste Risikofaktor für das langfristige Überleben eines wurzelbehandelten Molarzahns ist.

### **2.5 Diskussion**

Auch unter Normalbedingungen (d.h. keine Selektion der Patienten, Behandlung durch Allgemeinzahnarzt) sind langfristige Erfolgsraten der WKB an Molaren von über 90 % - und damit auf dem Niveau von WKB an anderen Zahntypen - erreichbar.

### **2.6 Schlussfolgerung**

Insbesondere konventionelle WKB sind eine effektive und ökonomisch vertretbare Methode zur Behandlung von endodontisch erkrankten Molaren, speziell wenn keine zu große PL besteht. Die Voraussetzung für einen dauerhaften Erfolg sind eine sorgfältige Abwägung des Ausgangsbefunds und eine Behandlung unter der Einhaltung bestimmter Leitlinien.

## 3 Kurzfassung

### 3.1 Einleitung

Die Wurzelkanalbehandlung (WKB, endodontische Behandlung) ist eine zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethode, die bei einer irreversiblen Schädigung des Zahnmarks (Pulpa) angewendet wird. Grundsätzlich wird dabei zwischen der konventionellen und der chirurgischen WKB unterschieden. Bei der konventionellen WKB wird der irreversibel geschädigte Zahnerv von oben entfernt, das verbliebene Wurzelkanalsystem sauber aufbereitet und abschließend bakteriendicht versiegelt. Bei der chirurgischen WKB wird der geschädigte Zahnerv hingegen retrograd, d.h. von der Wurzelspitze her bearbeitet.

Seit 2004 ist in den Behandlungsrichtlinien des deutschen Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen festgelegt, wann ein Zahn „erhaltungsfähig und -würdig“ ist. So ist eine endodontische Behandlung jedenfalls angezeigt, wenn damit eine geschlossene Zahnreihe erhalten werden, eine einseitige Freundsituation vermieden werden oder ein funktionstüchtiger Zahnersatz erhalten werden kann.

### 3.2 Fragestellung

Es wird vermutet, dass eine WKB an Mahlzähnen (Molaren) aufgrund der physiologischen Beschaffenheit der Molaren (mehrere, oft verzweigte Wurzeln) schlechte Erfolgsaussichten hat. Im vorliegenden Bericht soll geklärt werden, ob diese Aussage zutrifft. Konkret wird die medizinische Wirksamkeit der WKB unter Normalbedingungen (effectiveness) analysiert und festgestellt, welche Faktoren zu einer langfristig erfolgreichen WKB beitragen.

In zweiter Linie werden ökonomische und ethische Aspekte einer WKB diskutiert.

### 3.3 Medizinische Bewertung

#### 3.3.1 Methodik

Mithilfe einer systematischen Suche in 29 Literaturdatenbanken (MEDLINE, EMBASE, Cochrane Bibliothek usw.) wurde geeignete Literatur ermittelt. Inklusiv einer Handsuche in zwei Fachzeitschriften für Endodontologie wurden zunächst 750 Artikel, darunter zwei Behandlungsleitlinien identifiziert. Nach der Selektion und der Bewertung der Literatur durch zwei unabhängige Gutachterinnen verblieben 26 Studien, darunter drei systematische Übersichtsarbeiten, die einzeln beschrieben und analysiert wurden. In die endgültige Bewertung flossen 18 Studien (elf zur konventionellen und sieben zur chirurgischen WKB) ein.

#### 3.3.2 Ergebnisse

Der Erfolg einer WKB wird insbesondere vom Ausgangsbefund bestimmt, wobei eine abgestorbene, also nekrotische, Pulpa mit Beteiligung des die Zahnwurzelspitze umgebenden geschädigten Gewebes (eine so genannte periapikale Läsion (PL)) der bedeutendste Risikofaktor für die Lebensdauer eines wurzelbehandelten Zahns ist.

Weitere, die langfristige Überlebenschancen eines Molarzahns in signifikantem Ausmaß beeinflussende Faktoren sind

- die Quantität und Qualität der Wurzelfüllung,
- die endgültige Restauration des behandelten Zahns (Füllung, Verkronung) und
- der Zahntyp (Frontzähne, Premolaren, Molaren).

Einen weiteren wichtigen Einfluss auf die Erfolgsaussichten insbesondere der WKB an Molaren hat die Qualität des Behandlungsprozesses (steriles Arbeitsumfeld, Verwendung moderner Techniken und Füllmaterialien).

Definitiv keinen Einfluss auf die Prognose der WKB haben das Geschlecht und das Alter der Behandelten, obgleich ein kooperatives Verhalten des Patienten, z. B. bezüglich Mundhygiene, unabdingbare Voraussetzung speziell für den Erfolg einer chirurgisch-endodontischen WKB ist.

Widersprüchliche Aussagen zur Prognose von WKB gibt es in Bezug auf die Lokalisation des Molaren im Kiefer und den Einfluss des Behandlers (Student, Zahnarzt, Endodontologe).

Als häufigste unerwünschte Vorkommnisse wurden in den analysierten Studien notwendige Extraktionen bzw. Zahnverlust angeführt. Als Gründe für eine Extraktion wurden u.a. Frakturen, parodontale Erkrankungen und zu tiefer Kariesbefall genannt. Potenzielle technische und menschliche Fehler wurden in den untersuchten Studien nicht explizit thematisiert. Zur Vermeidung möglicher Komplikationen wurden insbesondere für geplante chirurgische Verfahren mundhygienische Maßnahmen vor und nach der Behandlung empfohlen.

### **3.3.3 Diskussion**

Zur Frage der Verweildauer von wurzelbehandelten Molaren im Mund zeigt die Literatur, dass dieser Zahntyp sowohl hinsichtlich der Behandlung als auch in Bezug auf die Heilung eine besondere Herausforderung für den Zahnarzt bedeutet.

Im Idealfall weist die WKB an Mahlzähnen mit im Schnitt über 90 % erfolgreichen Behandlungen gleich gute Erfolgsaussichten auf wie eine WKB an anderen Zahntypen. Einschränkend ist anzumerken, dass Molaren dennoch häufiger als andere Zähne extrahiert werden. Der Grund dafür ist unter anderem, dass die Gefahr eines Misserfolgs mit der Anzahl der Wurzeln steigt. Molaren verfügen manchmal sogar über vier Wurzeln.

## **3.4 Ökonomische Bewertung**

### **3.4.1 Methodik**

Trotz einer umfangreichen, systematischen Suche konnten keine Studien identifiziert werden, die ökonomische Aspekte zum Thema WKB, insbesondere in Bezug auf Deutschland, eingehend beleuchten und analysieren. Einzig per Handsuche konnte ein Artikel gefunden werden, der auf die ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Erfolgsraten in Spezialisten- und Allgemeinpraxen hinweist.

In der Folge wurden anhand von öffentlich zugänglichen Quellen und mit Hilfe deutscher Experten beispielhaft die direkten Kosten der verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten für die deutsche Sozialversicherung abgeschätzt.

### **3.4.2 Ergebnisse**

Die Honorierung der WKB erfolgt in Deutschland nicht pauschal, sondern anhand verschiedenster Leistungspositionen. Je nach Patient und individueller Situation können die Kosten daher stark differieren. Eine WKB an einem dreiwurzeligen Zahn mit Sensibilitätsprüfung, Anästhesie, so genannter Kofferdamisolierung, Zahneröffnung, Kanalaufbereitung und -füllung, medikamentöser Einlage und Röntgen wird von der GKV mit rund € 220 vergütet. Hinzu kommen die definitive restaurative Füllung oder die Überkronung des Zahns. Für eine WSR erhält der Zahnarzt tendenziell etwas weniger.

### **3.4.3 Diskussion**

Bei einem Vergleich zwischen der Durchführung und der Unterlassung einer WKB, d.h. dem Zahnerhalt oder -verlust, müssen neben den direkten Kosten auch etwaige Folgekosten mit in Betracht gezogen werden: Einer WKB können eine Revision, eine chirurgische Behandlung (wenn die Erstbehandlung konventionell war) oder auch eine Extraktion folgen. Eine Extraktion mit bleibender Zahnücke kann Zahnwanderungen oder weitere Zahnverluste verursachen und ist in der Regel auch mit ästhetischen Einbußen verbunden.

In einigen deutschen Studien wird vermutet, dass die Honorierung der WKB im Rahmen der GKV möglicherweise zu gering ist. Festgestellt werden kann mit der vorliegenden Literatur nur, dass die Vergütung nach

der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ)<sup>10</sup> in der privaten Praxis etwas besser ausfällt und dass die für die Behandlung aufgewendete Zeit und Sorgfalt wichtige Einflussfaktoren auf den dauerhaften Erfolg der WKB sind.

Nachdem jedoch keine Literatur zu Normzeiten für die ordnungsgemäße Durchführung einer konventionellen oder chirurgischen WKB unter Berücksichtigung verschiedener Parameter (Primärbehandlung oder komplexer Zweiteingriff) identifiziert werden konnte, erscheint es vor der Fortführung der Diskussion zur Angemessenheit der Honorierung sinnvoll, diese Wissenslücke durch eine Untersuchung mit dem Setting Deutschland zu schließen.

## **3.5 Ethische Bewertung**

### **3.5.1 Methodik**

Es konnte keine einschlägige Literatur zu ethischen Aspekten der WKB identifiziert werden.

### **3.5.2 Ergebnisse**

Zur ethischen Thematik kann keine fundierte Aussage getroffen werden. Laut herrschender Lehrmeinung stellt aber der Verlust jedes natürlichen Zahns eine Einschränkung der Lebensqualität dar, weshalb die Zahnmedizin zuerst immer auf zahnerhaltende Maßnahmen abzielt. Aus diesem Blickwinkel und im Einklang mit der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) proklamierten Forderung nach Mundgesundheit ist auch bei endodontisch erkrankten Molarzähnen eine WKB einer Extraktion vorzuziehen.

### **3.5.3 Diskussion**

Vgl. dazu den folgenden Abschnitt.

## **3.6 Zusammenfassende Diskussion aller Ergebnisse**

Grundsätzlich sind aufgrund methodischer Schwächen der untersuchten medizinischen Studien und aufgrund des Mangels an ökonomischen Studien verbindliche Aussagen zur Langzeitwirksamkeit (Effektivität) der WKB an Molaren nur bedingt möglich.

Durch die systematische Literatursynthese konnte gezeigt werden, dass Molaren aufgrund der größeren Anzahl von Wurzeln etwas schwieriger endodontisch zu behandeln sind als einwurzelige Zähne. Dennoch wurden in einigen Untersuchungen auch unter Normalbedingungen (d.h. keine Selektion der Patienten, Behandlung durch nicht-spezialisierten Zahnarzt) langfristige Erfolgsraten der WKB an Molaren von teilweise über 90 % - und damit auf dem Niveau von WKB an anderen Zahntypen - erreicht. Insbesondere die konventionelle WKB an Molaren ist daher eine effektive Methode zur Behandlung von endodontisch erkrankten Zähnen, wobei ein wichtiger limitierender Faktor für den Erfolg eine nekrotische Pulpa, speziell in Verbindung mit einer assoziierten PL ist. Mit zunehmender Größe der PL geht die Erfolgswahrscheinlichkeit einer WKB in signifikantem Ausmaß zurück. Die Voraussetzung für einen dauerhaften Erfolg ist in einer sorgfältigen Abwägung des Ausgangsbefunds unter Abschätzung der Behandlungsalternativen sowie der Durchführung der Behandlung unter der Einhaltung bestimmter Standards begründet.

Verschiedene deutsche Autoren vermuten eine mangelnde Qualität von WKB in Deutschland. Als ein möglicher Grund wird von manchen Verfassern die in ihren Augen zu niedrige Honorierung gesehen. Die medizinische Bewertung ergab jedoch keine signifikanten Unterschiede in der Prognose zwischen in Deutschland und in anderen Ländern durchgeführten WKB. In Deutschland hat sich darüber hinaus, ebenso wie in anderen Ländern, die Qualität des Behandlungsprozesses im Hinblick auf die Behandlungstechnik in den letzten Jahren verbessert.

Für eine Einschränkung der Durchführung von WKB auf Endodontologen wurde keine hinreichende Evidenz gefunden, da der Behandler - sofern sorgfältig und unter Einhaltung aller Standards gearbeitet wird - keinen übermäßig großen Einfluss auf das Ergebnis hat. Ein wichtiger Aspekt scheint jedoch der Zeitfaktor zu sein, da sowohl deutsche als auch englischsprachige Autoren der Meinung sind, dass eine ordnungsgemäß

durchgeführte WKB zeitaufwändig sei. Es konnte jedoch keine Literatur zu Normzeiten für die ordnungsgemäße Durchführung einer konventionellen oder chirurgischen WKB unter Berücksichtigung verschiedener Parameter identifiziert werden.

### **3.7 Schlussfolgerung**

Die konventionelle WKB sollte, sofern keine Gründe wie eine große PL dagegen sprechen, die Methode der ersten Wahl in der Primärbehandlung von endodontisch erkrankten Molaren sein. Die Voraussetzungen für einen dauerhaften Erfolg sind eine sorgfältige Abwägung des Ausgangsbefunds und eine Behandlung unter Einhaltung bestimmter Qualitätsrichtlinien wie jener der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie (z.B. Verwendung von Kofferdam, Füllung der Wurzelkanäle bis knapp, d.h. 1 bis 2 mm, vor die Wurzelspitze).

In vielen Fällen ist auch einer erfolglosen Primärbehandlung durch eine entweder konventionell oder bei Bedarf chirurgisch-endodontisch vorgenommene Zweitbehandlung, eine so genannte Revision, ein dauerhafter Erfolg beschieden. Beim Abwägen der Behandlungsalternativen, im Normalfall der Extraktion, ist zu berücksichtigen, dass - in statistisch signifikantem Ausmaß - revidierte Molaren mit einem abgestorbenen Zahnerv (Pulpanekrose) und mit assoziierten PL, insbesondere wenn sie überfüllt sind, die geringsten dauerhaften Erfolgsaussichten haben.

Eine Abschätzung der Kosten einer konventionellen WKB zu Lasten der GKV unter Einhaltung bestimmter Richtlinien wie Kofferdamisolierung mit endgültiger koronaler Restauration ergab Kosten von rund € 260 (normale Füllung). Für sich betrachtet ist aus Sicht der GKV eine Extraktion immer mit geringeren Kosten verbunden als eine WKB. Unter Berücksichtigung etwaiger Folgewirkungen einer Extraktion bzw. eines Zahnverlusts wie dem Bedarf an einer Dentalprothese sowie aus ethischen Gründen (ästhetische Einbußen, parodontale Folgen) sind jedoch WKB, die unter Einhaltung der Bestimmungen bezüglich Erhaltungswürdigkeit in Entsprechung der neuen Behandlungsrichtlinien von 2004 erfolgen, weiterhin auch für Molaren zu befürworten.

Verbindliche Aussagen über die Erfolgsaussichten einer chirurgisch-endodontischen Primärbehandlung ebenso wie über die Angemessenheit der derzeitigen Honorierung von WKB können mangels vorliegender vergleichbarer Untersuchungen jedoch nicht getroffen werden.

Es wird daher vorgeschlagen, für Deutschland eine breit angelegte, prospektive endodontische Studie unter gleichen Studienbedingungen hinsichtlich Population, Ergebnisbeurteilung und Messpunkten sowie unter Einbeziehung ökonomischer Parameter durchzuführen.

## 4 Wissenschaftliche Kurzfassung

### 4.1 Einleitung

Die Wurzelkanalbehandlung (WKB, endodontische Behandlung) ist eine zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethode, die bei einer irreversiblen Schädigung der Pulpa angewendet wird. Die endodontische Therapie schließt den Gebrauch von biologisch akzeptablen chemischen sowie mechanischen Methoden ein, um die pulpäre und periradikuläre Entzündung zu eliminieren. Dabei zielt die Behandlung nach Möglichkeit - aus weiter unten erläuterten Gründen - immer auf die Erhaltung des endodontal erkrankten Zahns hin. Hat die Entzündung das periradikuläre Gewebe erreicht (apikale bzw. peri-apikale Parodontitis), besteht in speziellen Fällen noch die Möglichkeit, den betroffenen Zahn durch die Kombination der konventionellen WKB mit endodontischer Chirurgie, z.B. durch eine WSR zu retten. Als endodontische Primärbehandlung kommen daher eine konventionelle WKB - oder beim Vorliegen bestimmter Indikationen wie z.B. einer großen (über 5 mm) PL - ein chirurgisches Verfahren in Frage. Eine etwaige Revision, d.h. Wiederholung der WKB, kann ebenfalls wieder mittels konventionellem oder chirurgischem Verfahren erfolgen. Letzteres wird auch als „Resurgery“ bezeichnet. Die einzige Alternative zu den konservierenden endodontischen Behandlungsmethoden ist die Extraktion, die meist erst nach dem Scheitern des Versuchs einer WKB durchgeführt wird. Bei Verzicht sowohl auf die WKB als auch auf die Extraktion muss damit gerechnet werden, dass sich eine bestehende Entzündung in den Kieferknochen ausbreitet und im ungünstigsten Verlauf eine schwere Allgemeinerkrankung mit sich zieht.

### 4.2 Fragestellung

Im vorliegenden HTA-Bericht soll geklärt werden, welche Erfolgsraten WKB an Mahlzähnen (Molaren) aufweisen bzw. wie lange wurzelbehandelte Zähne nach Therapieschluss funktionstüchtig im Mund des Patienten verbleiben.

Außerdem soll dargestellt werden, welche Komplikationen im Zuge einer WKB bzw. nach Abschluss der Therapie auftreten. Es stehen also die medizinische Wirksamkeit unter Normalbedingungen (Effektivität) bzw. die Ergebnisqualität von WKB im Zentrum der Fragestellung. Zur Beantwortung dieser Fragen wird zwischen konventionellen und chirurgisch-endodontischen Verfahren unterschieden.

Darüber hinaus soll diskutiert werden, unter welchen Umständen WKB ökonomisch gerechtfertigt sind. Zusätzlich werden ethische Aspekte der Therapie betrachtet, sofern sie für die Beurteilung der Effektivität von Bedeutung sind.

### 4.3 Medizinische Bewertung

#### 4.3.1 Methodik

Durch eine systematische Suche für die Jahre 1999 bis 2004 in 29 Literaturdatenbanken und in der Cochrane Bibliothek sowie mittels einer erweiterten Handsuche in zwei Fachzeitschriften für Endodontologie konnten 750 Artikel identifiziert werden. Die Suchbegriffe, die immer in englischer und deutscher Sprache angegeben wurden, umfassten Schlagworte wie Endodontie, WKB, Molaren, Material sowie Komplikation und Erfolg.

Eingeschlossen wurden schwerpunktmäßig Langzeitbeobachtungsstudien, die die Erfolgsfaktoren von WKB - getrennt nach Zahntypen, darunter Molaren - analysierten und auch über potenzielle Komplikationen berichteten.

Ausgeschlossen wurden rein narrative Übersichtsarbeiten, Studien mit weniger als 30 untersuchten Fällen und Studien mit einer Nachverfolgung unter einem Jahr.

Nach der Selektion und der Bewertung der Literatur durch zwei unabhängige Gutachterinnen (eine Zahnmedizinerin und eine Gesundheitsökonomin) blieben 26 Studien, darunter drei systematische Übersichtsarbeiten für die Datensynthese. In die endgültige Bewertung flossen 18 Arbeiten (elf zur konventio-

nellen und sieben zur chirurgischen WKB) ein. Vier relevante Untersuchungen wurden bei der Bewertung berücksichtigt, obwohl sie außerhalb des geplanten Untersuchungszeitraums lagen. Der Grund dafür war u.a., dass für Deutschland ursprünglich nur sehr wenige Studien identifiziert werden konnten. Zwei Artikel, die per Handrecherche gefunden wurden, waren Qualitätsrichtlinien für die endodontische Behandlung.

Die Studienqualität ist eher gering. So konnten kaum randomisierte, klinische (RCT) oder prospektive, verblindete Studien mit Kontrollgruppen identifiziert werden. Bei der Mehrzahl der gefundenen Untersuchungen handelt es sich um retrospektive Beobachtungsstudien mit einem teilweise sehr kurzen (z.B. halbes Jahr) Beobachtungszeitraum. Die nach der Erstanalyse ausgewählten drei systematischen Literaturübersichtsarbeiten mussten in weiterer Folge von der endgültigen Informationssynthese ausgeschlossen werden. Der Grund war, dass zwar Molarzähne in den analysierten Studien eingeschlossen waren, bei der Darstellung der Ergebnisse aber nicht nach dem Zahntyp differenziert wurde bzw. keine expliziten Aussagen für die Situation von Molaren getroffen wurden.

Die geplante systematische Datensynthese wurde durch die Vielzahl der zur Erfolgsbeurteilung verwendeten Kriterien (nur klinisch, oder nur radiologisch oder radiologisch kombiniert mit klinisch) und Bewertungsskalen (Erfolg / Misserfolg versus vollständige Heilung / unvollständige Heilung / unsicherer Erfolg / Misserfolg) wesentlich erschwert. So konnte beispielsweise für die Frage nach Erfolgsraten oder Einflussfaktoren auf die Prognose von chirurgisch-endodontischen Primärbehandlungen an Molaren keine ausreichend valide Studie im Untersuchungszeitraum identifiziert werden.

### 4.3.2 Ergebnisse

In Anbetracht der unterschiedlichen Ausgangsbefunde und Indikationsstellungen sowie aufgrund methodenspezifischer Einflussgrößen für die verschiedenen endodontischen Behandlungsverfahren wurden das konventionelle und das chirurgische Verfahren an Molaren getrennt voneinander analysiert. Die Frage, ob es sich um eine Primärbehandlung oder eine Revision handelte, spielte in diesem Zusammenhang nur eine untergeordnete Rolle.

#### Ergebnisse für konventionelle Wurzelkanalbehandlungen

Insgesamt führen die elf eingeschlossenen Studien 24 mögliche, einflussreiche Faktoren an, wobei jedoch keine der Arbeiten explizit alle von den verschiedenen Autoren angegebenen Einflussgrößen untersuchte. Jedoch analysierten fast drei Viertel der bewerteten Arbeiten (73 %) mindestens acht verschiedene, prognostisch einflussreiche Faktoren. Die Bewertung von signifikanten Einflussunterschieden erfolgte mittels anerkannter statistischer Verfahren (wie Log Rank-Test,  $\chi^2$ -Test usw.).

Folgende vier Einflussgrößen erwiesen sich nach eingehender Analyse als prognostisch besonders bedeutend:

- Der präoperative Ausgangsbefund (Pulpastatus, periapikaler Status).
- Die Quantität und Qualität der Wurzelfüllung.
- Der koronale Wiederverschluss des behandelten Zahns.
- Der Zahntyp (Frontzähne, Premolaren, Molaren).

Weitgehende Übereinstimmung bestand unter den Autoren hinsichtlich der prognostischen Bedeutung des Faktors präoperativer Ausgangsbefund. Nach Angaben der Forscher weisen alle Zähne mit Pulpanekrose (infiziertes Endodont) und assoziierten PL deutlich niedrigere Erfolgsquoten auf als Zähne mit vitaler Pulpa oder Pulpanekrose ohne PL. Die systematischen Übersichtsarbeiten zeigen auch sehr deutlich, dass zu Behandlungsbeginn bestehende PL sowie der Status der Pulpa die Erfolgsaussichten auf eine vollständige Heilung in signifikantem Ausmaß verringern. Bei Kojima et al.<sup>67</sup> liegen die kumulativen Erfolgsraten für Zähne mit vitaler Pulpa bei 82,8 % während es bei Zähnen mit toter Pulpa nur 78,9 % waren.

Im Kanal gebliebene Mikrobakterien spielen bei der Entstehung sowie bei der Aufrechterhaltung einer periapikalen Entzündung eine dominierende Rolle. Deshalb übt die sorgfältige Entfernung jeglicher Mikroorganismen (Kanalaufbereitung) bei jeder WKB und ganz besonders bei einem infizierten Endodont (Pulpanekrose) einen prognostisch sehr bedeutenden Einfluss aus, wobei natürlich auch eine optimale Arbeitslänge wichtig ist. Zähne mit präoperativer Pulpanekrose zeigten bei Sjögren et al.<sup>74</sup> signifikant

häufiger eine Heilung, wenn bis zur apikalen Konstruktion sauber aufbereitet wurde (90 % Heilung versus 69 % Heilung, wenn nicht optimal aufbereitet wurde).

Nach der sauberen, sterilen Aufbereitung des Wurzelkanals ist es wichtig, diesen durch eine optimale Wurzelfüllung vor der Wiederbesiedelung mit Bakterien zu schützen. Die Mehrheit der Autoren sehen in der Qualität (dicht, homogen, wandständig) sowie in der optimalen apikalen Extension (von 0 bis 2 mm innerhalb der radiologisch sichtbaren Wurzelspitze) der Wurzelfüllung einen weiteren entscheidenden Erfolgsparameter. Bei „unterfüllten“ Wurzeln (mehr als 2 mm vor dem radiologisch erkennbaren Apex) sinken die Erfolgsaussichten signifikant (Erfolgsrate: 76 %); „überstopfte“ Füllungen weisen die ungünstigste Prognose auf (Heilungsrate: 68 %), vor allem bei schlechten Ausgangsbefunden wie Pulpanekrose (devitale Pulpa) mit periapikaler Beteiligung (Heilungsrate: 62 %). Dammaschke et al.<sup>60</sup> erklären den negativen prognostischen Effekt einer Wurzelüberfüllung damit, dass durch die „Überstopfung“ Mikroben in das periapikale Gewebe gepresst werden und dort eine Entzündung aufrechterhalten. Zudem wirken die Füllungsmaterialien auf das periapikale Gewebe sehr schädigend.<sup>60</sup>

Auch hinsichtlich der Wichtigkeit einer qualitativen, koronalen Wiederversorgung des behandelten Zahns sind sich die Forscher weitgehend einig. Laut der bewerteten Literatur muss der Zahn - zur Sicherstellung des endodontischen Erfolgs - mit einer geeigneten endgültigen koronalen Restauration versorgt werden. Die Art der endgültigen Versorgung ist dabei weniger wichtig als die Tatsache, dass die Versorgung definitiv und nicht provisorisch erfolgt.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor scheint diesbezüglich der richtige Zeitpunkt der Eingliederung der koronalen Endversorgung zu sein. Nach Angaben der Autoren darf der wurzelgefüllte Zahn koronal erst dann endgültig verschlossen werden, wenn alle Kanäle weitgehend keimfrei sind und bakterien dicht abgefüllt wurden. Diese Vorgänge gestalten sich bei einer präoperativ infizierten, verzweigten Pulpa; wie es bei Molarzähnen häufig der Fall ist, eher schwierig und langwierig. Aus diesem Grund lassen sich aus der eingeschlossenen Literatur keine gesicherten und allgemeingültige Empfehlungen zum genauen Zeitpunkt der endgültigen Restauration entnehmen. Da jedoch Provisorien und temporäre Befestigungsmaterialien, die in Fällen eines unsicheren Erfolgs zum Einsatz kommen, um den behandelten Zahn noch überwachen zu können, wegen des hohen Penetrationsrisikos (Durchlässigkeit) für Flüssigkeiten und Bakterien nur für einen sehr kurzen Zeitraum in der Lage sind, das Endodont von der schädlichen Mundflüssigkeit zu schützen, raten die Verfasser in jedem Fall zu einer möglichst raschen definitiven koronalen Versorgung. Bei Friedman et al. ergaben sich bei den Zähnen, deren Zahnkronen unmittelbar nach der Wurzelfüllung definitiv versorgt werden konnten, signifikant höhere Heilungsraten, als bei Zähnen, die nur eine provisorische Kronenrestauration erhielten (85 % versus 70 %). Die Autoren betonen auch, dass beim Wiederaufbau der Zahnkrone äußerst sorgfältig gearbeitet wird und nur hochqualitative Restaurationsmaterialien verwendet werden.<sup>63</sup>

Einige Verfasser analysierten den Einfluss der Lokalisation im Kiefer: So stellte Cheung<sup>57</sup> z.B. fest, dass wurzelbehandelte Oberkiefermolaren (durchschnittliche Überlebenszeit: 83,8 Monate: Oberkiefer = OK) signifikant länger funktionstüchtig im Mund blieben als Unterkiefermolaren (durchschnittliche Überlebenszeit: 68 Monate; Unterkiefer = UK). In den Arbeiten von Peak et al.<sup>70</sup>, Field et al.<sup>61</sup> und Rocke et al.<sup>73</sup> hingegen ergab sich für die variable Kieferposition (OK oder UK) kein derartig prognostischer Zusammenhang.

Besonders zu beachten ist schließlich auch der Zahntyp als bedeutsamer prognostischer Einflussfaktor. Alle elf Arbeiten zur konventionellen WKB untersuchten diese Variable. Dabei räumen die Forscher den Molarzähnen eine tendenziell schlechtere Erfolgsprognose - wenngleich auch nicht immer in einem signifikanten Ausmaß - ein. Wurzelbehandelte Molaren (Extraktionsrate: 5,75 %) mussten beispielsweise bei Lazarski et al.<sup>68</sup> in den ersten beiden Beobachtungsjahren wegen eines endodontischen Misserfolgs signifikant häufiger als Vorderzähne (Extraktionsrate: 5,05 %) und Premolaren (Extraktionsrate: 5,53 %) extrahiert werden und bei Field et al.<sup>61</sup> wiesen die in einer „Posterioren“-Gruppe zusammengefassten Molaren und Premolaren mit 86,9 % Erfolgswahrscheinlichkeit eine in signifikantem Ausmaß schlechtere Prognose auf als Vorderzähne mit 97,9 %. Die potenziell schlechteren Überlebensaussichten für Molarzähne sehen die Forscher zum einen in der vermehrten Anzahl von Wurzeln bzw. der häufig variierenden Wurzelanatomie und zum anderen in der besonderen anatomischen Position der Molaren in den Kiefern (viel weiter hinten liegend). Molarzähne haben meistens mehr als zwei Wurzeln, die Wurzeln von Molaren weisen häufig Unregelmäßigkeiten wie starke Verzweigungen oder ganz kleine Seitenkanäle auf. Auch gestaltet sich eine Behandlung in den hinteren Kieferabschnitten, wegen des schlechten Zugangs zum Teil

schwieriger. Im Vergleich dazu errechneten beispielsweise Dammaschke und seine Mitautoren<sup>60</sup> für Molaren (Zähne mit zwei oder mehreren Wurzeln) 2003 längere Überlebenswahrscheinlichkeiten (89,2 % nach zehn Jahren) als für einwurzelige Zähne (82 % nach zehn Jahren). Diesen Widerspruch zu anderen Ergebnissen begründen die Autoren mit der guten Einschulung der behandelnden Studenten, die bei mehrwurzeligen Zähnen besonders sorgfältig gearbeitet hätten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt zur retrospektiven Beurteilung des Erfolgs einer WKB ist der Beobachtungszeitpunkt. Abhängig vom Messzeitpunkt oder der angewendeten Prognosemethode konnten für WKB mit annähernd den gleichen Bedingungen (Behandlungsart und -verfahren, Ausgangsbefunde usw.) unterschiedliche Erfolgswahrscheinlichkeiten beobachtet werden.

Obwohl fast alle Autoren die Variablen Geschlecht und Alter des Patienten durch univariate Analyse ermittelten, ergab sich diesbezüglich kein Einfluss auf die Lebensdauer des Zahns. Lediglich in einer Studie stieg die Häufigkeit der beobachteten Extraktionen mit zunehmendem Lebensalter der Patienten statistisch signifikant an.

Zur Rolle des Behandlers gab es unterschiedliche Ergebnisse. Rocke et al.<sup>73</sup> weisen für alle WKB, die von einem Endontologen durchgeführt wurden - auch bei schlechteren Ausgangsbefunden - durchwegs höhere, jedoch nicht signifikante Erfolgsraten aus. Die Autoren vermuten, dass neben der Spezialisierung vor allem die ökonomische Bedingungen, (ausreichend Zeit) unter denen gearbeitet wird, eine positive Wirkung auf den Erfolg haben. Ähnliche Ergebnisse verzeichnete nur noch die Untersuchung von Lazarski et al.<sup>68</sup>. Obwohl der Anteil der - schwieriger zu behandelnden - Molaren an den behandelten Zähnen in den untersuchten endodontischen Spezialpraxen mit 69,2 % deutlich höher war als in Allgemeinzahnarztpraxen (46,8 %), waren die kumulierten Erfolgsraten mit jeweils 90,6 % identisch. In den drei weiteren Studien, in denen die Rolle des Behandlers explizit untersucht wurde, erwies sich der Einfluss in signifikantem Ausmaß als nicht relevant.

Die niedrigste Erfolgsrate einer primären WKB an Molaren wurde mit 56 % in der Hongkongstudie von 2002 von Cheung<sup>57</sup> und seinen Mitarbeitern mit einer durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit von 7,6 Jahren erzielt. Der Grund dafür ist, dass auch Zähne, die eine Nachbehandlung bzw. Revision erforderten, schon als völliger Misserfolg gewertet wurden. Die nächstschlechtesten Resultate zeigten Hoskinson et al.<sup>66</sup> mit 77 % bei einer Nachverfolgung von rund fünf Jahren. Die Ergebnisse wurden in beiden Studien klinisch sowie radiologisch gemessen und auch die Molarenposition war annähernd identisch. Außerdem verglichen diese Autoren zwei verschiedene Behandlungsprotokolle miteinander, ohne dass sich signifikante Unterschiede in den Ergebnissen zeigten.

Die besten Resultate für Molaren verzeichnete die Untersuchung von Rocke et al.<sup>73</sup> mit einer Erfolgsrate von 92,7 % bei einer fünfjährigen Nachverfolgung. Diese im Vergleich mit anderen Studien guten Werte sind umso bedeutsamer, da 15,7 % der behandelten Zähne eine PL aufwiesen und 14,2 % der WKB eine Revision waren. Das zweitbeste Resultat ergab sich bei Sjögren et al.<sup>74</sup> mit 91,9 % Erfolgsraten. Hier wiesen 31,5 % der Wurzeln eine assoziierte PL auf und in 31,5 % der Fälle handelte es sich um eine Revision.

Den längsten Prognosezeitraum deckte die Untersuchung von Dammaschke et al.<sup>60</sup> mit zwölf Jahren ab. Nach zehn Jahren waren 89,2 % der Molaren (Frontzähne im Vergleich nur zu 82 %) noch funktionstüchtig im Mund.

Die Bandbreite der Erfolgswahrscheinlichkeit der konventionellen WKB an Molaren entspricht dabei in etwa jener der in den beiden systematischen Übersichtsarbeiten dargestellten Erfolgsraten über alle Zahntypen hinweg (70,8 bis 86,5 % bei Kojima et al.<sup>67</sup> und 53 bis 94,5 % bei Basmadjian-Charles et al.<sup>53</sup>).

### **Ergebnisse für chirurgische Wurzelkanalbehandlungen**

Die Analyse der prognoserelevanten Einflussfaktoren gestaltete sich bei den sieben chirurgisch-endodontischen Studien schwierig, da sie im Zusammenhang mit dem endodontischen Ausgangsbefund, verschiedene chirurgische Vorgehensweisen (Operationsarten) untersuchen.

Als die vier wichtigsten Einflussfaktoren, die jeweils von der Mehrheit der bewerteten Studien angeführt werden, sind zu nennen:

- Der Patient (Mitarbeit, Mundhygiene, Gebisszustand).
- Die Qualität des Behandlungsprozesses (streng standardisierte Vorgehensweise).

- Die Qualität der vorherigen Behandlung (z. B. Wurzelfüllung bei primärer WKB).
- Die Kiefer-, die Zahn- und die Wurzelposition.

Als häufigste unerwünschte Vorkommnisse wurden sowohl für die konventionelle als auch für die chirurgische WKB Extraktionen bzw. Zahnverlust angeführt. Die Gründe für eine Extraktion waren, neben Frakturen, auftretende parodontale Erkrankungen (z.B. bei Fugazzotto<sup>65</sup> beschrieben) und / oder tiefer Kariesbefall. Passend dazu wurde insbesondere in Untersuchungen von chirurgischen Verfahren auf die Bedeutung von mundhygienischen Maßnahmen vor und nach der Durchführung der Behandlung hingewiesen. Erforderliche Revisionen und Wurzel(spitzen)- bzw. Zahnkronenfrakturen wurden ebenfalls als Komplikation angeführt. Ein weiteres, speziell in der chirurgisch-endodontischen Studie von Wesson / Gale<sup>78</sup> sehr oft vorkommendes, unerwünschtes Ereignis ist die Perforation und / oder Infektion an der Furkation, d.h. der Wurzelgabelung bzw. an der Zahnwurzelspitze.

Keiner der Artikel berichtete von Komplikationen, die auf technische Probleme wie den Bruch von Instrumenten zurückzuführen waren. In einigen Studien wurde jedoch betont, dass derartige Probleme aufgrund des technischen Fortschritts rückläufig waren. Ein heikles Thema waren potenzielle menschliche Fehler, wie mangelnde Sorgfalt des Behandlers, die in keiner Studie explizit angesprochen wurden. In der Mehrzahl der Studien (z.B. Peak et al.<sup>70</sup>, Friedman et al.<sup>62</sup>, Boltacz-Rzepkowska / Pawlicka<sup>56</sup>, Dammaschke et al.<sup>60</sup>, Chueh et al.<sup>58</sup>) wurden jedoch die Bedeutung des Vorgehens nach definierten Behandlungsstandards sowie die Erfahrung und Sorgfalt des die WKB vornehmenden Zahnarztes betont bzw. als Voraussetzung definiert.

### 4.3.3 Diskussion

Die Literatursynthese gestaltete sich im Vergleich zu HTA-Berichten mit nichtzahnmedizinischen Fragestellungen als schwierig, da sich die als geeignet erscheinenden Artikel in Hinsicht auf ihre methodische Qualität, Transparenz der Untersuchung (Stichprobenauswahl, nicht nachvollziehbares Ausscheiden von Fällen aus der Untersuchung usw.), den verwertbaren Informationsgehalt und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschieden. So wurden beispielsweise die langfristigen Erfolgswahrscheinlichkeiten in sechs der 18 analysierten Studien mit Hilfe von Methoden aus der Überlebenszeitstatistik (Kaplan-Meier-Methode) bewertet, während die Erfolgsraten in den anderen Studien ex-post gemessen wurden. Insgesamt gesehen ist die Studienqualität als eher gering einzustufen.

Im Zuge der Analyse zeigte sich, dass der präoperative Ausgangsbefund (d.h. der periapikale Status und der Pulpastatus) für die Prognose einer WKB wesentlich wichtiger ist als der Zahntyp. So stimmen alle Autoren, die diesen Faktor untersuchten, überein, dass Zähne mit Pulpanekrose und gleichzeitiger PL deutlich niedrigere Erfolgsquoten aufweisen als Zähne mit vitaler Pulpa oder Pulpanekrose ohne assoziierte PL. Diese Erkenntnisse werden auch von den im Sommer 2004 publizierten Ergebnissen der Phase 2 der Torontostudie bestätigt. Diese prospektive, klinische Studie von Farzaneh et al.<sup>16</sup> verzeichnet Erfolgsraten bei konventionellen Primärbehandlungen von 93 % bei Zähnen ohne PL und von 79 % für Zähne mit präoperativ bestehenden PL. Bei Sjögren et al.<sup>74</sup> liegen z.B. die Erfolgsraten bei Zähnen ohne nachweisbare PL bei 96 %, während Zähne mit assoziierter PL nur Erfolgsraten von 86 % erreichen. In beiden Studien sind die Unterschiede statistisch signifikant. Ein gegenteiliges Resultat zeigt nur die Untersuchung an Angehörigen der britischen Luftwaffe von Peak et al.<sup>70</sup>, in der die Erfolgsrate in Fällen mit einer PL mit 87 % höher war als jene für Zähne ohne PL (80 %). In der gleichen Studie gibt es auch erstaunlich hohe Erfolgsraten bei einer Überfüllung des Wurzelkanals (93 % Erfolgsrate bei Zähnen mit einer assoziierten PL und 75 % bei Zähnen ohne PL). Die Ergebnisse von Peak et al.<sup>70</sup> stehen dabei im Widerspruch zu denen anderer Forscher wie z.B. denen von Sjögren et al.<sup>74</sup>, die eine Überstopfung des Wurzelkanals als nicht wünschenswert beschreiben.

## 4.4 Ökonomische Bewertung

### 4.4.1 Methodik

Trotz einer umfangreichen, systematischen Literatursuche konnten keine Studien identifiziert werden, die ökonomische Aspekte zum Thema WKB eingehend beleuchten. Über Handsuche wurde ein Artikel gefunden, der auf die ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Erfolgsraten in Spezialisten- und Allgemeinpraxen hinweist. Er wurde ergänzend berücksichtigt.

Anhand von öffentlich zugänglichen Quellen und einer Expertenbefragung wurde anstatt einer systematischen Literaturübersicht eine beispielhafte Abschätzung der direkten Kosten für die Krankenkasse bei den verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten erstellt.

### 4.4.2 Ergebnisse

#### Leistungsumfang im Rahmen der Gesetzlichen Krankversicherung

Nach den Behandlungsrichtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen wird grundsätzlich festgelegt, dass ein Zahn dann erhalten werden soll, wenn er „erhaltungsfähig“ und „erhaltungswürdig“ ist. Seit 2004 werden die Kriterien, nach denen ein Zahn erhaltungsfähig bzw. erhaltungswürdig ist, genauer als bisher beschrieben. Für die (konventionelle) und die Revision der WKB sowie für die WSR gilt unter anderem die Möglichkeit, eine geschlossene Zahnreihe erhalten zu können, eine einseitige Freiendsituation vermeiden zu können oder einen funktionstüchtigen Zahnersatz erhalten zu können als ausschlaggebend. Die Grenzen für Leistungen im Rahmen der GKV scheinen seit 2004 insgesamt enger gezogen zu sein. Zahnersatz wird im Anschluss an eine Extraktion dann erstattet, wenn bei bleibender Zahnlücke Folgewirkungen für das Gebiss zu befürchten sind.

#### Direkte Kosten der Wurzelkanalbehandlung aus Sicht der Gesetzlichen Krankversicherung

Im Rahmen einer Wurzelbehandlung können im Zeitablauf unterschiedliche Behandlungswege eingeschlagen werden. Nach einer endodontischen Erstbehandlung muss im späteren Verlauf unter Umständen eine Revision oder im Fall der konventionellen WKB eine chirurgische WKB durchgeführt werden. In letzter Konsequenz kann eine Extraktion des Zahns notwendig werden.

Die Bezahlung der Behandlung erfolgt in Deutschland nicht pauschal, sondern anhand verschiedenster Leistungspositionen. Je nach Patient und individueller Situation können die Kosten daher stark differieren. Eine WKB an einem dreiwurzeligen Zahn mit Sensibilitätsprüfung, Anästhesie, Kofferdammisolierung, Zahneröffnung, Kanalaufbereitung und -füllung, medikamentöser Einlage und Röntgen kostet rund € 220. Hinzu kommen Füllung oder Krone. Eine WSR ist tendenziell etwas billiger.

Das Alternativverfahren zur WKB, die Extraktion, kostet rund ein Viertel von dieser oder weniger. Zusammen mit einem Zahnersatz muss jedoch mit insgesamt höheren Kosten gerechnet werden (auch unter Einbeziehung der Tatsache, dass die Patienten beim Zahnersatz meist einen Teil selbst zahlen müssen).

### 4.4.3 Diskussion

Bei einem Vergleich zwischen Zahnerhaltung und -verlust sollten über die oben genannten Kostenkomponenten hinaus auch Folgekosten mit in Betracht gezogen werden: Nach einer WKB können wie oben erwähnt, im späteren Verlauf mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eine Revision, eine chirurgische Behandlung (wenn die Erstbehandlung konventionell war) oder eine Extraktion folgen. Eine Extraktion mit bleibender Zahnlücke hingegen kann Zahnwanderungen oder Zahnverlust verursachen und ist in der Regel auch mit ästhetischen Einbußen verbunden.

Bei der Frage der Kosten sollte auch Erwähnung finden, dass verschiedene Studien eine - international verglichen - schlechtere Qualität der WKB in Deutschland vermuten und in einigen Publikationen unter anderem ein Zusammenhang zur (geringen) Bezahlung im Rahmen der Krankenkassenbehandlung

gesehen wird. Festgestellt werden kann, dass die Vergütung in der privaten Honorierung anhand der GOZ durchschnittlich besser ausfällt.

## **4.5 Ethische Bewertung**

### **4.5.1 Methodik**

Für eine Beurteilung der ethischen Aspekte der Durchführung einer WKB konnten trotz einer zusätzlichen Handrecherche sowie der Rücksprache mit anerkannten Endodontologen in Deutschland, Großbritannien, Kanada, USA und Österreich keine relevanten Studien identifiziert werden.

### **4.5.2 Ergebnisse**

Zur ethischen Thematik können daher kaum fundierte Aussagen getroffen werden. Laut herrschender Lehrmeinung stellt aber der Verlust jedes natürlichen Zahns eine Einschränkung der Lebensqualität dar. Daher zielt die Zahnmedizin nach Möglichkeit zuerst immer auf zahnerhaltende Maßnahmen ab.

### **4.5.3 Diskussion**

In keiner der analysierten Studien wurde jedoch grundsätzlich das Erfordernis einer WKB bei Vorliegen bestimmter klinischer (Schmerzen, Schwellung usw.), radiologischer (PL) oder histologischer Parameter in Frage gestellt.

## **4.6 Zusammenfassende Diskussion aller Ergebnisse**

Grundsätzlich sind aufgrund methodischer Schwächen der untersuchten medizinischen Studien und aufgrund des Mangels an ökonomischen Arbeiten verbindliche Aussagen zur Langzeitwirksamkeit (Effektivität) der WKB an Molaren nur bedingt möglich.

Durch die systematische Literatursynthese konnte gezeigt werden, dass Molaren aufgrund der größeren Anzahl von Wurzeln etwas schwieriger endodontisch zu behandeln sind als einwurzelige Zähne. Dennoch wurden in einigen Untersuchungen auch unter Normalbedingungen (d.h. keine Selektion der Patienten, Behandlung durch nicht spezialisierten Zahnarzt) langfristige Erfolgsraten der WKB an Molaren von teilweise über 90 % - und damit auf dem Niveau von WKB an anderen Zahntypen - erreicht. Insbesondere konventionelle WKB an Molaren sind daher eine effektive Methode zur Behandlung von endodontisch erkrankten Zähnen, wobei ein wichtiger limitierender Faktor für den Erfolg eine nekrotische Pulpa, speziell in Verbindung mit einer assoziierten PL ist. Mit zunehmender Größe der PL geht die Erfolgswahrscheinlichkeit einer WKB in signifikantem Ausmaß zurück. Die Voraussetzung für einen dauerhaften Erfolg ist in einer sorgfältigen Abwägung des Ausgangsbefunds unter Abschätzung der Behandlungsalternativen und der Durchführung der Behandlung unter Einhaltung bestimmter Standards wie die Füllung der Wurzel von 0 bis 2 mm innerhalb der radiografisch erkennbaren Wurzelspitze und die Verwendung eines Kofferdams begründet.

Für die von einigen deutschen Autoren im internationalen Vergleich vermutete schlechtere Qualität der WKB in Deutschland konnte keine Evidenz gefunden werden. Die Erfolgsraten der WKB an Molaren in Deutschland lagen im Bereich der Ergebnisse der anderen Länder. Grundsätzlich scheint sich in Deutschland, ebenso wie in anderen Ländern, die Qualität des Behandlungsprozesses im Hinblick auf die Behandlungstechnik in den letzten Jahren verbessert zu haben.

Für eine Einschränkung der Durchführung von WKB auf Endodontologen wurde keine hinreichende Evidenz gefunden, da der Behandler - sofern sorgfältig und unter Einhaltung aller Standards gearbeitet wird - keinen übermäßig großen Einfluss auf das Ergebnis hat. Ein wichtiger Aspekt scheint jedoch der Zeitfaktor zu sein, da sowohl deutsch- als auch englischsprachige Autoren der Meinung sind, dass eine ordnungsgemäß durchgeführte WKB zeitaufwändig sei.

## 4.7 Schlussfolgerung

Aus methodischer Sicht sollen vor der Durchführung weiterer - durchaus wünschenswerter - prospektiver endodontischer Studien einheitliche Erfolgsmessungsstandards vereinbart werden, um eine bessere systematische Bewertung der Ergebnisse zu ermöglichen. Beispielsweise soll die Beurteilung immer nach klinischen und nach radiologischen Kriterien sowie zu standardisierten Beobachtungspunkten erfolgen. Bei den Ergebnissen soll zwischen Erfolg, unsicherem Erfolg und Misserfolg unterschieden werden.

Obwohl Molaren, speziell bei verzweigten, stark gekrümmten Kanälen tendenziell eine etwas schlechtere Prognose als andere Zähne haben, konnte nachgewiesen werden, dass eine sorgfältig und nach modernen Behandlungsrichtlinien durchgeführte WKB eine angemessene sowie ökonomisch vertretbare Behandlungsmethode - auch für endodontisch erkrankte Molarzähne - ist. In einigen Studien konnten für Molaren Erfolgsraten von zum Teil über 90 % bei einer Beobachtungsdauer von zehn Jahren festgestellt werden. Die Erfolgsaussichten entsprechen damit jenen für andere Zahntypen. In vielen Fällen ist auch bei einem Misserfolg der Primärbehandlung durch eine entweder konventionell oder bei Bedarf chirurgisch-endodontisch vorgenommene Revision ein dauerhafter Erfolg beschieden.

Resümierend kann daher festgestellt werden, dass die konventionelle WKB die Methode der ersten Wahl in der Primärbehandlung von endodontisch erkrankten Molaren sein sollte, sofern keine Gründe wie eine große PL dagegen sprechen. Das Erreichen ähnlicher Erfolgsraten wie bei der WKB an anderen Zahntypen setzt aber eine gewissenhafte Diagnose des Ausgangsstatus und eine streng standardisierte, sorgfältige Durchführung der Behandlung voraus.

Verbindliche Aussagen über die Erfolgsaussichten einer chirurgisch-endodontischen Primärbehandlung ebenso wie über die Angemessenheit der derzeitigen Honorierung von WKB können mangels vorliegender vergleichbarer Untersuchungen jedoch nicht getroffen werden.

Es wird daher vorgeschlagen, für Deutschland eine breit angelegte, prospektive endodontische Studie unter gleichen Bedingungen hinsichtlich Population, Ergebnisbeurteilung und Messpunkte sowie unter Einbeziehung ökonomischer Parameter durchzuführen.

## 5 Hauptdokument

### 5.1 Einleitung

Die WKB ist eine zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethode, die bei einer irreversibler Schädigung des Zahnnervs (Pulpa) angewendet wird. Grundsätzlich wird dabei zwischen konventionellen und chirurgisch-endodontischen Verfahren unterschieden. Eine detaillierte Beschreibung der WKB-Methoden sowie wichtiger Determinanten des Erfolgs bzw. Misserfolgs erfolgt in der „Medizinischen Bewertung“.

Die konventionelle WKB ist schon seit über 100 Jahren bekannt und wurde bereits in den 20er Jahren in der Literatur beschrieben.<sup>28</sup> Eines der heute noch oft zitierten Standardwerke mit dem Titel „The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination“ stammt aus dem Jahr 1956.<sup>44</sup>

Seither haben sich sowohl die Behandlungs- als auch die Prognosemöglichkeiten verbessert bzw. wurden neue Materialien (Füllmaterialien, verbesserte Wurzelkanalinstrumente usw.) eingeführt. Seit rund 30 bis 35 Jahren sind auch chirurgisch-endodontische Verfahren (z.B. WSR), oft als Folge einer gescheiterten primären konventionellen WKB, üblich. Viele Studien wurden jedoch nur „in vitro“, d.h. an extrahierten Zähnen im Labor oder nur an tierischen Zähnen durchgeführt, wodurch aber kein Aufschluss über den Langzeiterfolg der WKB bzw. über die grundsätzliche Verweildauer der behandelten Zähne im Mund gegeben werden kann. Hier setzt der gegenwärtige HTA-Bericht an.

### 5.2 Fragestellung

Im vorliegenden HTA-Bericht wird der Frage nachgegangen,

- welche Erfolgsraten WKB an Mahlzähnen (Molaren) aufweisen und
- wie lange wurzelbehandelte Zähne nach Therapieschluss funktionstüchtig im Mund des Patienten verbleiben.

In diesem Zusammenhang soll auch dargestellt werden, welche Komplikationen im Zuge einer WKB bzw. nach Abschluss der Therapie auftreten. Es steht also die medizinische Wirksamkeit unter Normalbedingungen (effectiveness) bzw. die Ergebnisqualität von WKB im Zentrum der Fragestellung. Fragen der Prozessqualität sollen nur insoweit behandelt werden, als sie von dem in der Folge definierten üblichen Behandlungsstandards abweichen.

In zweiter Linie soll geklärt werden, unter welchen Umständen WKB ökonomisch gerechtfertigt sind. Darüber hinaus sollen auch ethische Aspekte der Therapie betrachtet werden, sofern sie für die Beurteilung der Effektivität von Bedeutung sind.

### 5.3 Medizinische Bewertung

#### 5.3.1 Einführung / Hintergrund

##### 5.3.1.1 Endodontologie - Wurzelkanalbehandlung

Zähne gliedern sich anatomisch in die Zahnkrone (Corona dentis), das ist jener Teil, den man im Mund über dem Zahnfleisch sieht und die Zahnwurzel (Radix dentis), die unter dem Zahnfleisch im Kiefer (Alveole) fest verankert ist. Zwischen Krone und Wurzel liegt der Zahnhals (Collum dentis). Die Zahnwurzeln besitzen im Inneren einen Hohlraum (Wurzelkanalsystem), in dem sich das Zahnmark (dentale Pulpa), bestehend aus feinen Blutgefäßen, Nerven und Bindegewebe, befindet. Bei einer tiefen inneren Karies (Karies profunda) oder wenn ein größeres Stück Zahn abgebrochen ist (Zahntrauma), dringen Bakterien bis zum Pulpengewebe vor und verursachen dort eine Entzündung oder Infektion (Pulpitis). Als Folge entwickeln sich Beschwerden (Kalt- und Heißreize) bis hin zu starken Zahnschmerzen. Bleibt eine Behandlung aus, breiten sich die Bakterien über die Wurzelspitze (Apex dentis) bis in den Kieferknochen und schließlich bis in die umgebenden Weichteile aus. Dort kommt es dann zu einer gefährlichen und schmerzhaften Schwellung sowie zur Eiterbildung (Abszess), die im ungünstigen Verlauf schwere Allgemeinerkrankungen nach sich ziehen können.<sup>30, 43</sup>

Das Fachgebiet der Endodontologie beschäftigt sich mit der Form, der Gesundheit, den Erkrankungen und Verletzungen der dentalen Pulpa und dem die Pulpa umgebenden Gewebe (periradikuläres Gewebe) sowie deren Diagnostik und Behandlung. Die endodontische Therapie (WKB) involviert den Gebrauch von biologisch akzeptierbaren chemischen und mechanischen Methoden, um die pulpäre und periradikuläre Entzündung zu eliminieren. Dabei zielt die Behandlung nach Möglichkeit - aus weiter unten erläuterten Gründen - immer auf die Erhaltung des endodontal erkrankten Zahns. Hat die Entzündung das periradikuläre Gewebe erreicht (apikale bzw. periapikale Parodontitis), besteht in speziellen Fällen noch die Möglichkeit, den betroffenen Zahn durch die Kombination der konventionellen WKB mit endodontischer Chirurgie (vgl. den Punkt „Endodontische Chirurgie“), z.B. durch eine WSR zu retten. Als endodontische Primärbehandlung kommen daher eine konventionelle WKB - oder beim Vorliegen bestimmter Indikationen wie z.B. eine große (über 5 mm) PL - ein chirurgisches Verfahren in Frage. Eine etwaige Revision, d.h. Wiederholung der WKB, kann ebenfalls wieder mittels konventionellem oder chirurgischem Verfahren erfolgen. Letzteres wird auch als „Resurgery“ bezeichnet. Die einzige Alternative zu den konservierenden endodontischen Behandlungsmethoden ist die Extraktion (Zahnziehen), die meist erst nach dem Scheitern des Versuchs einer endodontischen Therapie durchgeführt wird. Bei Verzicht sowohl auf die WKB als auch auf die Extraktion muss damit gerechnet werden, dass sich eine bestehende Entzündung in den Kieferknochen ausbreitet und im ungünstigsten Verlauf eine schwere Allgemeinerkrankung mit sich zieht.<sup>6, 43, 2, 71</sup>

Grundsätzlich setzt die moderne Zahnmedizin zuerst auf Behandlungsmethoden zur Erhaltung der natürlichen Zähne. Ein vollständiges, gesundes Gebiss beeinflusst die Sprach- und Sprechweise, das psychische Wohlbefinden sowie das Aussehen einer Person. Jeder einzelne Zahn übernimmt eine wichtige Aufgabe bei der Funktion des Kauorgans. Wird ein Zahn gezogen, so entsteht in der Zahnreihe des OK oder des UK eine Zahnücke. Im Lückengebiss kommt es zu Zahnwanderungen. Die elongierten, gekippten oder gedrehten Zähne sind aufgrund ihrer pathologischen Stellung in der Okklusion (Bisslage) während des Kauakts äußerst schädlichen Belastungen ausgesetzt. Das führt wiederum zu degenerativen Erkrankungen des Parodonts (Zahnhalteapparat) sowie nach gewisser Zeit zur Zahnlockerung und schließlich zum Zahnverlust. Auf diese Weise gehen Zähne nach und nach verloren. Zahnlosigkeit hat bedeutende Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme und -verdauung, auf die Lautbildungsfähigkeit (Sprechen) sowie auf die Gesichtsästhetik und die psychosoziale Befindlichkeit des Betroffenen.<sup>8</sup> Der Verlust jedes natürlichen Zahns stellt demnach einen erheblichen Eingriff in die Lebensqualität dar.

### 5.3.1.2 Indikation

Die WKB bietet die einzige Möglichkeit einen „erhaltungswürdigen“ Zahn, dessen Pulpa unwiederbringlich (man spricht von irreversibler Pulpitis) durch eine tiefreichende Karies oder eine aufsteigende tiefe Parodontitis (Zahnbettentzündung) sowie ein Zahntrauma geschädigt ist, zu erhalten. Eine WKB ist also bei irreversibler Pulpitis und nekrotischen Pulpazuständen (abgestorbene Pulpa) mit oder ohne pathologischen Veränderungen in der periradikulären Gegend indiziert.<sup>19</sup> Auch manche prothetischen Restaurationen erfordern eine WKB: beispielsweise wenn Zähne zur Befestigung (Pfeilerzähne) von prothetischen Arbeiten (z.B. Teilprothesen) im Sinne einer ausreichenden Retention (Verankerung) stark beschliffen werden müssen oder wenn der Zahnarzt im Rahmen einer Kariesentfernung (Beschleifen des Zahns) die Pulpa irrtümlich eröffnet hat (iatrogene Pulpakanaleröffnung). Eine weitere Indikation zur WKB stellen fragliche klinische bzw. radiologische Pulpazustände vor einer prothetischen Rekonstruktion (Kronenaufbau) eines Zahns dar: Grundsätzlich kann eine WKB bei allen Patienten ausgeführt werden, bei denen auch andere zahnärztliche Therapiemethoden möglich sind.<sup>6, 2</sup>

### 5.3.1.3 Kontraindikation

Nicht durchzuführen ist eine WKB bei nicht mehr restaurierbaren Zähnen (wenn z.B. der Aufbau des Zahns aufgrund einer tiefen kariösen Zerstörung nicht mehr möglich ist) bzw. wenn Zähne keine funktionelle oder ästhetische Aufgabe erfüllen sowie bei parodontal gelockerten Zähnen oder Zähnen mit primärer schlechter Prognose (wie es z.B. bei Zähnen mit Parodontopathien und / oder stark verzweigten oder gekrümmten, nicht durchgängigen Wurzelkanälen der Fall ist). Des Weiteren sollen auch unkooperative Patienten nicht wurzelbehandelt werden. Ebenso soll auf eine Behandlung verzichtet werden, wenn eine allgemeine Kontraindikation gegen diese spricht.<sup>6, 2</sup>

### 5.3.1.4 Qualitätsleitlinien und -kriterien zum Ablauf der Behandlung

Die konventionelle WKB ist ein aufwändiges Heilverfahren, bei dem die irreversibel geschädigte dentale Pulpa entfernt, das verbliebene Wurzelkanalsystem (bei den Molaren sind im Regelfall zwei oder drei Kanäle ausgebildet) sauber aufbereitet und abschließend bakteriendicht versiegelt wird. Vor Behandlungsbeginn erfolgen unter Einbezug der vollständigen medizinischen und zahnmedizinischen Anamnese, der klinischen Untersuchung (Inspektion und Palpation) sowie aller indizierten extra- und intraoralen Untersuchungsmethoden (Sensibilitätstest, Radiographie, etc.) die sorgfältige Diagnose- und Indikationsstellung sowie die Behandlungsplanung. Diese beeinflussen funktionelle und ästhetische Kriterien und die zu erwartende Prognose der endodontischen Therapie. Die Notwendigkeit einer Lokalanästhesie muss evaluiert und gegebenenfalls eine schmerzhemmende Injektion verabreicht werden.

Zur Infektionsvermeidung sind sterile Verhältnisse zu schaffen. Der zu behandelnde Zahn sollte während der WKB immer mit einem Gummituch (so genannter Kofferdam) isoliert werden, um eine Kontamination mit Speichelbakterien zu vermeiden bzw. das Einatmen oder Verschlucken von Wurzelkanalinstrumenten zu verhindern. Zuerst bohrt der Zahnarzt den betroffenen Zahn auf, entfernt dabei defekte Restaurationen und alle Karies, um sich eine gute Sicht auf den Pulpakanaleingang zu verschaffen. Anschließend entfernt er die geschädigte Pulpa. Ziel der WKB ist, unter möglicher Schonung des Apex (Wurzelspitze) alle Reste des Pulpagewebes zu entfernen, dabei so wenig Zahnschubstanz wie möglich zu opfern und einen dichten, biokompatiblen und dauerhaften Verschluss aller vorhandenen Wurzelkanäle zu schaffen. Dazu ist die Kenntnis des Arbeitsgebiets (z.B. die Zahnanatomie und mögliche Anomalien) eine wichtige Voraussetzung.<sup>6, 43, 2</sup>

#### 5.3.1.4.1 Vitalexstirpation

Bei der „Vitalexstirpation“ entfernt der Endodontologe die irreversibel geschädigte, aber noch vitale Pulpa (d.h., dass der Sensibilitätstest positiv ist), mit einer sogenannten „Exstirpationsnadel“. Sollte diese Methode nicht möglich sein, z.B. bei Undurchgängigkeit der Wurzelkanäle oder bei devitalen Zähnen (abgestorbene Pulpa), steigt man auf die „Mortalexstirpation“ um. Dabei entfernt der Endodontologe das abgestorbene Gewebe (nekrotische Pulpa), das entweder im Verlauf der Erkrankung von selbst abgestorben ist oder durch ein spezielles Medikament abgetötet (devitalisiert) wurde. Die günstigeren Voraussetzungen für ein erfolgreiches Gelingen der Behandlung sehen die Endodontologen aber in der Vitalexstirpation, da nekrotisches Gewebe meist infektiös zerfallen und viel häufiger infiziert bzw. schwerer zu eliminieren ist.<sup>6, 43</sup>

#### 5.3.1.4.2 Aufbereitung des Wurzelkanalsystems

Die Aufbereitung besteht in der restlosen mechanischen Eliminierung des Wurzelkanalinhalts und aller Mikroorganismen (d.h. des vitalen und nekrotischen Pulpagewebes und des gesamten infizierten Kanalinhalts) sowie in der Desinfektion und der Formgestaltung des Wurzelkanalsystems. Im Regelfall soll der Wurzelkanal bis zum physiologischen Foramen apicale, d.h. bis etwa einen Millimeter vor die radiologische Wurzelspitze aufbereitet werden.<sup>17</sup> Durch eine Spezialröntgenaufnahme wird daher zuerst die Arbeitslänge der benötigten Wurzelkanalinstrumente bestimmt, da ohne diese röntgenologische Berechnung der Kanallänge die Erfolgsaussicht einer Behandlung verschwindend gering ist. Mit sterilen Instrumenten (Wurzelkanalbohrer- und Feilen) müssen die Kanäle gereinigt und so geformt werden, dass das Kanalsystem bis zur Wurzelspitze gut spülbar und dicht abfüllbar ist. Wiederholtes Spülen der Kanäle mit antibakteriell wirksamen Mitteln reinigt zusätzlich und tötet Bakterien ab. Je nach Situation zieht sich die Behandlung über mehrere Termine hin. Vor allem bei Backenzähnen (Molaren), mit ihren manchmal stark gekrümmten oder verzweigten Wurzelkanälen, gestaltet sich die Aufbereitung oft sehr schwierig und zeitintensiv. Sie kann manuell, maschinell oder mit Ultraschallgeräten erfolgen.

Bei der manuellen Methode arbeitet der Behandler mit feinsten Handinstrumenten, die er mit bloßer Hand ohne maschinellen Aufsatz (Winkelstück) führt, während bei der maschinellen Aufbereitung die Wurzelkanalinstrumente in ein motorbetriebenes Winkelstück eingespannt werden. Bei dieser Aufbereitungsmethode imitiert ein Motor die Handbewegungen des Zahnarztes. Die Ultraschallmethode reinigt das Wurzelkanalsystem durch Schallwellen. Im apikalen Bereich (in der Nähe der Wurzelspitze) wird der Kanal durch maschinelle Aufbereitung nicht wesentlich besser gereinigt als mit Handinstrumenten. In engen Stellen (Isthmus) von Kanälen aber bietet die Ultraschallanwendung nach der händischen oder maschinellen

Aufbereitung eine wesentlich bessere Reinigungswirkung.<sup>75</sup> Grundsätzlich ist nicht die jeweils gewählte Aufbereitungsmethode allein, sondern die ordnungsgemäße Handhabung durch den Behandler für die Qualität des Ergebnisses entscheidend. Die definitive Wurzelfüllung (Obturation) darf jedenfalls erst beginnen, wenn die Infektion als eliminiert anzusehen ist, die Kanäle trocken sind und der Zahn symptomlos ist.<sup>6, 43, 42</sup>

### 5.3.1.4.3 Obturation des Wurzelkanalsystems

Eine Wurzelkanalfüllung versiegelt das Kanalsystem bakteriendicht. Nach erfolgter Aufbereitung beginnt die endgültige Füllung des Wurzelkanalsystems mit einem halbfesten Material (z.B. gummiartige Guttaperchaspitzen) als Leitstruktur und einem pastösen Füllmaterial (Sealer, z.B. Phosphatzement, AH 26, etc.). Die Wurzelfüllmaterialien müssen biokompatibel (gewebsverträglich), dimensionsstabil, wenig löslich, gut abdichtend, röntgenopak und für eine etwaige Revision leicht wieder entfernbar sein. Mit Hilfe von Spezialinstrumenten (Lentulo, Reamer Wurzelkanalstopfer) und speziellen Techniken (vertikale oder laterale Kondensation) füllt der Zahnarzt alle vorhandenen Wurzelkanäle bis ganz knapp vor die Wurzelspitzen (die Füllung soll etwa 1 mm<sup>43, 49</sup> bis 2 mm<sup>74, 58, 67</sup> vor der radiologischen Wurzelspitze enden) bakteriendicht ab.<sup>52</sup> Nun gilt es die Zugangsöffnung in der Zahnkrone, durch die die WKB-Instrumente in das Kanalsystem eingeführt wurden, wieder zu verschließen.

Zur Erlangung der vollen Funktionsfähigkeit des endodontisch behandelten Zahns versorgt ihn der Zahnarzt mit einer definitiven koronalen Restauration unter Nutzung modernster Materialien und Techniken.<sup>62</sup> Bei sehr kleinen Zugängen reicht hierfür eine Kunststofffüllung zum Verschluss aus. Bei sehr großen Defekten ist der Zahn hingegen mit einer Teilkrone oder künstlichen Krone zu versehen. Dieser Arbeitsschritt gewährleistet einen definitiven bakteriendichten Verschluss des Zahndefekts und reduziert die Frakturgefahr des Zahns.

Je rascher die definitive Versorgung eines wurzelbehandelten Zahns erfolgt (eine bis drei Wochen nach Wurzelkanalfüllung) und je mehr Zahnschubstanz dabei erhalten bleibt, umso Erfolg versprechender gestaltet sich die Perspektive auf einen komplikationsfreien Zahnerhalt.<sup>6, 43, 62</sup>

### 5.3.1.5 Beurteilung

Das abschließende Röntgenbild kontrolliert nun, ob die fertige Wurzelkanalfüllung allen Anforderungen entspricht oder ob sie verbessert oder wiederholt werden muss. Sie dient außerdem als Vergleichsaufnahme für die notwendigen Röntgenkontrollen nach neun und 24 Monaten. Empfohlen ist eine mindestens vierjährige Nachkontrolle (nach Richtlinien der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie wird der maximale Zeitraum, in der röntgenologisch eine vollständige Regeneration knöcherner Läsionen erwartet wird, mit vier bis fünf Jahren angegeben). Im Allgemeinen dienen die Schmerzanamnese, der klinische Befund und bei den Nachkontrollen der Vergleich mit der letzten nach der Behandlung angefertigten Röntgenaufnahme zur Beurteilung des Therapieergebnisses. Das angefertigte Kontrollröntgenbild sollte die Wurzelspitze und wenigstens 2 mm der periapikalen Umgebung klar und eindeutig darstellen.<sup>6, 43, 4, 74, 49</sup>

### Erfolg

Von einer erfolgreichen WKB spricht man, wenn die Therapie vorschriftsmäßig durchgeführt wurde und klinisch sowie radiologisch eindeutige Zeichen der Heilung aller pulpären und periradikulären Strukturen vorliegen.<sup>49</sup> Folgende Kriterien, die auf den Qualitätsleitlinien der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie<sup>2</sup> und der Schweizer Zahnärzte Gesellschaft basieren<sup>1</sup> bzw. auch von Gutmann Anfang der 90er Jahre ähnlich formuliert wurden<sup>25</sup>, müssen zur Bewertung als Erfolg erfüllt sein (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Klinische und radiologische Erfolgskriterien der konventionellen Wurzelkanaltherapie.**

Klinische Erfolgskriterien	Radiologische Erfolgskriterien
Klinisch asymptomatischer Zahn	Die Wurzel ist radiologisch von einem normalen durchgehend verfolgbaren Parodontalspalt normaler Breite umgeben.
Keine Schmerzen, keine Schwellung, keine Fistel	Alle Wurzeln sind konisch und zwischen 1 und 2 mm zum Apex hin dicht gefüllt.
Der Zahn ist in Funktion (Okklusion).	Keine koronale sowie apikale Mikroleakage sichtbar. Kein Spalt zwischen Wurzelfüllung und Kanalwand sichtbar, Kein Hohlraum apikal der Wurzelfüllung sichtbar. Keine abgebrochenen Instrumente oder Perforation zu erkennen.

Quelle: Ahlberg et al.<sup>2</sup>, Barbarkov / Velvart<sup>6</sup>, Field et al.<sup>61</sup>, Weiger et al.<sup>49</sup>, ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### Nicht erfolgreiche / unvollständige Heilung

Ist der Zahn klinisch asymptomatisch (vgl. Tabelle 2) und zeigt das Röntgenbild Zeichen einer periradikulären Pathologie (periapikale oder apikale Parodontitis) bzw. bei unzureichend extendierten und obturierten Kanälen, bedingt durch den Bruch von Instrumenten, Stufenbildungen und nicht entdeckten unbehandelten Kanälen, gilt die Prognose als unsicher. In dieser Situation ist es ratsam, den Zahn weiter zu beobachten, d.h. engmaschig alle sechs bis neun Monate zu kontrollieren. Wenn die Läsion nach vier Jahren nicht vollständig ausgeheilt ist oder klinische Beschwerden auftreten, wird die Therapie als nicht erfolgreich betrachtet.<sup>6, 49, 2</sup>

**Tabelle 2: Klinische und radiologische Kriterien der nicht erfolgreichen Wurzelkanaltherapie.**

Klinische Kriterien	Radiologische Kriterien
Klinisch asymptomatischer Zahn Keine Schmerzen, keine Schwellung, keine Fistel	Die periapikale Läsion hat sich im Vergleich zum Ausgangsbild nicht verändert oder sich nur geringfügig verkleinert.

Quelle: Ahlberg et al.<sup>2</sup>, Barbarkov / Velvart<sup>6</sup>, Weiger et al.<sup>49</sup>, ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### Misserfolg

Endodontologen sprechen von einem Misserfolg der WKB, wenn mindestens eines der in Tabelle 3 angeführten klinischen und / oder radiologischen Zeichen einer persistierenden radikulären Pathologie vorliegt.<sup>8, 49, 2</sup>

**Tabelle 3: Klinische und radiologische Kriterien des Misserfolgs der Wurzelkanaltherapie.**

Klinische Kriterien	Radiologische Kriterien
Klinische Symptome vorhanden: Schmerzen, Spannungsgefühl	Die Läsion blieb im Vergleich zum Ausgangsbild während einer Vierjahreskontrolle unverändert oder kaum verkleinert.
Fistelbildung oder Schwellung	Eine Läsion ist neu aufgetreten.
Der Zahn ist nicht in Funktion.	Eine existierende Läsion hat an Größe zugenommen.
Symptome und Röntgenbild stehen in Widerspruch zueinander.	Es sind radiologische Anzeichen einer Resorption vorhanden.

Quelle: Ahlberg et al.<sup>2</sup>, Barbarkov / Velvart<sup>6</sup>, Field et al.<sup>61</sup>, Weiger et al.<sup>49</sup>, ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Als häufige, röntgenologisch erkennbare Ursachen für einen endodontischen Misserfolg gelten: unzureichend dichter Verschluss der Wurzelkanäle, ein übersehener nicht gefüllter Kanal, Überfüllung, Unterfüllung und während der Behandlung eingetretene Komplikationen (z.B. Zahnfrakturen). Im Fall eines Misserfolgs ist je nach Situation die Revision (konventionelle Wiederholung der WKB), die endodontische Chirurgie oder die Zahnextraktion in Erwägung zu ziehen.<sup>1, 43, 74, 2</sup>

#### 5.3.1.6 Endodontische Chirurgie

Endodontische Chirurgie, eine Variante der endodontischen Behandlung, bedeutet Zahnerhaltung in letzter Konsequenz. Das endodontische chirurgische Verfahren gliedert sich in die Inzision (Einschnitt) und Drainage, die periradikuläre die korrigierende Chirurgie. Durch einen chirurgischen Zugang über Mundschleimhaut und Kieferknochen wird die endodontische Läsion (z.B. Entzündung) eliminiert.

Die Indikationen zu einem chirurgischen Behandlungsmodus resultieren aus dem parodontalen sowie dem endodontalen Ursachenkomplex.<sup>2, 6</sup> Einige Beispiele für endodontale Indikationen sind:

- Wurzeln, die orthograd nicht füllbar sind (z.B. verwachsene, stark verzweigte, gekrümmte Kanäle usw.).
- Größere PL, die über einen längeren Zeitraum nicht ausheilen (z.B. Wurzelspitzengranulom).
- Überstopfte Wurzelfüllungen mit klinischen Symptomen und / oder periapikalen Befunden über einen längeren Zeitraum.
- Fehlgeschlagene WKB, bei der eine Revision nicht angebracht ist.
- Perforation einer Wurzel nach einer konventionellen WKB.

Es besteht die Möglichkeit, je nach endodontischem Ausgangsbefund, den erkrankten Zahn entweder durch eine periapikale Küretage (Entfernung des erkrankten periradikulären Gewebes) oder eine Wurzelresektion (Entfernung eines Teils der erkrankten Wurzel) oder eine Wurzelamputation (vollständige Entfernung einer Wurzel) oder eine Hemisektion (Halbierung eines mehrwurzeligen Zahns und Entfernung der erkrankten Zahnhälfte) zu retten. Bei der WSR (Apikoektomie) entfernt der Zahnarzt die apikale Portion der betroffenen Wurzel und bearbeitet anschließend das Kanalsystem retrograd, d.h. von der Wurzelspitze her. Als Material für die retrograde Füllung ist das Amalgam nicht mehr zeitgemäß, verwendet werden jetzt verstärkt Zinkoxyd-Eugenol-Zemente wie z.B. „Super EBA“.<sup>2, 13, 41</sup> Bei der Wurzelamputation wird von einem vorher wurzelbehandelten, mehrwurzeligen Zahn eine ganze Wurzel, die nicht füllbar ist, chirurgisch entfernt. Die meisten chirurgisch behandelten Zähne finden dabei als Brückenpfeiler (zur Befestigung von Teilprothesen) Verwendung. Die endodontische Chirurgie zielt aber ebenso wie die konventionelle WKB auf die Erhaltung des endodontisch erkrankten Zahns, wobei die Wiederholung einer chirurgischen endodontischen Behandlung auch als „Resurgery“ bezeichnet wird.<sup>35, 55, 71</sup> Endodontisch chirurgische Maßnahmen sollten zumindest nach einem Jahr und daraufhin nach eigenem Ermessen nachkontrolliert werden.

Folgende Befunde zeigen einen erfolgreichen Behandlungsausgang der endodontischen chirurgischen Behandlung:<sup>2</sup>

- Beschwerdefreiheit.
- Keine Schwellung oder Symptome.
- Abheilung der Weichgewebe.
- Keine Fistel, kein Funktionsverlust.
- Radiologische Ausheilung periradikulärer Gewebe einschließlich Parodontalspalt.

### 5.3.1.7 Komplikationen / Behandlungsfehler

Zu den möglichen Komplikationen oder Problemen, die trotz Sorgfalt während oder nach einer endodontischen Behandlung auftreten können, gehören:<sup>71, 65</sup>

- Klinische Symptome (Zahnschmerzen, Schwellungen, Fistelbildung).
- Bruch von feinen Instrumenten im Wurzelkanal.
- Perforation eines Wurzelkanals (Via falsa).
- Über- oder Unterfüllen des Wurzelkanals.
- Eröffnen der Kieferhöhle (bei OK-Molaren).
- Verletzungen von Nerven (bei UK-Molaren).
- Zahnwurzelfraktur.
- Kariesrezidiv und koronales Leakage.
- Extraktion (wenn sich während der Behandlung herausstellt, dass der Zahn nicht mehr zu retten ist).

Nachbeschwerden bzw. Komplikationen beobachten die Endodontologen wesentlich häufiger, wenn bei der WKB das periradikuläre Gewebe irritiert wird, eine Pulpitis nach unvollständiger Pulpaentfernung weiter besteht, eine bereits vorhandene schwere apikale bzw. periapikale Parodontitis nicht vor der WKB abgeklungen ist, die Wurzelkanalfüllung nicht „lege artis“ durchgeführt wurde oder bei einer Wurzelkanalrevisi<sup>43, 59</sup>.

Beschwerden können aber auch erst längere Zeit nach einer WKB auftreten, das heißt, dass trotz erfolgter WKB Bakterien z.B. durch kleine Seitenkanälchen bis in das periradikuläre Gewebe vorgedrungen sind und dort nun eine Entzündung ausgelöst haben. Trotz guter Wurzelfüllung sind Komplikationen infolge persistierender oder fortschreitender Entzündungen wie submucöses Infiltrat (Entzündung unter dem Zahnfleisch), Abszessbildung, Sinusitis maxilläris (Kieferhöhlenentzündung), Phlegmone (flächenhaft fortschreitende, eitrige Entzündung), Osteomyelitis (Knochenmarkentzündung) sowie Endokarditis (Entzündung der Herzinnenhaut) denkbar.<sup>45, 33</sup>

### 5.3.1.8 Behandlungsalternativen

Die einzige Alternative zur endodontischen Therapie ist die Extraktion, das bedeutet das Ziehen des Zahns.<sup>6, 45, 43</sup> Mit dieser Behandlungsmethode assoziiert der Zahnarzt folgende Komplikationsmöglichkeiten:

Gefährliche Nachblutungen und Frakturen, Öffnen der Kieferhöhle, Verletzungen der Nerven im UK, Entzündungen der Extraktionswunde (Abszesse, die selbst zur Vitalbedrohung werden können). Die entstandene Zahnlücke muss nach Abheilen der Extraktionswunde prothetisch oder implantologisch versorgt werden. Eine Nichtbehandlung von endodontisch erkrankten Zähnen ist aus ethischen Gründen - erstens ist die Erkrankung mit starken Schmerzen verbunden und zweitens kann sie zu lebensbedrohlichen Folgeerkrankungen (vgl. den vorhergehenden Punkt) führen nicht möglich. Zu berücksichtigen ist auch das von der WHO proklamierte Recht auf Mundgesundheit.<sup>51</sup>

### 5.3.1.9 Prognose der Wurzelkanalbehandlung

Die konventionelle WKB sowie die endodontisch chirurgische Therapie sind ein Versuch den pulpär erkrankten Zahn zu retten. Der Zahnarzt kann zwar eine hochwertige und sorgfältige Behandlung zusichern, aber keine Erfolgsgarantie geben. Weisen jedoch die klinischen und radiologischen Befunde am Behandlungsende auf ein erfolgreiches Gelingen der Therapie hin, sehen die Endodontologen für den wurzelbehandelten, vollständig restaurierten Zahn gute Aussichten langfristig, unter günstigsten Umständen sogar lebenslang, erhalten zu bleiben.<sup>49, 33, 60</sup> Einflussfaktoren auf die langfristige Prognose der WKB werden in Abschnitt „Ergebnisse“ ausführlich behandelt.

## 5.3.2 Methodik

### 5.3.2.1 Suchstrategie und Datenquellen

Die folgende Darstellung der Suchstrategie für die Literatursuche in den Datenbanken bezieht sich auf alle inhaltlichen Bereiche (medizinisch, ökonomisch und ethisch). Die Suche erfolgte über die DIMDI-Superbase in 29 Datenbanken. Dabei wurde in den sechs Datenbanken der Cochrane Bibliothek eine reduzierte Suchstrategie angewendet, die der anderen Verschlagwortung in diesen Datenbanken Rechnung trägt. Eine detaillierte Liste der in die Suche einbezogenen Datenbanken kann der Tabelle 13 im Anhang (vgl. Abschnitt „Suchvorgang“ im Anhang) entnommen werden.

Der Recherchezeitraum umfasste die Jahre 1999 bis 2004, wobei die Suche in der DIMDI-Superbase am 27. Februar 2004 abgeschlossen wurde.

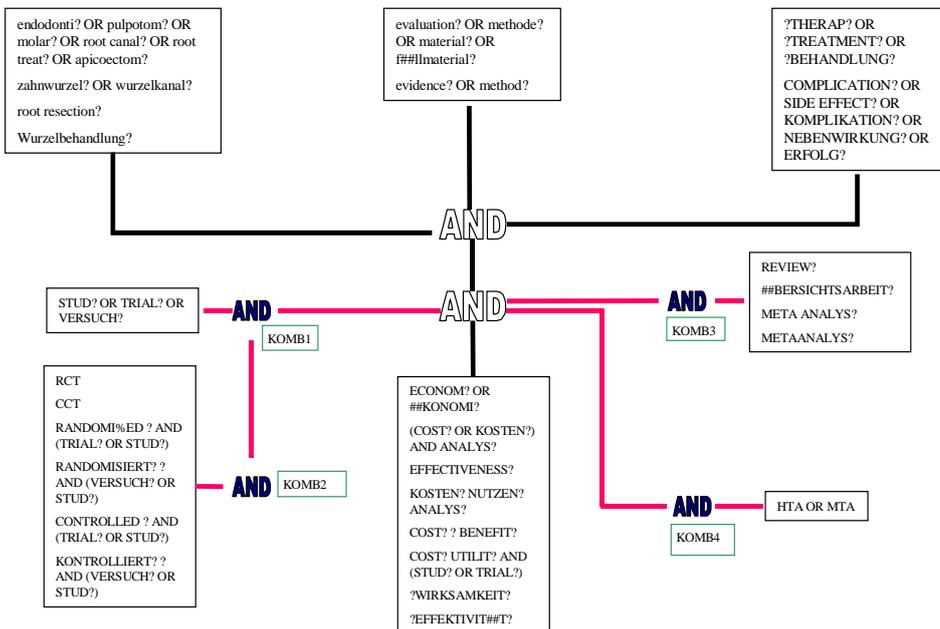
Die Suchbegriffe, die immer in englischer und deutscher Sprache angegeben wurden, umfassten:

- einen prognoseorientierten medizinischen Teil mit Schlagworten wie Endodontie, WKB und Material sowie Komplikation und Erfolg.
- einen ökonomischen Teil mit Suchworten wie Economic, Kosten, Effektivität, usw. sowie
- Begriffe zur Beschreibung der Studienqualität wie RCT, kontrollierte Studie, HTA usw.

Eine explizite Suche nach Studien im Zusammenhang mit Ethikbegriffen wurde bereits in der Machbarkeitsanalyse vorgenommen und führte nur zu einem Treffer, weshalb in Absprache mit dem Auftraggeber auf eine weitere detaillierte Suche verzichtet wurde (vgl. dazu den Abschnitt „Ethische / Soziale Aspekte“).

Abbildung 1 zeigt die verwendeten Schlagworte und ihre Verknüpfung. Die konkrete, detaillierte Suchformulierung mit allen Resultaten befindet sich in Tabelle 14 im Anhang (vgl. den Abschnitt „Suchvorgang“ im Anhang). Diese Suchformulierung resultierte in 686 Zusammenfassungen (Abstracts), die nach den im gleichnamigen Abschnitt beschriebenen Selektionskriterien durchgesehen wurden.

Abbildung 1: Grafische Darstellung der Suchstrategie zur Wurzelkanalbehandlung.



Endergebnis = KOMB2 OR KOMB3 OR KOMB4

RCT = Randomisierte, kontrollierte Studie, CCT = Kontrollierte, klinische Studie  
 Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Am 7. April 2004 wurde - wie bereits erwähnt - zusätzlich eine Suche ohne Beschränkung des Recherchezeitraums in der Cochrane Bibliothek, insbesondere in

- der Cochrane Database of Systematic Reviews,
- dem Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL),
- der Cochrane Database of Methodology Reviews,
- der Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE),
- der NHS Economic Evaluation Database (NHS EED) und
- in der Health Technology Assessment Database (INAHTA-Datenbank, HTA)

vorgenommen.

Die Suchformulierung, mit der 1.449 Artikel identifiziert werden konnten, ist in Tabelle 15 im Anhang (vgl. den Abschnitt „Suchvorgang“) dargestellt. Unter Anwendung unten stehender Erstselektionskriterien und nach Ausschluss von Duplikaten (viele Studien waren identisch mit den Suchergebnissen über die DIMDI-Superbase) wurden von den verbleibenden 24 übermittelten Zusammenfassungen drei (je eine aus DARE, HTA und NHS EED) ausgewählt, die nach den im Punkt „Selektionskriterien“ beschriebenen Eigenschaften durchgesehen wurden.

### Handsuche

Parallel zu beiden obigen systematischen Suchschritten kontaktierte das Projektteam anerkannte zahnmedizinische Experten, darunter den britischen, den deutschen und den österreichischen Vertreter des Council of European Chief Dental Officers (CECDO) sowie national und international renommierte Endodontologen wie Professor Dr. Friedman von der Universität Toronto, Frau Thomas von der britischen Gesellschaft für Endodontie oder den Leiter des Zentrums für „Evidence-based Dentistry“ in Oxford, Dr. Derek Richards und

baten um Hinweise auf aus deren Sicht gute bzw. aktuelle Langzeitbeobachtungsstudien sowie um die Nennung von Zeitschriften, in denen typischerweise endodontische Studien publiziert würden.

Häufig genannt wurden von den befragten Experten Studien von Professor Dr. Friedman, darunter dessen derzeit laufende Langzeitbeobachtungsstudie, die so genannte Torontostudie, von der während der Recherche erst ein erster Teilbericht<sup>62</sup> verfügbar war. Die Ergebnisse der zweiten Studienphase von Farzaneh et al. wurden nach Abschluss der Recherche im Sommer 2004 publiziert.<sup>16</sup> Diese Studie konnte daher nicht in die Datensynthese aufgenommen werden, ihre zentralen Erkenntnisse werden aber bei der abschließenden Diskussion berücksichtigt. Des Weiteren wurde auf die Langzeitbeobachtungsstudie unter der Leitung von Dr. Sjögren von der Universität Umeå in Schweden hingewiesen. Diese Studie mit dem Titel „Factors Affecting the Long-Term Results of Endodontic Treatment“<sup>74</sup> wurde aufgrund der hohen Validität der Ergebnisse in die Literatursynthese aufgenommen, obgleich sie bereits zu Beginn der 1990er Jahre - und damit außerhalb des geplanten Untersuchungszeitraums - erschienen war.

Bezüglich der Frage nach den gebräuchlichsten Publikationsmedien wurden das „International Endodontic Journal“ der britischen Gesellschaft für Endodontologie und die Zeitschrift „Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics“ des Elsevier Verlags am häufigsten genannt, weshalb in diesen beiden Zeitschriften eine zusätzliche Handsuche für die Jahre 1997 bis 2004 vorgenommen wurde. Als Suchbegriffe wurden auch hier die oben erwähnten medizinischen Begriffe wie z.B. „Endodontology“, „Root Canal Treatment“ und „Molar“ in Kombination mit Begriffen wie „Review“, „Evaluation“, „Effectiveness“ und „Cost“ verwendet.

Zusätzlich wurden aufgrund der Expertenhinweise, z.B. von Herrn Prof. Dr. Hülsmann bzw. in den Literaturangaben der durchgesehenen Artikel fünf Deutschland bezogene Studien (Basten et al.<sup>54</sup>, Blomlöf et al.<sup>55</sup>, Rocke et al.<sup>73</sup>, Weiger et al.<sup>48</sup>, Fritz / Kerschbaum<sup>64</sup>) bzw. drei Dissertationen (Weiß<sup>50</sup>, Steven<sup>101</sup>, Wiemann<sup>104</sup>) aus Deutschland identifiziert, die einer näheren Analyse wert schienen, obwohl sie zum Teil außerhalb des definierten Untersuchungszeitraums von 1999 bis 2004 liegen. Der Grund dafür ist, dass die Anzahl der identifizierten Studien, die im deutschen Gesundheitssystem angesiedelt sind, sehr gering ist. Die Dissertationen von Steven<sup>101</sup> und Wiemann<sup>104</sup> konnten jedoch in der Folge nicht beschafft werden. Nach Vorliegen der Volltexte zeigte sich, dass die Untersuchungen von Basten et al.<sup>54</sup> sowie Blomlöf et al.<sup>55</sup> zwar in deutscher Sprache publiziert worden waren, sich aber auf die USA bzw. auf Schweden bezogen. Aufgrund ihrer Relevanz werden sie dennoch bei der Literatursynthese berücksichtigt.

Insgesamt wurden durch die Handsuche 39 weitere Artikel bzw. Studien recherchiert, die zur Beantwortung der Fragestellung geeignet scheinen.

### 5.3.2.2 Selektionskriterien

Jede in deutscher oder englischer Sprache vorliegende Studie, die durch die angewendete Suchstrategie identifiziert werden konnte, wurde sowohl von einer erfahrenen, wissenschaftlich tätigen Zahnärztin als auch einer Gesundheitsökonomin durchgesehen.

Dabei wurden bei der Auswahl der zu bestellenden Volltexte (inklusive des übermittelten Ethikberichts) aus den insgesamt 750 recherchierten Zusammenfassungen folgende Erstausschlusskriterien angewendet:

- Andere medizinische Themengebiete (z.B. Krebserkrankungen).
- Zahnmedizinische Behandlungen außerhalb der Endodontologie.
- Sprache nicht Deutsch oder Englisch.
- „In vitro“ Studien, d.h. die Untersuchung wurde an extrahierten Zähnen und unter Laborbedingungen durchgeführt.
- Studien an Zähnen tierischen Ursprungs.
- Duplikate.

Nach dieser ersten Selektion kamen 73 Artikel (inklusive der 39 per Handsuche gefundenen Artikel und dem übermittelten Ethikbericht) in die engere Auswahl, wobei neun Texte - darunter drei aus dem „Australian Endodontic Journal“ sowie zwei der per Handsuche identifizierten Dissertationen<sup>104, 101</sup> - nicht im Volltext beschafft werden konnten und deshalb ausgeschlossen werden mussten.

Zur Bewertung der verbliebenen 64 Volltexte wurden die in nachfolgender Tabelle dargestellten Selektionskriterien definiert. Der Schwerpunkt wurde dabei auf Longitudinalstudien gelegt, die die Erfolgsfaktoren von WKB analysierten und auch über potenzielle Komplikationen berichteten.

**Tabelle 4: Selektionskriterien.**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<b>Eingriffsart</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endodontische Therapie (konventionelle Wurzelkanalbehandlung und damit potenziell verbundene chirurgisch / endodontische Eingriffe wie Wurzelspitzenresektion (inklusive Wurzelamputation und Apikoektomie).</li> <li>• Extraktion als alternative Behandlungsweise.</li> <li>• Durch die Wurzelkanalbehandlung bedingte Füllungstherapien oder prothetische Arbeiten zur definitiven koronalen Versorgung des betroffenen Zahns (z.B. Füllungen, Kronen, Wurzelstifte).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andere zahnmedizinische Behandlungsmethoden, die nicht in Zusammenhang mit der Endodontie stehen.</li> <li>• Ursachen, die zur Schädigung der Pulpa führten.</li> </ul>
<b>Population</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humane Zähne.</li> <li>• Bleibende Zähne (2. Dentition) = Erwachsene Bevölkerung ab 16 Jahren.</li> <li>• Molaren (Mahlzähne) inklusive Weisheitszähne.</li> <li>• Wurzelanzahl <math>\geq 2</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn ausschließlich andere Zahnarten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Premolaren</li> <li>o Frontzähne</li> <li>o Milchzähne</li> <li>o Tierzähne</li> </ul> </li> <li>behandelt wurden oder</li> <li>• die Wurzelanzahl <math>&lt; 2</math> war.</li> </ul>
<b>Studiendesign</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• In vivo.</li> <li>• Langzeitbeobachtungsstudien.</li> <li>• Studien mit ökonomischer (Kosten)Betrachtung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In vitro.</li> <li>• Einbezogene Patientenzahl oder Anzahl der untersuchten Zähne <math>&lt; 30</math>.</li> <li>• Reine Expertenberichte und narrative Übersichtsarbeiten.</li> <li>• Langzeitbeobachtungsstudien mit einem Beobachtungszeitraum unter einem Jahr.</li> </ul>
<b>Outcome</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung und Erfassung der Behandlungsergebnisse mittels definierter Erfolgs- bzw. Misserfolgskriterien:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erfolg (Heilung): exakt festgelegt durch klinische und radiologische Parameter (klinisch symptomfreier Zahn, radiologisch eindeutige Zeichen der Heilung).</li> <li>o Unvollständige oder unsichere Heilung: beurteilt durch festgelegte klinische und radiologische Parameter (klinische Symptommfreiheit, radiologisch Zeichen einer periapikalen bzw. apikalen Pathologie).</li> <li>o Misserfolg: gemessen durch definierte klinische und radiologische Beurteilung (es liegt mindestens ein klinisches und / oder radiologisches Zeichen einer fortbestehenden Pathologie vor).</li> </ul> </li> <li>• Komplikationen bzw. Folgeereignisse der endodontischen Behandlung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Unter- / Überfüllung</li> <li>o Verletzungen von Nerven und Gefäßen</li> <li>o Abszess</li> <li>o Zahnverlust</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung der Behandlungsergebnisse erfolgte ausschließlich anhand von klinischen und / oder histologischen Parametern.</li> </ul>

Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Nach vollständiger Durchsicht der Volltexte unter Anwendung der definierten Selektionskriterien blieben 26 Artikel bzw. Studienberichte - darunter drei systematische Übersichtsarbeiten - die geeignet erschienen in die endgültige medizinische Bewertung einzufließen (vgl. den Abschnitt „Bewertete Literatur“).

### 5.3.2.3 Bewertung der Studienqualität

Bei der Auswahl und Beurteilung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der Endodontologie lange Zeit um kein gesondertes, universitäres Ausbildungsfach handelte und dass evidenzbasierte Zahnheilkunde eine relativ neue Disziplin ist. Es gibt auch vergleichsweise wenige Einrichtungen, die klinische Forschung auf diesem Gebiet betreiben, wodurch die Anzahl der wissenschaftlichen Studien mit einem sehr hohen Evidenzgrad gering ist.<sup>60</sup>

So konnten bei der Recherche nur wenige RCT identifiziert werden und es gab oft keine Kontrollgruppen. Das Fehlen von Kontrollgruppen ist jedoch verständlich, da es aus ethischen Gründen (starke Schmerzen der Patienten, Gefahr des Zahnverlusts) ein Vergleich zwischen Behandlung versus Nichtbehandlung bzw. einer Placebobehandlung kaum durchführbar ist. Untersuchungen, bei denen Kontrollgruppen möglich waren, da bei ihnen beispielsweise zwei Behandlungstechniken miteinander verglichen wurden (z.B. Weiger et al.<sup>77</sup>), wiesen ein gutes Studiendesign auf. Die Verblindung der Studien fehlte manchmal, so war einige Male beispielsweise der Behandler gleichzeitig der Erfolgsbeurteiler, d.h. Begutachter der Röntgenbilder.

Bei der Mehrheit handelt es sich um retrospektive Beobachtungsstudien mit einem teilweise sehr kurzen (z.B. halbes Jahr) Beobachtungszeitraum.<sup>66</sup> Auffällig war - neben der erwähnten Tatsache, dass es in vielen Untersuchungen keine Vergleichsgruppen gab - dass die Kohorte manchmal ungenau beschrieben war (wie alle Patienten einer bestimmten Dentalklinik in einem bestimmten Zeitraum ohne nähere Angaben zur Alters- oder Geschlechtsverteilung usw.). Dennoch konnten eine ausreichende Anzahl von Studien mit sehr hohem Evidenzgrad (randomisierte, verblindete Primärstudien sowie systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen) für eine systematische Bewertung identifiziert werden. Ein Beispiel für ein gutes, prospektives, kontrolliertes Studiendesign bietet die so genannte Torontostudie von Friedman et al.<sup>62</sup>

Generell war vor allem bei Studien zu konventionellen WKB die geschilderte Prozessqualität sehr hoch und der Behandlungsprozess wurde in allen bewerteten Studien mehr oder weniger exakt beschrieben: So wurde in allen Studien die verwendeten Techniken (z.B. vertikale oder laterale Kondensation), Materialien (Einlagen, Spülmittel, usw.) und Arbeitsbedingungen (normale Praxis, Klinik, endodontische Spezialpraxis usw.) angeführt und die Behandlung erfolgte nach vorher definierten, wenngleich auch unterschiedlichen Standards. Außerdem wurde in allen Studien, bis auf eine<sup>68</sup>, in der es keine diesbezüglichen Angabe gab, berichtet, dass nach Abschluss der WKB das Ergebnis zumindest einmal radiologisch überprüft wurde.

Im Vergleich zu den konventionellen WKB ist die Prozessqualität bei den chirurgisch-endodontischen Verfahren noch uneinheitlich. Ein Grund dafür ist vielleicht, dass die chirurgischen Verfahren noch nicht so lange ausgeführt werden wie konventionelle endodontische Methoden, wodurch sich allgemein verbindlichen Standards erst entwickeln.

### 5.3.2.4 Informationsauswertung und -synthese

Die Ergebnisbewertung erfolgt durch eine systematische Analyse aller unter Anwendung der Selektionskriterien identifizierten 26 Berichte (vgl. den Abschnitt „Bewertete Literatur“ im Literaturverzeichnis). Dabei sollen die Studien in erster Linie

- nach der *Behandlungsart* (konventionelle, erstmalige (primäre) WKB - das ist die Standardmethode - bzw. Revision oder chirurgisch-endodontische Behandlung) bzw.
- nach dem *endodontischen Befund* (Zähne mit irreversibler Pulpitis und vitaler Pulpa ohne assoziierte periapikale Läsion, Zähne mit irreversibler Pulpitis und Pulpanekrose ohne assoziierte PL; Zähne mit irreversibler Pulpitis oder Pulpanekrose mit assoziierter PL)

differenziert werden.

Weitere Datenextraktionsparameter sind

- die Kriterien, die zur Messung des Erfolgs / Misserfolgs angewendet wurden sowie der
- der *Beobachtungszeitraum*

und mit besonders hoher Bedeutung

- die *Bewertungseinheit* (Zahn oder Wurzel), wobei *Molaren explizit* angeführt sein müssen.

Das ursprüngliche Ziel einer Metaanalyse konnte aufgrund der unterschiedlich angewendeten Kriterien bzw. auf Grund der zu geringen Anzahl an Studien, die sich explizit mit Molaren beschäftigen, nicht erreicht werden. So mussten nach der ersten gründlichen Datenextraktion (vgl. Tabellen 17 und 18 im Abschnitt „Suchvorgang“ des Anhangs) Studien ausgeschlossen werden, da sie zwar Mühlzähne enthielten, aber

- weder eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse nach Molaren erfolgt war,
- noch bei den Erfolgsfaktoren oder Komplikationsraten nach Zahntypen unterschieden worden war.

Ausgeschlossen von der systematischen Bewertung wurden auch Studien, die sich nur mit der Prozessqualität von WKB befassten, nicht aber - wie die Fragestellung verlangt - mit deren Effektivität, wie die Studie von Chueh et al. aus Taiwan. Dennoch bietet diese Arbeit einen guten Beleg dafür, dass die untersuchten WKB an Molaren in Taiwan in höchst signifikantem Ausmaß von schlechterer Qualität waren als jene an Vorderzähnen.<sup>58</sup> Insgesamt mussten aus den angeführten Gründen acht Studien ausgeschlossen werden.

Die Informationssynthese der übrigen 18 Studien erfolgte schließlich in Form einer qualitativen systematischen Übersichtsarbeit, wobei bei der Darstellung der Ergebnisse zwischen konventionellen und chirurgischen Verfahren - unabhängig ob es sich um eine Primärbehandlung oder eine Revision handelt - unterschieden wurde. Drei dieser Studien<sup>64, 77, 72</sup> konnten dabei jedoch nur bei der Beantwortung der Frage nach Einflussfaktoren auf die Prognose einer WKB (vgl. Tabelle 8) berücksichtigt aber nicht zur Analyse von weiteren Aspekten herangezogen werden, da beispielsweise die Stichprobe der Molarzähne bei Weiger et al.<sup>77</sup> oder Rahbaran et al.<sup>72</sup> zu klein war, d.h. deutlich unter 30 Zähnen lag.

### 5.3.3 Ergebnisse

#### 5.3.3.1 Bewertete Studien

Von den anfänglich verbliebenen 26 Artikeln (vgl. „Informationsauswertung und -synthese“) für die medizinische Bewertung und den systematischen Ergebnisvergleich behandelten 18, darunter je eine systematische Übersichtsarbeit und eine Metaanalyse, **konventionelle WKB** (das sind die konventionelle Primärbehandlung und die konventionelle Revision) und acht Studien, davon eine systematische Übersichtsarbeit, eine **chirurgisch-endodontische Vorgehensweise** (das sind die chirurgische Primärbehandlung oder ein Zweiteingriff).

Im Folgenden werden zuerst die wichtigsten Ergebnisse der Übersichtsarbeiten in einer Tabelle zusammengefasst (vgl. Tabelle 5) und im Anschluss daran in den Tabelle 6 und 7 die Primärstudien vorgestellt.

Eine ausführliche tabellarische Darstellung aller analysierten 26 Studien findet sich im Anhang (vgl. Tabellen 17 und 18 im Abschnitt „Übersicht über bewertete Studien“).

**Tabelle 5: Fragestellung und Ergebnisse - Übersichtsarbeiten.**

<b>Kojima et al.: Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis.<sup>67</sup></b>	
Design / Zeitraum	Systematische Übersichtsarbeit über 26 zwischen 1956 und 1995 publizierte Studien mit einer anschließenden Metaanalyse (95 % Konfidenzintervall).
Zahntyp	Alle Zähne, keine Aufschlüsselung nach Zahntyp.
Fragestellung	Inwieweit beeinflussen der präoperative Befund (Pulpazustand und Bestehen einer oder keiner periapikalen Läsion) und die Arbeitslänge (Über- oder Unterfüllung) den Erfolg bzw. die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung?
Ergebnisse	<i>Kumulative Erfolgsraten nach Mantel-Haenser-Technik:</i> 82,8 % (± 1,19) für Zähne mit vitaler Pulpa; 78,9 % (± 1,05) für Zähne mit devitaler Pulpa (Unterschied ist statistisch signifikant); 70,8 % (± 1,44) bei überfüllten Wurzelkanälen; 86,5 % (± 0,88) bei exakt gefüllten Kanälen; 85,5 % (± 0,98) bei unterfüllten Kanälen (Unterschiede sind statistisch signifikant); 82,0 % (± 1,24) bei Zähnen ohne periapikale Läsion; 71,5 % (± 1,60) bei Zähnen mit periapikaler Läsion (Unterschied ist statistisch signifikant); keine Angabe zu Komplikationsraten.

Fortsetzung Tabelle 5

<b>Basadjian-Charles et al.: Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature.</b> <sup>53</sup>	
Design / Zeitraum	Systematische Literaturübersichtsarbeit über zehn (davon zwei in zwei Teilen und von verschiedenen Autoren) zwischen 1976 und 1993 publizierten Primärstudien; Methodik oder Konfidenzintervalle sind nicht angeführt.
Zahntyp	Alle Zähne, keine Aufschlüsselung nach Zahntyp.
Fragestellung	Welche Faktoren beeinflussen die Erfolgsaussichten von Wurzelkanalbehandlungen bzw. mit welcher Methode können die Ergebnisse verschiedener Wurzelkanalbehandlungsstudien verglichen werden?
Ergebnisse	Erfolgsraten lagen zwischen 53 % und 94,5 %, abhängig von den angewendeten Erfolgsmesskriterien; bestehende periapikalen Läsionen reduzierten diese Erfolgsraten um acht bis 23 %. Die Misserfolgsraten lagen zwischen fünf und 34 %, der Rest waren unvollständige Heilungen. In elf der zwölf Studien wurde gezeigt, dass die Misserfolgsraten durch Überfüllung über das „apikale Foramen“ hinaus besonders beeinflusst werden (Grund: Überfüllung ist häufig mit einer zu starken instrumentellen Erweiterung des physiologischen „apikale Foramen“ verbunden und dadurch werden Mikroorganismen, Pulpareste oder Wurzelfüllmaterial in das periapikale Gewebe gepresst). Keine Angabe zu Komplikationsraten.
<b>Peterson / Gutmann: The outcome of endodontic resurgery: a systematic review.</b> <sup>71</sup>	
Design / Zeitraum	Systematische Literaturübersichtsarbeit über acht zwischen 1970 und 1997 publizierte Primärstudien; Methodik oder Konfidenzintervalle sind nicht angeführt.
Zahntyp	Alle Zähne, keine Aufschlüsselung nach Zahntyp.
Fragestellung	Wie kann der Heilerfolg nach einem chirurgischem (Erst- und) Zweiteingriff bei persistierenden periradikulären Läsionen bestimmt werden (Erstellung eines Ergebnismaßstabs (outcome standard))?
Ergebnisse	Erfolgsraten bei chir. Ersteingriff: Erfolg: 64,2 %, unsicher: 25,7 %, Misserfolg 15,7 % Erfolgsraten bei chir. Zweiteingriff (Resurgery): Erfolg: 35,7 %, unsicher: 26,3 %, Misserfolg 38 %. Autoren weisen darauf hin, dass sich die Behandlungstechniken im Lauf der Jahrzehnte verbessert haben und dass unsichere Heilungen bei einer Ausweitung des Beobachtungszeitraums häufig zu Erfolgen werden. Es ist jedenfalls im Interesse des Patienten einen Zweiteingriff vorzunehmen. Keine Angabe zu Komplikationsraten.

Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Da in den drei angeführten Übersichtsarbeiten zwar Molaren in den analysierten Studien eingeschlossen waren, bei der aggregierten Darstellung der Ergebnisse (z.B. Überlebensraten) aber nicht nach dem Zahntyp differenziert bzw. keine expliziten Aussagen für die Situation von Molaren getroffen wurden, wurden sie von der Informationssynthese ausgeschlossen. Dennoch offenbarten sie sehr deutlich, dass zu Behandlungsbeginn bestehende PL die Erfolgsaussichten auf eine vollständige Heilung in signifikantem Ausmaß verringern.<sup>53, 7</sup> Außerdem zeigten Kojima et al., dass der Status der Pulpa den Behandlungserfolg ebenfalls maßgeblich beeinflusst: So liegen die kumulativen Erfolgsraten für Zähne mit vitaler Pulpa bei 82,8 % während bei Zähnen mit toter Pulpa nur 78,9 %.<sup>67</sup>

Dass diese drei systematischen Übersichtsarbeiten ausgeschlossen werden mussten, ist auch deshalb bedauerlich, da die methodische Qualität der Studien im Bereich der Endodontologie - wie in der „Bewertung der Studienqualität“ erläutert wurde - häufig nur mittelmäßig ist (z.B. keine Kontrollgruppen, keine Verblindung).

Von den 23 identifizierten Primärstudien wurden, wie unter dem Punkt „Informationsauswertung und -synthese“ dargestellt, fünf Studien aus der Informationssynthese ausgeschlossen, da bei der Darstellung der Ergebnisse (Erfolgsraten bzw. Überlebenswahrscheinlichkeiten) Molaren nicht gesondert dargestellt wurden. In den folgenden Tabellen 6 und 7 werden die wichtigsten Ergebnisse aller 18 Primärstudien, getrennt nach konventionellen und chirurgischen endodontischen Verfahren, kurz in chronologischer Abfolge vorgestellt. Eine ausführlichere Darstellung findet sich im Anhang (vgl. Tabelle 17 im Abschnitt „Übersicht über bewertete Studien“).

Von den angeführten elf Primärstudien zur konventionellen WKB, deren Erfolgsparameter in Tabelle 8 näher analysiert werden, mussten zwei, jene von Fritz / Kerschbaum<sup>64</sup> und Weiger et al.<sup>77</sup>, aus der Bewertung der Erfolgsraten ausgeschlossen werden, da bei ersterer zwar die Anzahl der bewerteten Molaren angeführt,

jedoch keine Aufspaltung der Ergebnisse nach Zahntyp erfolgt war und bei zweiter die Anzahl der untersuchten Molarzähne (n = 23) zu niedrig war, um übertragbare Aussagen zu treffen.

**Tabelle 6: Fragestellung und Ergebnisse - Primärstudien zur konventionellen Wurzelkanalbehandlung.**

<b>Sjögren et al.: Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.<sup>74</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie, anschließende Regressionsanalyse der Daten von zwischen 1977 und 1979 behandelten 356 Patienten, die acht bis zehn Jahre später wiederbestellt wurden; mit Chi <sup>2</sup> -Test und Fischer's Exact-Test.
Zahntyp	635 Zähne mit 849 Wurzeln, davon 272 Molaren (42,8 %), sowie getrennt nach OK und UK.
Fragestellung	Welche Faktoren beeinflussen die Langzeitwirksamkeit der Wurzelkanalbehandlung?
Ergebnisse	96 % Erfolgsrate bei vitaler oder devitaler Pulpa (Nekrose) ohne PL, 86 % bei devitaler Pulpa (Nekrose) mit PL; 98 % Erfolgsrate bei revidierten Wurzeln, 62 % bei revidierten Wurzeln mit PL; Erfolgsraten bei OK-Molaren: 88,0 %, bei UK-Molaren: 95,2 %; Gesamt: 91 %.
<b>Rocke et al.: Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne.<sup>73</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive, randomisierte Langzeitbeobachtungsstudie der Daten von 485 zwischen 1982 und 1993 behandelten Patienten; Vergleich mit homologem Kontrollzahn, Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier Methode und Log-Rank-Test; 95 % Konfidenzintervall.
Zahntyp	485 Zähne, Molaren extra untersucht, sowie getrennt nach OK und UK.
Fragestellung	Wie ist die Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne im Vergleich zu nicht wurzelkanalbehandelten Kontrollzähnen?
Ergebnisse	Nach 1 Jahr: 98,5 % (± 1,3 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 5 Jahren: 93,5 % (± 3,4 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 10 Jahren: 81 % (± 8,5 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund.
<b>Fritz / Kerschbaum: Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne.<sup>64</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Längsschnittuntersuchung anhand der Daten von in zwei Kassenpraxen zwischen 1984 und 1994 (P1) bzw. zwischen 1981 und 1996 (P2) behandelten 766 Patienten, Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier Methode; 95 % Konfidenzintervall.
Zahntyp	P1 = 504, P2 = 343, Gesamt = 847, davon 35,9 % Molaren.
Fragestellung	Wie ist die Effektivität von Wurzelkanalbehandlungen über einen langen Zeitraum?
Ergebnisse	P1: Nach 1 Jahr: 92,1 % (± 2,4 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 2 Jahren: 91 % (± 2,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 3 Jahren: 88,2 % (± 2,9 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 4 Jahren: 86,5 % (± 3,2 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 5 Jahren: 84,3 % (± 3,4 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 6 Jahren: 82,6 % (± 3,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 7 Jahren: 82,0 % (± 3,7 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 8 Jahren: 79,2 % (± 4,0 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 9 Jahren: 76,5 % (± 4,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. P2: Nach 1 Jahr 97,2 % (± 1,9 %) der wurzelbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 2 Jahren: 95 % (± 2,7 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 3 Jahren: 93,9 % (± 3,0 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 4 Jahren: 90,2 % (± 4,0 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 5 Jahren: 89,2 % (± 4,7 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 6 Jahren: 85,7 % (± 6,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 7 Jahren: 85,7 % (± 6,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 8 Jahren: 85,7 % (± 6,6 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 9 Jahren: 78,5 % (± 11,2 %) der wurzelkanalbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlern und nach Anzahl der Wurzelkanäle.
<b>Weiger et al.: Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions.<sup>77</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive, klinische Langzeitbeobachtungskohortenstudie an 67 zwischen 9 / 1992 und 10 / 1998 wurzelbehandelten Patienten, Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier-Methode sowie Log-Rank-Test und Regressionsanalyse nach Cox; 95 % Konfidenzintervall; Nachverfolgung nach 6 Monaten, 1 Jahr, 2, 3, 4 und 5 Jahren.
Zahntyp	67 Zähne, davon 23 Molarzähne; 31 Zähne wurden in zwei Sitzungen (d.h. mit einer Calciumhydroxideinlage behandelt) und 36 Zähne wurden in einer Sitzung behandelt.
Fragestellung	Wie ist im Vergleich die Prognose von Wurzelkanalbehandlungen an Zähnen mit periapikalen Läsionen mit oder ohne Calciumhydroxideinlage (d.h. Vergleich 1-versus 2-sitzige Behandlung)?
Ergebnisse	Behandlung in 1 Sitzung: Nach 1 Jahr 26 % vollständig geheilt, nach 2 Jahren 60 %, nach 3 Jahren 70 %, nach 4 Jahren 84 % und nach 5 Jahren 92 %. Behandlung in 2 Sitzungen: Nach 1 Jahr 33 % vollständig geheilt, nach 2 Jahren 62 %, nach 3 Jahren 79 %, nach 4 Jahren 87 % und nach 5 Jahren 93 %.

Fortsetzung Tabelle 6

<b>Lazarski et al.: Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients.<sup>68</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Analyse der Daten von zwei großen Patientenkohorten; Signifikanzmessung durch Chi <sup>2</sup> -Test und Trendanalyse durch Mantel-Haenszel-Methode; Behandlungen erfolgten 1993 bis 1998; durchschnittlicher Beobachtungszeitpunkt war 3,5 Jahre, max. Nachverfolgung 6 Jahre.
Zahntyp	Insgesamt wurden 110.766 Wurzelkanalbehandlungen analysiert, von denen 1.224 Fälle aus methodischen Gründen ausgeschlossen werden mussten. Der Fokus lag auf 44.613 Wurzelkanalbehandlungen mit einer Nachverfolgung von > 2 Jahren wobei ein Drittel der Behandlungen (Molarenanteil: 69,18 %) in Spezialpraxen und zwei Drittel in allgemeinärztlichen Praxen erfolgten (Molarenanteil: 46,79 %).
Fragestellung	Wie sind die ausgewählten Ergebnisse von primären, konventionellen Wurzelkanalbehandlungen an Teilnehmern des Zahnprogramms einer amerikanischen Versicherung zu beurteilen?
Ergebnisse	94,4 % der wurzelbehandelten Zähne waren bei einem Beobachtungszeitpunkt von 3,5 Jahren noch funktionstüchtig im Mund. Bei Wurzelkanalbehandlungen, die vor mehr als 2 Jahren (max. 6 Jahren) erfolgt waren, hatten 9,4 % eine unerwünschte Folge (5,6 % Extraktionen, 2,5 % Revisionen, 1,4 % chir. Revisionen). Kumulierte Erfolgsrate sowohl bei Endodontologen als auch bei Allgemein Zahnärzten: 90,6 % (nach 6 Jahren).
<b>Peak et al.: The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces.<sup>70</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie (Fallserienstudie) an zumeist männlichen Angehörigen der britischen Royal Air Force, 2 Vergleichsgruppe (Behandlung vor > 3 Jahren oder < 3 Jahren, aber von mind. 1 Jahr); Ergebnisse wurden bewusst nicht auf statistische Signifikanz geprüft, da Studienpopulation nicht repräsentativ ist.
Zahntyp	406 Zähne (178 Frontzähne, 104 Premolare, 124 Molare), 59 % OK, 41 % UK.
Fragestellung	Wie beeinflussen verschiedene Parameter (z.B. Behandlungstechnik den Erfolg von Wurzelkanalbehandlungen durch nicht-spezialisierte Zahnärzte?
Ergebnisse	Kumulierte Erfolgsraten: 85 % Gesamterfolg (57 % völlige Heilung und 28 % unsichere Heilung), 15 % Misserfolg. Nach Beobachtungszeitraum < 3 Jahren: Gesamt: 82 % (OK-Molare: 83 %, UK-Molare: 82 %). Nach Beobachtungszeitraum > 3 Jahren: Gesamt: 86 % (OK-Molare: 77 %, UK-Molare: 78 %). Nach Technik: Laterale Kondensation mit Gutta-Percha: 92 % Erfolgsrate, Single Cone Gutta-Percha: 68 % Erfolgsrate, Silber / Titan „point“: 73 %, Endomethasone: 89 %; Nach Zahntyp und Kiefer: OK-Molare: 80 % (aufgesplittet nach Technik - Laterale Kond: 91 % (n = 30), Single Cone Gutta-Percha: 67 % (n = 4), Silber- / Titanstift: 37 % (n = 3), Endomethasone 100 % (n = 2); UK-Molare (n = 60): 80 % (aufgesplittet nach Technik - Laterale Kond: 89 % (n = 50), Single Cone Gutta-Percha 20 % (n = 1), Silber- / Titanstift: 75 % (n = 9), Endomethasone (n = 0). Wichtig für den Erfolg sind die für die Wurzelkanalbehandlung aufgewendete Zeit, Sorgfalt und das Einhalten der Behandlungsrichtlinien.
<b>Hoskinson et al.: A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols.<sup>66</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Analyse der Daten von 167 zwischen 1994 und 1995 behandelten Patienten (95 % Konfidenzintervall); Nachverfolgung: 4 bis 5 Jahre.
Zahntyp	200 Zähne mit 489 Wurzeln (Behandlungsprot. A: 83 / 200, Prot. B: 117 / 289); 392 Wurzeln betrafen Molaren.
Fragestellung	Wie gestalten sich die Erfolgchancen von Wurzelkanalbehandlungen im Vergleich von zwei verschiedenen Behandlungsprotokolle und welche Faktoren beeinflussen das Ergebnis?
Ergebnisse	Erfolgrate von 77 % (klinisch und radiologisch vollständige Heilung) bei behandelten Molaren, 20,5 % unsichere Heilung (klin. und radiologisch), 2,5 % Misserfolg (klinisch und radiologisch) 75 % vollständige Heilung bei Wurzeln mit periapikalen Läsionen; 88 % Heilung bei Wurzeln ohne PL. Kein statist. signifikanter Unterschied der beiden Behandlungsprotokolle. Der präoperative Pulpastatus (OR = 2,399, p = 0,04), die Präsenz (OR = 1,696, p = 0,015) sowie die Größe (OR = 0,823, p < 0,001) einer PL sind die einzigen signifikanten Einflussfaktoren.
<b>Cheung: Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital.<sup>57</sup></b>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Längsschnittuntersuchung anhand der Daten von zwischen 1989 und 1994 behandelten 249 Patienten; Nachverfolgung: ø 74 Monate (± 34 Monate); Überlebenszeitanalyse mittels Kaplan-Meier-Methode, Regressionsanalyse (Cox-Modell) (95 % Konfidenzintervall).
Zahntyp	251 bewertete Zähne, davon 75 (29,9 %) Molaren, von insgesamt 566 untersuchten.
Fragestellung	Wie ist die Langzeiteffektivität (d.h. der Erfolg) der primären, konventionellen Wurzelkanalbehandlung und wie sind ihre Einflussfaktoren zu analysieren?
Ergebnisse	Generelle Misserfolgsrate: 44 % (111 Zähne); ø Überlebenszeit: 91,4 Monate (± 3,5 Monate); mediane Überlebenszeit 113 Monate; OK-Molaren: ø 83,8 Monate (62,1 - 105,5 Monate), UK-Molaren: ø 68,0 Monate (53,3 - 82,7 Monate).

Fortsetzung Tabelle 6

<b>Dammaschke et al.: Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years.</b> <sup>60</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Längsschnittuntersuchung der Daten von 144 zwischen 1987 und 1988 behandelten Patienten, Überlebenszeitanalyse mittels Kaplan-Meier-Methode sowie Log-Rank-Test; Nachverfolgung: 10 Jahre.
Zahntyp	190 Zähne; davon 52,1 % einwurzelige, 17,4 % zweiwurzelige, 27,4 % dreiwurzelige und 3,2 % Zähne mit 4 Wurzeln.
Fragestellung	Wie ist der Status von wurzelkanalbehandelten Zähnen zehn Jahre nach der Behandlung?
Ergebnisse	Nach 10 Jahren waren 85,1 % aller behandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach Zahntyp: Molaren waren zu 89,2 % und Frontzähne zu 82 %, d.h. zu 85,1 % aller behandelten Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach präoperativen Befund: Bestehende PL: 64,1 %, keine PL: 83,6 %. Nach Restauration: Zähne, die nur provisorisch restauriert worden waren, waren noch zu 52,6 % funktionstüchtig im Mund, während es bei jenen, die mit einem Stift und einer Krone definitiv versorgt worden waren, 92,9 % waren.
<b>Friedman et al.: Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment.</b> <sup>62</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Prospektive, verblindete, klinische Langzeitbeobachtungsstudie an 120 zwischen 9 / 1993 und 9 / 1995 behandelten Patienten; Konfidenzintervall 95 %, Nachverfolgung: 4 bis 6 Jahre.
Zahntyp	Alle Zähne (43 einwurzelige Zähne und 77 Zähne mit ≥2 Wurzeln, d.h. zumeist Molarzähnen), 69 im OK und 51 im UK.
Fragestellung	Welche kumulierten Erfolgsraten von wurzelbehandelten Zähnen, um gesicherte Aussagen über die Auswirkung einzelner Einflussfaktoren auf den Erfolg der Wurzelkanalbehandlung treffen zu können, sind zu beobachten und zu analysieren?
Ergebnisse	Erfolgsraten: 92 % (ohne PL) vs. 74 % (PL), p = 0,014. Einwurzelige Zähne 88 % vs. 77 % bei Zähnen mit ≥ 2 Wurzeln, p = 0,117. 95 % (vitale Pulpa) vs. 75 % (devitale Pulpa), p = 0,011. 70 % (provisorische Kronenrestauration) vs. 85 % (definitive Versorgung), p = 0,061. 78 % (laterale Wurzelfüllung) vs. 86 % (vertikale Füllung) vs. 67 % (andere), p = 0,379. Molare (korr. ≥ 2 Wurzeln) mit PL: 63 %, Einwurzelige Zähne mit PL: 87%, p = 0,024. Gesamterfolg lag bei 81 % vollständiger röntgenologischer Heilung; bei ausschließlicher Berücksichtigung von klinischen Kriterien betrug die Erfolgsrate 97 %. Erfolgsaussichten für Zähne ohne PL sind viermal so hoch wie bei bestehender Läsion.
<b>Field et al.: A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment.</b> <sup>61</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive, randomisierte, verblindete Langzeitbeobachtungsstudie von zwischen 1996 und 1997 behandelten 223 Patienten; Nachverfolgung: 2,5 - 4 Jahre; 95 % Konfidenzintervall.
Zahntyp	223 Zähne (111 OK, 112 UK bzw. 48 Frontzähne, 65 Premolare und 110 Molare).
Fragestellung	Wie sind die Erfolgsraten von konventionellen Wurzelkanalbehandlungen, die in einer Sitzung durchgeführt wurden, zu analysieren?
Ergebnisse	Gesamterfolgsrate: 89,2 % (p = 0,05). Nach Geschlecht: 87,1 % bei Frauen, 93,4 % bei Männern (p = 0,147). Nach Kieferlokalisation: UK: 89,3 %, OK: 89,2 % (p = 0,981). Nach Behandler: Bandbreite lag bei 4 Behandlern zwischen 81,8 % und 95,2 % (p = 0,064). Nach Zahntyp: Frontzahn: 97,9 %, Premolar: 86,2 %, Molar: 87,3 % (p = 0,088). Premolaren und Molaren wurden in eine „Posterior“-Gruppe zusammengefasst und mit Vorderzähnen verglichen: Posterior: 86,9 %, Vorderzahn: 97,9 % (p = 0,029). Dann wurden M1M (n = 33) und andere Molare (n = 77) getrennt betrachtet: Erfolgsrate für M1M: 84,8 %, für andere Molare: 88,3 %, für Frontzähne und Premolare (n = 113): 91,2 % Erfolg (p = 0,56). M1M vs. alle anderen Zähne: M1M: 84,8 %, andere Zähne: 90,0 % (p = 0,02).

M1M = Maxillärer 1. Molar. M2M = Maxillärer 2. Molar. OK= Oberkiefer. P. = Praxis, UK = Unterkiefer. PL = Periapikale Läsion.  
Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung. OR = Odds Ratio.

Von den folgenden sieben chirurgischen Studien, deren Erfolgsparameter in Tabelle 9 näher analysiert werden, musste die von Rahbaran et al.<sup>72</sup> aus der Bewertung der Erfolgsraten ausgeschlossen werden, da die Anzahl der untersuchten Molarzähne (14 Molaren) zu niedrig war, um übertragbare Aussagen zu treffen. Bei allen sieben Studien handelt es sich um Revisionen früherer WKB, deren Primärbehandlungen bei drei<sup>54, 69, 78</sup> konventionell erfolgt war, bei zwei Untersuchungen handelte es sich zumindest zum Teil um einen Zweiteingriff<sup>72, 75</sup> und bei den beiden restlichen Studien<sup>55, 65</sup> erfolgte keine Angabe über die Art der Primärbehandlung.

**Tabelle 7: Fragestellung und Ergebnisse - Primärstudien zur chirurgischen Wurzelkanalbehandlung.**

<b>Basten et al.: Long-term evaluation of root-resected molars: a retrospective study.</b> <sup>54</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Längsschnittuntersuchung anhand der Daten von 32 Patienten, deren Behandlung zwischen 1972 und 1993 erfolgte, Nachverfolgung: ø 11,5 Jahre (2 - 23 Jahre). Erfolgsbeurteilung mittels vollständigen Röntgen- und Parodontalstatus alle 5 Jahre.
Zahl / Zahntyp	49 wurzelbehandelte Molare (16 OK, 32 UK).
Fragestellung	Wie sind die Erfolgs- bzw. Misserfolgchancen wurzelrezesierter und restaurativ versorgter Zähne bei Patienten, die in definierten, regelmäßigen Abständen endodontisch kontrolliert wurden („regelmäßiger Recall“), abzuschätzen?
Ergebnisse	Durchschnittliche Überlebenszeit 12 Jahre (Spannbreite: 3 - 20 Jahre), OK: 12,2 Jahre (Spannbreite: 4 - 23 Jahre) / UK 10,6 Jahre (Spannbreite: 2 - 23 Jahre), 4 Molare extrahiert (durchschnittl. Überlebenszeit 6 Jahre).
<b>Blomlöf et al.: Prognosis and mortality of root-resected molars.</b> <sup>55</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive, randomisierte Langzeituntersuchung anhand der Daten von 80 Patienten, die zwischen 1981 und 1988 eine Wurzelresektion hatten. Nachverfolgung: 66,9 Monate für resezierte Molaren und 67,9 Monate für einwurzelige Zähne; Überlebenszeitanalyse mit T-Test und Chi <sup>2</sup> -Test.
Zahntyp	146 revidierte, wurzelresezierte Molaren und 100 wurzelkanalgefüllte, einwurzelige Zähne.
Fragestellung	Welche Ergebnisse ergaben sich bei einem Vergleich der Verlustraten wurzelamputierter Molaren und wurzelkanalgefüllter, einwurzeliger Zähne bei denselben Patienten sowie bei der Untersuchung des Einflusses von individuellen, seitenspezifischen oder zahnbezogenen Faktoren auf die Verlustrate (Motivation: Vergleich von einwurzligen mit auf eine Wurzel „reduzierten“ Zähnen)?
Ergebnisse	Nach 5 Jahren waren 83 % der rezesierten Molaren und 82 % der wurzelkanalbehandelten einwurzligen Zähne funktionstüchtig im Mund. Nach 10 Jahren waren 68 % der rezesierten Molaren und 77 % der wurzelkanalbehandelten einwurzligen Zähne funktionstüchtig im Mund (kein signifikanter Unterschied). 10-Jahres-Überlebensrate der Molaren bei Patienten mit 20 oder weniger Restzähnen war signifikant schlechter (35 % vs. 91 %).
<b>Testori et al.: Success and failure in periradicular surgery. A longitudinal retrospective analysis.</b> <sup>75</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie des Zweiteingriffs an von zwischen 1985 und 1994 erfolglos chirurgisch-endodontisch behandelte 130 Patienten; Analyse der Prognosefaktoren durch Fisher's Exakt Test; Nachverfolgung: ø 4,6 Jahre (1 - 6 Jahre).
Zahntyp	181 wurzelbehandelte Zähne (152 Molarenwurzeln von 302 Wurzeln insgesamt); Ultraschall-Retropräparation bei 95 Wurzeln, die restlichen 207 Wurzeln wurden mit Standardtechnik behandelt.
Fragestellung	Was ergeben der Vergleich von zwei verschiedenen chirurgischen Techniken bei periapikalen Eingriffen - traditionelle Rotationsinstrumente (Standard) vs. Ultraschalltechnik - sowie die Evaluierung des Einflusses verschiedener präoperativer Faktoren im Heilungsprozess?
Ergebnisse	Vollständige Heilung nach 4,6 Jahren (ø-Nachverfolgung): 75 %; Erfolgsrate stieg mit Dauer des Beobachtungszeitraums (68,4 % nach 2 Jahren vs. 80 % bei 6 Jahren). Nach Technik: Standardtechnik: 68 %, Ultraschalltechnik: 85 % (signifikanter Unterschied) Kieferlokalisierung: OK: 77,9 %, UK: 66,1 %. M1M distal: 90 %, M1M mesial: 83,4 %, M1M palatal: 83,3 %, M2M 100 %; Mand1M distal: 65 %, Mand1M mesial: 62,5 %, Mand2M distal 75 %, Mand2M mesial 57 %.
<b>Fugazzotto: 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.</b> <sup>65</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Vergleichsstudie anhand von 1.730 bestehenden Patienten oder von Ex-Patienten, wenn diese nach der Wurzelspitzenresektion bzw. Implantation noch mindestens 5 Jahre zur Kontrolle kamen; Endpunkt zwischen einem und ≥ 15 (wurzelrezesierte Molaren) bzw. 13 Jahren (bei Implantaten), Erfolgsbeurteilung erfolgte klinisch und radiologisch.
Zahntyp	701 wurzelrezesierte Molaren, 1.472 Molarenimplantate (aufgeschlüsselt nach OK und UK).
Fragestellung	Was ergeben der Vergleich der Erfolgsraten von Wurzelresektionen und die Einsetzung eines Molarenimplantats jeweils mit nachfolgender Restauration, getrennt nach OK und UK?
Ergebnisse	Wurzelspitzenresektion: M2M: 92,9 %, M1M: 97,6 %, Mand2M: 97,1 %, Mand1M: 96,8 %. Implantat: M2M: 97,6 %, M1M: 98,5 %, Mand2M: 85 %, Mand1M 98,6 %. Kumulierte Erfolgsraten: für wurzelrezesierte Molaren: 96,8 %, für Implantate: 97,0 %.
<b>Rahbaran et al.: Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: A retrospective study.</b> <sup>72</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Langzeituntersuchung der Daten von 61 in der endodontischen und 77 in der kieferchirurgischen Abteilung chirurgisch-endodontisch behandelten Patienten zwischen 1990 bis 1995 (43 bzw. 44 % hatten einen Zweiteingriff); multiple logistische Regressionsanalyse zur Ermittlung der Einflussfaktoren (Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten), 95% Konfidenzintervall; Nachverfolgung: mind. 4 Jahre.
Zahntyp	176 wurzelbehandelte Zähne (Endodontie: 83, Kieferchirurgie: 93); davon 14 Molaren.
Fragestellung	Was ergab der Vergleich der Ergebnisse bei periapikalem chirurgischem Eingriff in einer endodontischen sowie einer kieferchirurgischen Einheit einer Universitätszahnklinik und wie sind die Einflussfaktoren auf das Ergebnis zu beurteilen?
Ergebnisse	<b>Endodontie:</b> Erfolg: 37,4 %, unsicherer Erfolg: 32,5 %, Misserfolg: 30,1 %. <b>Kieferchirurg. Abteilung:</b> Erfolg: 19,4 %, unsicherer Erfolg: 35,4 %, Misserfolg: 45,2 %. Unterschied in der Erfolgsrate statistisch signifikant (p = 0,009).

Fortsetzung Tabelle 7

Maddalone / Gagliani: <b>Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study.</b> <sup>69</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie an 79 zwischen 1998 und 1999 nach erfolgloser konventioneller Wurzelkanalbehandlung chirurgisch-endodontisch behandelten Patienten; Analyse der Gruppenunterschiede durch Kruskal-Wallis Test; Nachverfolgung über 3 Jahre hinweg (Beobachtungszeitpunkte: 1 Monat, 3, 6, 12, 24 und 36 Monaten).
Zahntyp	120 wurzelbehandelte Zähne, davon 23,3 % Molaren bei 79 Patienten.
Fragestellung	Wie sind die Ergebnisse periradikulärer Chirurgie bei der Behandlung mit moderner mikrochirurgischer Technologie und Ultraschall-Retropräparation zu bewerten?
Ergebnisse	Nach 3 Jahren waren - über alle Zahntypen - 78,3 % vollständig geheilt, 14,2 % unvollständig, 3,3 %, unsicher und 4,2 % waren Misserfolg. Gesamt: 92,4 % (vollständige und unvollständige Heilung). Molaren: 78,6 % vollständige Heilung; 17,9 % unvollständige Heilung; 0 % unsicher, 3,6 % Misserfolg.
Wesson / Gale: <b>Molar apicectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals.</b> <sup>78</sup>	
Design / Methode Zeitraum	Prospektive klinische Studie an zwischen 1974 und 1995 chirurgisch-endodontisch (Zweiteingriff) behandelten 790 Patienten, die eine Apikotomie erhielten; keine Angabe zu Konfidenzintervall; Nachverfolgung: mind. 5 Jahre.
Zahntyp	790 wurzelbehandelte Molarzähne mit Amalgam-Wurzelspitzenfüllungen.
Fragestellung	Erhebung der 5-Jahres-Erfolgsraten bei Apikotomie bei Molaren mit Amalgam-Wurzelspitzenfüllung; Lokalisation der für Misserfolg anfälligen Stelle(n) am Zahn und der damit verbundenen prognostische Indikatoren.
Ergebnisse	Nach 5 Jahren: 57 % vollständige Heilung, 5 % unsichere periradikuläre Heilung, 38 % nicht zufriedenstellende periradikuläre Heilung (Misserfolg), davon vermutlich 12 aus periodontalen Gründen, 1 % kombinierter periradikulärer und periodontaler Misserfolg. Beste Ergebnisse für Mand1M (60 % vollständige Heilung), schlechteste für Mand2M (46 % vollständige Heilung).

M1M = Maxillärer 1. Molar. M2M = Maxillärer 2. Molar. Mand1M = Mandibulärer 1. Molar. Mand2M = Mandibulärer 2. Molar. OK= Oberkiefer. P = Praxis. UK = Unterkiefer.  
Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### 5.3.3.2 Einflussfaktoren auf den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung

Nach eingehendem Studium der eingeschlossenen Publikationen ist deutlich zu erkennen, dass bestimmte Faktoren den Erfolg bzw. die Prognose einer endodontischen Behandlung beeinflussen. In diesem Zusammenhang nennen die Autoren der analysierten Studien häufig Zahntyp, präoperativer Ausgangsbefund, Größe der PL, Art der medikamentösen Einlage sowie Homogenität / Wandständigkeit der Wurzelfüllung. Aus diesem Grund scheint es notwendig, die eingeschlossenen Studien hinsichtlich der prognostischen Bedeutung von prä- und / oder intra- und / oder postoperativ bestimmbarer Einflussparameter sorgfältig zu prüfen. In Anbetracht der unterschiedlichen Ausgangsbefunde und Indikationsstellungen sowie aufgrund methodenspezifischer Einflussgrößen für die verschiedenen endodontischen Behandlungsverfahren wird nach konventioneller und chirurgischer Behandlungsart differenziert. Insgesamt fließen 18 Studien in die Analyse ein, wovon elf Arbeiten von einem konventionellen Verfahren handeln. Die restlichen sieben Publikationen beschreiben eine chirurgische Methode.

Die Tabellen 8 und 9 bieten - gesondert nach konventionellem und chirurgischem Behandlungsverfahren - einen Überblick über die identifizierten Einflussgrößen, dargestellt nach ihrer Vorkommenshäufigkeit (Anzahl der Nennungen in den Studien) sowie nach ihrer statistischen Wertigkeit hinsichtlich der Prognose. Insgesamt führen die elf eingeschlossenen Studien 24 mögliche, einflussreiche Faktoren an (vgl. Tabelle 8). Keine der Arbeiten untersuchte aber explizit alle angegebenen Einflussgrößen. Jedoch analysierten fast drei Viertel der bewerteten Arbeiten (73 %) mindestens acht verschiedene, prognostisch einflussreiche Faktoren. Die Bewertung von signifikanten Einflussunterschieden erfolgte mittels anerkannter statistischer Verfahren (wie Log Rank-Test, Chi<sup>2</sup>-Test usw.).

Nach eingehender Analyse der elf verbliebenen Arbeiten erweisen sich folgende vier Einflussgrößen als prognostisch besonders bedeutend und werden anschließend näher untersucht:

- Der präoperative Ausgangsbefund (Pulpastatus, periapikaler Status).
- Die Quantität und Qualität der Wurzelfüllung.
- Der koronale Wiederverschluss des behandelten Zahns.
- Der Zahntyp (Frontzähne, Premolaren, Molaren).

**Tabelle 8: Einflussgrößen und prognostische Faktoren für die Erfolgswahrscheinlichkeiten von konventionellen Wurzelkanalbehandlungen an Molaren.**

<b>Einflussfaktoren</b>	<b>Anzahl der Studien</b>	<b>Signifikanter Einfluss auf Erfolg<sup>1</sup></b>	<b>Vermuteter Einfluss<sup>2</sup></b>	<b>Kein signifikanter Einfluss auf Erfolg<sup>3</sup></b>
Geschlecht des Patienten	1 PP / 8 RP	-	2	7
Alter des Patienten	1 PP / 5 RP	1	-	5
Behandler (z.B. Endodontologe, Allgemeinzahnarzt, Student)	5 RP	-	2	3
Zahntyp (Frontzahn, Premolar, Molar)	1 PP / 10 RP	4	4	3
Kieferposition (OK oder UK)	7 RP	2	1	4
Pulpastatus (vital, devital = Nekrose )	1 PP / 5 RP	3	1	2
Periapikaler Status (bestehende PL)	1 PP / 6 RP	6	-	1
Größe der PL	1 PP / 4 RP	3	-	2
Parodontalstatus	1 PP / 1 RP	-	-	2
Behandlungsbedingungen und -ablauf (nach internationalen Standards, Kofferdam, sterile Bedingungen, sorgfältiges Arbeiten usw.)	2 RP	-	2	-
Medikamentöse Einlagen	1 RP	1	-	-
Anzahl der Sitzungen	3 RP	-	1	2
Primärbehandlung oder Revision	1 PP / 1 RP	1	1	-
Aufbereitungslänge (im Bezug zum radiologischen Apex)	1 PP / 1 RP	1	-	1
Länge der Wurzelfüllung (im Bezug zum radiologischen Apex)	1 PP / 5 RP	3	-	3
Qualität der Wurzelfüllung (dicht gefüllte Wurzeln, keine radiologischen Vakuolen)	1 PP / 2 RP	2	1	-
Füllungstechnik	2 RP	1	1	-
Zahnkronenrestauration <sup>4</sup> (allgemein)	1 RP	-	-	1
Zeitpunkt der Zahnkronenrestauration	3 RP	3	-	-
Art <sup>5</sup> der Zahnkronenrestauration	4 RP	2	-	2
Restaurationsmaterial <sup>6</sup>	1 PP / 1 RP	1	1	-
Qualität <sup>7</sup> der Zahnkronenrestauration	3 RP	2	1	-
Wurzelstifte gesetzt (Post)	3 RP	1	1	1
Beobachtungszeit	4 RP	-	4	-

PP = Prospektive Primärstudie. RP = Retrospektive Primärstudie. OK = Oberkiefer. UK = Unterkiefer. PL =Periapikale Läsion.

<sup>1</sup> Signifikante = \* (p < 0,05) oder hoch signifikante = \*\* Aussagen (p < 0,01).

<sup>2</sup> Nicht signifikante Aussagen, z.B. aufgrund zu geringer Stichprobenzahl oder aufgrund eines zu kurzen Beobachtungszeitraums.

<sup>3</sup> Indirekte Hinweise in der Studie (z.B. unterschiedliche Erfolgsraten), nur verbale Aussagen, nicht signifikante Ergebnisse (p > 0,05), die z.B. auf eine zu geringe Stichprobenzahl oder einen zu kurzen Beobachtungszeitraums zurückzuführen sind, ein Zusammenhang aber dennoch vermutet wird.

<sup>4</sup> Die Zahnkronenrestauration beinhaltet alle Maßnahmen zum bakterienichten Verschluss sowie zur funktionellen Wiederherstellung der Zahnkrone des wurzelbehandelten Zahns.

<sup>5</sup> Eine provisorische oder definitive Versorgung.

<sup>6</sup> Zum Wiederaufbau der Krone verwendetes Material (z.B. plastischer Aufbau mit Amalgam, Kunststoff oder gegossene Krone).

<sup>7</sup> Qualität beinhaltet auch die verwendete Technik zum Kronenwiederaufbau.

Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### 5.3.3.2.1 Signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg der konventionellen Wurzelkanalbehandlung

Weitgehende Übereinstimmung bestand unter den Autoren hinsichtlich der prognostischen Bedeutung des Faktors **Ausgangsbefund**. Die überwiegende Mehrzahl der Studien (es waren acht) analysierte diese sehr einflussreiche Variable. Nach Angaben der Forscher weisen Zähne mit Pulpanekrose (infiziertes Endodont) und gleichzeitiger PL deutlich niedrigere Erfolgsquoten auf als Zähne mit vitaler Pulpa oder Pulpanekrose ohne assoziierte PL.<sup>74, 60, 62, 66, 64, 77</sup> Bei Sjögren et al.<sup>74</sup> liegen z.B. die Erfolgsraten bei Zähnen ohne nachweisbare PL bei 96 %, während Zähne mit assoziierter PL nur Erfolgsraten von 86 % erreichen (die Unterschiede sind statistisch signifikant).

Die schlechteste Prognose schreiben Sjögren et al.<sup>74</sup> den Zähnen zu, die wegen einer PL revidiert werden mussten insbesondere dann, wenn die Wurzel bei der Revision „überfüllt“ wurde (Erfolgsrate: 62 %). Inso-

fern erweisen sich Ausgangsbefunde wie eine devitale, **nekrotische Pulpa mit Beteiligung des periapikalen Gewebes (d.h. PL) als bedeutende Risikofaktoren für die Prognose** eines wurzelbehandelten Zahns. Erstaunlicherweise ergaben sich hingegen in einer Studie von Peak et al. sehr hohe Erfolgsquoten bei Überstopfung für Zähne mit einer assoziierten PL (Erfolgsrate: 93 %) gegenüber 75 % bei Zähnen ohne bestehende PL.<sup>70</sup> Mögliche Ursachen für dieses gegensätzliche Resultat vermuten die Autoren in der Interferenz (gegenseitigen Beeinflussung, Ineinanderwirken) wichtiger Kovariablen, wodurch dominante Einflüsse, wie in diesem Fall der präoperative, periapikale Zustand, verschleiert wurden.<sup>70</sup> „Es könnte sein, dass die Behandler bei den Wurzeln mit nachweisbaren periapikalen Entzündungen auf die große Bedeutung des Ko-Faktors saubere Kanalaufbereitung besonders achteten und daher bei diesen Wurzeln auch viel mehr Sorgfalt aufbrachten“.<sup>70</sup> Zu nennen sind in diesem Zusammenhang vor allem der große positive Effekt einer routinemäßigen **medikamentöse Einlage** oder die Erfolg versprechende Wirkung einer optimalen, bakteriendichten Wurzelfüllung.<sup>57, 74, 62</sup>

Im Kanal verbliebene Mikrobakterien spielen bei der Entstehung sowie bei der Aufrechterhaltung einer periapikalen Entzündung eine dominierende Rolle. Deshalb übt die sorgfältige Entfernung jeglicher Mikroorganismen (Kanalaufbereitung) bei jeder WKB und ganz besonders bei einem infizierten Endodont (Pulpanekrose) einen prognostisch sehr bedeutenden Einfluss aus, wobei natürlich auch eine optimale **Arbeitslänge** wichtig ist.<sup>62, 57</sup> Zähne mit präoperativer Pulpanekrose zeigten signifikant häufiger eine Heilung, wenn bis zur apikalen Konstriktion sauber aufbereitet wurde (90 % Heilung versus 69 % Heilung, wenn nicht optimal aufbereitet wurde).<sup>74</sup> Nach der sauberen, sterilen Aufbereitung des Wurzelkanals ist es wichtig, diesen durch eine **optimale Wurzelfüllung** vor der Wiederbesiedelung mit Bakterien zu schützen. Die Mehrheit der Autoren sieht in der Qualität (dicht, homogen, wandständig) sowie in der optimalen apikalen Extension (von 0 bis 2 mm innerhalb der radiologischen Wurzelspitze) der Wurzelfüllung einen weiteren entscheidenden Erfolgsparameter.<sup>62, 74, 70, 60, 66</sup> Nach Angaben der Forscher (z.B. Sjögren et al.<sup>74</sup>) haben Wurzelfüllungen, deren Ende sich von 0 bis zu 2 mm innerhalb des radiologischen Apex befindet, die besten Überlebenschancen (Heilung: 94 %). Bei „**unterfüllten**“ **Wurzeln** (mehr als 2 mm vor dem radiologischen Apex) **sinken die Erfolgsaussichten** signifikant (Erfolgsrate: 76 %). „**Überstopfte**“ **Füllungen** weisen die **ungünstigste Prognose** auf (Heilungsrate: 68 %), vor allem bei schlechten Ausgangsbefunden wie Pulpanekrose (devitale Pulpa) mit periapikaler Beteiligung (Heilungsrate: 62 %).<sup>74</sup> Dammaschke et al.<sup>60</sup> erklären den negativen prognostischen Effekt einer Wurzelüberfüllung damit, dass durch die „Überstopfung“ Mikroben in das periapikale Gewebe gepresst werden und dort eine Entzündung aufrechterhalten. Zudem wirken die Füllungsmaterialien auf das periapikale Gewebe sehr schädigend.<sup>60</sup>

Radiologisch **inhomogene Wurzelfüllungen** (radiografisch nicht dicht) wirken sich ebenfalls sehr negativ auf die Verweildauer des behandelten Zahns aus. Dies gilt in besonderem Maße, wenn sich radiologische Aufhellungen im apikalen oder im mittleren Drittel der Wurzelfüllung zeigen. Derartige Hohlräume gelten als potenzielle Brutstätten für gewebeschädigende Mikroorganismen.<sup>74, 62, 70, 57</sup>

Auch hinsichtlich der prognostischen Wichtigkeit einer qualitativen, koronalen Wiederversorgung des behandelten Zahns sind sich die Forscher weitgehend einig. Laut der bewerteten Literatur muss der Zahn - zur Sicherstellung des endodontischen Erfolgs - mit einer geeigneten **endgültigen koronalen Restauration** versorgt werden. Diese soll einen bakteriendichten Verschluss des koronalen Defekts gewährleisten und die Bruchgefahr des Zahns reduzieren. Die Art der endgültigen Versorgung ist dabei weniger wichtig, als die Tatsache, dass die Versorgung definitiv und nicht provisorisch erfolgt.<sup>62, 60, 57, 74, 70, 68, 73, 66</sup> Dammaschke et al. empfehlen dabei eine definitive Versorgung per Wurzelstift und Krone (führten zu einer 92,2 %-igen Zehn-jahresüberlebenswahrscheinlichkeit).<sup>60</sup>

Ein ganz wesentlicher Erfolgsfaktor scheint diesbezüglich der richtige **Zeitpunkt** der Eingliederung der koronalen Endversorgung zu sein.<sup>62, 60, 68, 73, 66</sup> Nach Angaben der Autoren darf der wurzelgefüllte Zahn koronal erst dann endgültig verschlossen werden, wenn alle Kanäle weitgehend keimfrei sind und bakteriendicht abgefüllt wurden. Diese Vorgänge gestalten sich bei einer präoperativ infizierten Pulpa häufig sehr schwierig und langwierig. Aus diesem Grund lassen sich aus der eingeschlossenen Literatur keine gesicherten und allgemeingültigen Empfehlungen zum genauen Zeitpunkt der endgültigen Restauration entnehmen. Da jedoch Provisorien und temporäre Befestigungsmaterialien, die in Fällen eines unsicheren Erfolgs zum Einsatz kommen, um den behandelten Zahn noch überwachen zu können, wegen des hohen Penetrationsrisikos (Durchlässigkeit) für Flüssigkeiten und Bakterien nur für einen sehr kurzen Zeitraum in

der Lage sind, das Endodont von der schädlichen Mundflüssigkeit zu schützen (Speichel, Mikroorganismen, Toxine), raten die Autoren in jedem Fall zu einer möglichst raschen definitiven koronalen Versorgung. Bei Friedman ergaben sich bei den Zähnen, deren Zahnkronen unmittelbar nach der Wurzelfüllung definitiv versorgt werden konnten, signifikant höhere Heilungsraten, als bei den Zähnen, die nur eine provisorische Kronenrestauration erhielten (85 % versus 70 %). „Im Einzelfall gilt zwischen dem Risiko eines möglichen späteren Misserfolgs, bei dem dann eine eventuell sehr aufwendige und kostenintensive Restauration wieder entfernt werden müsste und den Risiken, die mit einer verzögerten definitiven Versorgung verbunden sind, abzuwägen.“<sup>62</sup> Ganz wichtig finden die Autoren auch, dass beim Wiederaufbau der Zahnkrone äußerst sorgfältig gearbeitet wird und nur hochqualitative Restaurationsmaterialien verwendet werden.<sup>70, 74, 62</sup>

Besonders zu beachten ist schließlich auch der **Zahntyp** als ganz bedeutsamer prognostischer Einflussfaktor. Alle elf Arbeiten zur konventionellen WKB untersuchten diese Variable. Dabei räumen die Forscher den **Molaren** (mehrwurzelige) durchwegs eine **schlechtere Erfolgsprognose** - wenngleich auch nicht immer in einem signifikanten Ausmaß - ein.<sup>61, 62, 70, 73</sup> Wurzelbehandelte Molaren (Extraktionsrate: 5,75 %) mussten beispielsweise bei Lazarski et al.<sup>68</sup> in den ersten beiden Beobachtungsjahren wegen eines endodontischen Misserfolgs signifikant häufiger als Vorderzähne (Extraktionsrate: 5,05 %) und Premolaren (Extraktionsrate: 5,53 %) extrahiert werden und bei Field et al.<sup>61</sup> wiesen die in einer „Posterioren“-Gruppe zusammengefassten Molaren und Premolaren mit 86,9 % Erfolgswahrscheinlichkeit eine in signifikantem Ausmaß schlechtere Prognose auf als Vorderzähne mit 97,9 %.

Die schlechteren Überlebenseaussichten für Mahlzähne sehen die Forscher zum einen in der vermehrten Anzahl von Wurzeln bzw. der häufig variierenden Wurzelanatomie und zum anderen in der besonderen anatomischen Position der Molaren in den Kiefern (viel weiter hinten liegend). Mahlzähne haben meistens mehr als zwei Wurzeln. Sie weisen häufig Unregelmäßigkeiten wie starke Verzweigungen oder ganz kleine Seitenkanäle auf. Auch gestaltet sich eine Behandlung in den hinteren Kieferabschnitten, wegen des schlechten Zugangs wesentlich schwieriger.<sup>60, 62, 70, 57</sup> Dammaschke und seine Mitautoren errechneten<sup>60</sup> für Molaren (Zähne mit zwei oder mehreren Wurzeln) längere Überlebenseaussichten (89,2 % nach zehn Jahren) als für einwurzelige Zähne (82 % nach zehn Jahren). Diesen Widerspruch zu anderen von ihnen zitierten Ergebnissen begründen die Autoren mit der guten Einschulung der behandelnden Studenten, die bei mehrwurzeligen Zähnen besonders sorgfältig gearbeitet haben dürften.<sup>60</sup>

Einige Verfasser analysierten auch den Einfluss der **Lokalisation im Kiefer**: So stellte Cheung<sup>58</sup> z.B. fest, dass wurzelbehandelte OK-Molaren (durchschnittliche Überlebenszeit: 83,8 Monate) signifikant länger funktionstüchtig im Mund blieben als UK-Molaren (durchschnittliche Überlebenszeit: 68 Monate).<sup>57</sup> Sjögren et al. hingegen ermittelten für OK-Molaren schlechtere Erfolgsraten nach acht bis zehn Jahren (88 %) als für UK-Molaren (ø 95,2 %).<sup>74</sup> In den Arbeiten von Peak et al.<sup>70</sup>, Field et al.<sup>61</sup> und Rocke et al.<sup>73</sup> hingegen ergab sich für die variable Kieferposition (OK oder UK) kein Unterschied.

### 5.3.3.2.2 Weitere, nicht signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg einer konventionellen Wurzelkanalbehandlung

Ein weiterer wichtiger Aspekt zur retrospektiven Beurteilung des Erfolgs einer WKB ist der **Beobachtungszeitpunkt**. Abhängig vom Messzeitpunkt oder der angewendeten Prognosemethode konnten für WKB mit annähernd den gleichen Bedingungen (Behandlungsart und -verfahren, Ausgangsbefunde usw.) unterschiedliche Erfolgswahrscheinlichkeiten beobachtet werden.<sup>71, 61</sup> Um diesen Einflussfaktor auf den Erfolg möglichst auszuschließen, sollen nach Peterson / Gutmann standardisierte Beobachtungspunkte (ein Jahr nach der Behandlung sowie fünf, zehn und 15 Jahre nach der WKB) festgelegt werden.<sup>71</sup>

Rocke et al. zeigen für alle WKB, die von einem Endontologen in einer endodontischen Fachabteilungen durchgeführt wurden - auch bei schlechteren Ausgangsbefunden - durchwegs höhere, jedoch nicht signifikante, Erfolgsraten.<sup>73</sup> Auch im Vergleich zu publizierten Daten des Bundesverbands der Betriebskrankenkassen (BKK) ergab sich bei den Autoren eine deutlich geringere Misserfolgsrate. Die Verlustrate durch Extraktion betrug in den BKK-Praxen nach drei Jahren neun %, demgegenüber ermittelte Rocke im selben Zeitraum eine Extraktionsrate von 3,6 %.<sup>73, 40</sup> Die Autoren<sup>73</sup> vermuten, dass Spezialisierung und ökonomische Bedingungen, unter denen gearbeitet wird, eine positive Wirkung auf den Erfolg haben.

Ähnliche Ergebnisse verzeichnete die Untersuchung von Lazarski et al.<sup>68</sup>: Obwohl der Anteil der - schwieriger zu behandelnden - Molaren an den behandelten Zähnen in den untersuchten endodontischen

Spezialpraxen mit 69,2 % deutlich höher war als in Allgemeinzahnarztpraxen (46,8 %), waren die kumulierten Erfolgsraten mit jeweils 90,6 % identisch.<sup>68</sup> In den drei weiteren Studien, in denen die Rolle des **Behandlers** untersucht wurde, erwies sich der Einfluss jedoch als nicht signifikant.<sup>64, 61, 57</sup>

Lediglich eine der elf bewerteten Studien über konventionelle WKB untersuchte die Erfolgsaussichten revidierter Molaren näher und fand dabei heraus, dass die Prognose für revidierte Molaren nur in Fällen mit einer radiografisch nachweisbaren PL signifikant schlechter ist. „Für revidierte Molaren ohne PL ergab sich im Vergleich zur Primärbehandlung kein prognostisch relevanter Unterschied“.<sup>74</sup>

Verbindliche, prognostisch relevante Einschätzungen der Einflussgrößen Beobachtungszeitpunkt, Primärbehandlung oder Revision sowie zur Bedeutung der Person des Behandlers sind jedoch gegenwärtig nicht möglich. Hierfür ist die Zahl der Studien, die diese Parameter explizit behandeln, zu gering.

### 5.3.3.2.3 Nicht erfolgsrelevante Einflussfaktoren der konventionellen Wurzelkanalbehandlung

Obwohl fast alle Autoren die Variablen **Geschlecht und Alter** des Patienten durch univariate Analyse ermittelten, ergab sich diesbezüglich kein Einfluss auf die „Survivalfunktion“ (Lebensdauer). Lediglich in einer Studie stieg die Häufigkeit der beobachteten Extraktionen mit zunehmendem Lebensalter des Patientenalters statistisch signifikant an. Die Extraktionsrate erhöhte sich zwischen einem und zwei Prozent pro Lebensdekade und erreichte bei 60 Jahren ein Plateau.<sup>68</sup>

Den Einfluss der **Anzahl von Sitzungen** bei der WKB untersuchen lediglich zwei der identifizierten Studien: Wenn die Kanäle „lege artis“ mit Kalziumhydroxyd desinfiziert wurden, waren standardisierte Einmaleinlagen (einsitzige WKB) eine durchaus akzeptable Alternative zu Mehrfacheinlagen (mehrsitzige WKB).<sup>77, 62</sup>

### 5.3.3.2.4 Bedeutsame Erfolgsfaktoren der chirurgischen Endodontie

Im Folgenden werden nun die sieben Publikationen zur chirurgischen WKB nach prognostisch wichtigen Einflussfaktoren analysiert (vgl. Tabelle 9). Die eingeschlossenen Studien behandeln im Zusammenhang mit dem endodontischen Ausgangsbefund verschiedene chirurgische Vorgehensweisen (Operationsarten). Drei Arbeiten erforschen den Erfolg einer periradikulären Küretage (Testori et al.<sup>75</sup>, Rahbaran et al.<sup>72</sup>, Maddalone / Gagliani<sup>69</sup>), zwei weitere handeln von der Wurzelresektion (Basten et al.<sup>54</sup>, Fugazzotto et al.<sup>65</sup>), Blomlöf et al.<sup>55</sup> untersuchten die Verlustrate bei wurzelamputierten Molaren<sup>55</sup> und Wesson / Gale<sup>78</sup> ermittelten die Erfolgsraten nach einer Apikoektomie. Die Autoren suchten dabei auch nach ganz methodenspezifischen Einflussfaktoren. Wegen der geringen Anzahl verfügbarer Studien bzw. valider Ergebnisse wird aber in der vorliegenden Analyse auf Einflüsse, die explizit aus einer spezifischen Eingriffsart (z.B. Apikoektomie oder Küretage) resultieren, nicht näher eingegangen.

Tabelle 9: Einflussgrößen und prognostische Faktoren für die Erfolgswahrscheinlichkeiten von chirurgisch-endodontischen Wurzelkanalbehandlungen.

Einflussfaktoren	Anzahl der Studien	Signifikanter Einfluss auf Erfolg <sup>1</sup>	Vermuteter Einfluss <sup>2</sup>	Kein signifikanter Einfluss auf Erfolg <sup>3</sup>
Alter des Patienten	1 PP / 2RP	-	-	3
Mundhygienestatus	2 RP	1	1	-
Zahnstatus (Restgebiss)	1 RP	1	-	-
Behandler	2 RP	1	1	-
Behandlungsumfeld (Uni-Zahnklinik, Privatpraxis)	2 RP	1	1	-
Zahntyp (allgemein)	4 RP	-	1	3
Kieferlokalisation (OK oder UK)	1 PP / 5 RP	1	4	1
Zahnposition, Wurzelposition	5 RP	1	3	1
Zahnfunktion <sup>4</sup>	1 RP	1	-	-
Periapikaler Status (bestehende PL)	1 PP / 1 RP	1	-	1
Parodontalstatus	2 RP	1	1	-
Qualität der Primärbehandlung (wenn Folgebehandlung notwendig war)	3 RP	2	-	1
Behandlungsbedingungen (streng standardisierte Methode, gute Qualität, Sorgfalt, sterile Bedingungen)	4 RP	1	3	-

Fortsetzung Tabelle 9

Operationstechnik	1 PP / 3 RP	2	1	1
Füllungslänge (im Bezug zum radiologischen Apex)	2 RP	2	-	-
Qualität der Wurzelfüllung (dicht gefüllte Wurzel, keine radiologischen Vakuolen)	1 PP / 1 RP	1	1	-
Qualität der Zahnkronenrestauration	1 RP	1	-	-
Wurzelstift gesetzt (Post)	3 RP	1	1	1

PP = Prospektive Primärstudie. RP = Retrospektive Primärstudie. OK = Oberkiefer. UK = Unterkiefer. PL = Periapikale Läsion.

<sup>1</sup> Signifikante = \* ( $p < 0,05$ ) oder hoch signifikante = \*\* Aussagen ( $p < 0,01$ ).

<sup>2</sup> Nicht signifikante Aussagen, z.B. aufgrund zu geringer Stichprobenzahl oder aufgrund eines zu kurzen Beobachtungszeitraums.

<sup>3</sup> Indirekte Hinweise in der Studie (z. B. unterschiedliche Erfolgsraten), nur verbale Aussagen, nicht signifikante Ergebnisse ( $p > 0,05$ ), die z. B. auf eine zu geringe Stichprobenzahl oder einen zu kurzen Beobachtungszeitraums zurückzuführen sind, ein Zusammenhang aber dennoch vermutet wird.

<sup>4</sup> Der behandelte Zahn kann z.B. als Haltezahn für Zahnersatz dienen.

Quelle: ÖBIG-eigene Darstellun 2005.

Nach eingehender Beschäftigung mit den eingeschlossenen chirurgischen Forschungsarbeiten konnten vier bedeutende Einflussfaktoren identifiziert werden, die bei jedem endodontisch chirurgischen Eingriff besonders zu beachten sind. Diese wichtigen Einflussbereiche führte die Mehrheit der verbliebenen chirurgischen Studien an. Es sind:

- Der Patient (Mitarbeit, Mundhygiene, Gebisszustand).
- Die Qualität des Behandlungsprozesses (streng standardisierte Vorgehensweise).
- Die Qualität der vorherigen Behandlung (z.B. Wurzelfüllung bei primärer WKB).
- Die Kiefer-, die Zahn-, die Wurzelposition

In den folgenden fünf Absätzen werden diese wichtigen Einflussbereiche etwas näher erläutert:

Unverzichtbare Voraussetzung für den Erfolg eines endodontisch chirurgischen Eingriffs sind das Interesse und die Mitarbeit des Patienten an der möglichst weitgehenden Erhaltung seiner natürlichen Zähne und eine adäquate Mundhygiene sowie ein parodontal kontrollierbarer Zahnzustand.<sup>54, 55, 65, 78, 69</sup> In diesem Zusammenhang weisen einige Autoren auch auf die wichtige Bedeutung von Mundhygiene<sup>54</sup> oder regelmäßigen Plaquekontrollen<sup>65</sup> sowie auf die Notwendigkeit einer parodontalen Vorbehandlung des behandelten Zahns hin.<sup>72</sup>

Zudem sehen die Forscher in der Qualität einer vorangegangenen Behandlung einen prognostisch wichtigen Aspekt. Wenn die orthograde Füllung (konventionelle WKB) zufrieden stellend war, bestehen für den chirurgisch revidierten Zahn weitaus bessere Erfolgschancen. So hätten Zähne, deren Wurzeln zuvor radiografisch dicht und bis nahe an den Apex gefüllt wurden, Heilungsraten um die 90 %. Zähne, deren Wurzeln überstopft wurden, weisen hingegen Erfolgsquoten von nur mehr 60 % auf. Wenn zuvor keine orthograde Füllung erfolgte, liegen die Erfolgsraten bei 79 %.<sup>75, 78, 69, 54</sup> Testori et al.<sup>75</sup> begründen die unterschiedlichen Erfolgsraten bei den verschiedenen Füllungslängen damit, dass bei fehlender oder inkorrekt vorhergehender Füllung möglicherweise Mikroorganismen aus dem infizierten Kanal in den periapikalen Raum verschleppt wurden. Bei den überstopften Füllungen dürften gewebsschädigende Gifte aus dem Füllungsmaterial in den periapikalen Raum freigesetzt worden sein. Durch diese Umstände können Entzündungen entstehen (z.B. eine PL) bzw. es ergeben sich daraus schlechtere Operationsbedingungen für die chirurgische Revision.<sup>75</sup>

Einen weiteren entscheidenden Einfluss auf den Ausgang einer **chirurgisch-endodontischen** Behandlung nehmen nach Einschätzung der Forscher die Kieferposition (das bedeutet, dass es wichtig ist, ob der behandelte Zahn im OK oder im UK liegt) und die genaue Lage des Zahns im Kiefer (erster oder zweiter Molar) sowie die Position der behandelten Wurzel (mesial, distal, lingual, buccal).<sup>75, 78, 54, 65</sup> Wesson / Gale ermittelten z.B. die höchsten Erfolgsquoten bei den UK-1. Molaren (60 %) und die niedrigsten bei UK-2. Molaren (46 %).<sup>78</sup> In der Studie von Testori et al.<sup>75</sup> ergaben sich für OK-1. Molaren bei den distalen Wurzeln Erfolgsraten von 90 % und für UK-1. Molaren bei distalen Wurzeln Erfolgsraten von nur mehr 65 %. Aufgrund der diesbezüglich teilweise gegenteiligen Forschungsergebnisse in den einzelnen eingeschlossenen Studien und wegen der geringen Studienanzahl sind noch weitere wissenschaftliche Arbeiten notwendig, um ver-

bindliche Aussagen zum Einfluss der Faktoren Kiefer-, Zahn- und Wurzelposition hinsichtlich des Erfolgs einer WKB treffen zu können.

Die Autoren der sieben eingeschlossenen Publikationen betonen sehr häufig die enorme Bedeutung eines streng standardisierten Behandlungsprozesses. Im Besonderen weisen sie auf den positiven Einfluss von streng standardisierten Behandlungsmethoden und -bedingungen oder auf die Wichtigkeit eines spezialisierten Behandlungsumfelds sowie der Spezialisierung des Behandlers hin.<sup>65, 78</sup> Ein großer positiver Einfluss besteht auch in der sorgfältigen Auswahl der in jedem Einzelfall am besten geeigneten Operationstechnik und der verwendeten Materialien.<sup>78, 69</sup> Gleichfalls positiv wirkt sich eine gute Qualität des Eingriffs aus, wie z.B. die richtige Platzierung der Wurzelspitzenfüllung oder das gekonnte Setzen eines eventuell notwendigen Wurzelstifts.<sup>72, 78</sup>

Keinen Einfluss auf die Prognose haben nach Angaben der Forscher das Geschlecht und das Alter des Patienten.<sup>75, 78, 72</sup>

### 5.3.3.3 Erfolgsraten von Wurzelkanalbehandlungen an Molaren

Bei der Recherche der Studien wurde der Fokus auf Langzeitbeobachtungsstudien gelegt bzw. konnten auch Studien (Rocke et al.<sup>73</sup>, Fritz / Kerschbaum<sup>64</sup>, Weiger et al.<sup>77</sup>, Dammaschke et al.<sup>60</sup> aus dem deutschsprachigen Raum sowie Cheung<sup>57</sup> und Blomlöf et al.<sup>55</sup>) identifiziert werden, die Methoden aus der Überlebenszeitstatistik (Kaplan-Meier-Methode) anwendeten. Überlebenszeitanalysen sind eine übliche Methode, um die Wahrscheinlichkeit bestimmter Ereignisse während eines bestimmten Zeitraums einzuschätzen.

Dieser Beobachtungszeitraum wird in der Endodontologie zumeist in Monate oder Jahre eingeteilt, wobei Peterson / Gutmann als „standardisierte Beobachtungspunkte“ ein Jahr, fünf Jahre, zehn Jahre und 15 Jahre nach Abschluss der Behandlung empfehlen.<sup>71</sup>

In der nachfolgenden Tabelle 10 werden die aus den analysierten Studien extrahierten Erfolgsraten und Überlebenswahrscheinlichkeiten für Molarzähne, getrennt für die konventionelle WKB und die chirurgischen Verfahren dargestellt. Die Studien von Fritz / Kerschbaum<sup>64</sup>, Weiger et al.<sup>77</sup> sowie Rahbaran et al.<sup>72</sup> konnten dabei wie bereits erwähnt nicht berücksichtigt werden, da sie die Überlebenswahrscheinlichkeiten für Molaren nicht extra auswiesen<sup>64</sup> bzw. die Stichprobe der Molaren zu klein war.<sup>77, 72</sup>

Tabelle 10: Erfolgswahrscheinlichkeiten der Wurzelkanalbehandlung an Molaren.

Autor(en)	Nachverfolgung in Jahren	Molaren gesamt		Molaren mit periapikalen Läsionen		Molaren ohne periapikalen Läsionen	
		Fälle	Erfolg / Überlebensraten	Fälle	Erfolg / Überlebensraten	Fälle	Erfolg / Überlebensraten
<b>Konventionelle Wurzelkanalbehandlung (inkl. Revision)</b>							
Sjögren et al. <sup>74</sup>	8 bis 10	272 <sup>a</sup>	91,9 % OK: 88,0 % UK: 95,2 %	61 <sup>a</sup>	67,2 % ohne revidierte Molaren: 82,0 %	209 <sup>a</sup>	99,0 % ohne revidierte Molaren: 98,7 %
Rocke et al. <sup>73</sup>	Bis 10	485 <sup>b</sup>	92,7 nach 5 Jahren	-	-	-	-
Hoskinson et al. <sup>66</sup>	4 bis 5	392 <sup>a</sup>	77 %	489 <sup>2</sup>	75 %		88 %
Lazarski et al. <sup>68</sup>	2 bis 6	24.132	90,56 % nach ø 3,5 Jahren	-	-	-	-
Peak et al. <sup>70</sup>	Unter 3 und über 3	124	80 % (ident für OK und UK) <3 Jahre: 82 % >3 Jahre: 77,5 %	64	75 %	33	83 %
Cheung <sup>57</sup>	ø 6,2 (max. 9)	75	OK: ø 7 Jahre UK: ø 5,6 Jahre	-	-	-	-
Dammaschke et al. <sup>60</sup>	10 bis 12	91 <sup>a</sup>	89,2 %	147 <sup>b</sup>	64,1 % nach 11 Jahren	43 <sup>b</sup>	83,6 % nach 11 Jahren
Friedman et al. <sup>62</sup>	4 bis 6	77	77 %	41	63 %	36	-
Field et al. <sup>61</sup>	2½ bis 4	110	87,3 % (Post.: 86,9 %) nach Zahntyp: M1M: 84,8 % andere Molaren: 88,3 %	-	-	-	-

Autor(en)	Nachverfolgung in Jahren	Molaren gesamt		Molaren mit periapikalen Läsionen		Molaren ohne periapikalen Läsionen	
		Fälle	Erfolg / Überlebensraten	Fälle	Erfolg / Überlebensraten	Fälle	Erfolg / Überlebensraten
<b>Chirurgische Wurzelkanalbehandlung</b>							
Basten et al. <sup>54</sup>	ø 11,5 (max. 23)	49	12 Jahre (Bandbreite: 3 bis 20 Jahre), OK: 12,2 Jahre (4 bis 23) UK 10,6 Jahre (2 bis 23)	-	-	-	-
Blomlöf et al. <sup>55</sup>	ø 5,5 (max. 10)	146 <sup>3</sup>	83 % nach 5 Jahren. 68 % nach 10 Jahren	-	-	-	-
Testori et al. <sup>75</sup>	ø 4,6 (max. 6)	152 <sup>1</sup>	68,5 % OK: 75 % UK: 63,3 %	-	-	-	-
Fugazzotto <sup>65</sup>	1 - über 15	701	Wurzelspitzenresektion: 96,8 %; nach Zahntyp: M2M: 92,9 %, M1M: 97,6 %, Mand2M: 97,1 %, Mand1M: 96,8 %	-	-	-	-
Maddalone / Gagliani <sup>69</sup>	3	28	78,6 %	-	-	-	-
Wesson / Gale <sup>78</sup>	5	790	57 % OK: 56,8 % UK: 57,2 %	-	-	-	-

- = Keine Angabe. ø= Durchschnittlich. M1M = Maxillärer 1. Molar. M2M = Maxillärer 2. Molar. Mand1M = Mandibulärer 1. Molar. Mand2M = Mandibulärer 2. Molar. OK= Oberkiefer, Post. = Posteriore Zähne, d.h. Premolaren und Molaren. UK = Unterkiefer.  
<sup>a</sup> Wurzeln. <sup>b</sup> Alle Zahntypen. <sup>c</sup> Rezesierte Molare.  
 Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### 5.3.3.3.1 Ergebnisse für konventionelle Wurzelkanalbehandlungen

Die **niedrigste** Erfolgsrate einer primären WKB an Molaren wurde mit 56 % in Cheungs Hongkongstudie von 2002 mit einer durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit von 7,6 Jahren (für OK-Molaren: 7 Jahre und für UK-Molaren: 5,6 Jahre) erzielt. Der Grund dafür ist aber, dass auch Zähne, die eine Nachbehandlung bzw. Revision erforderten, schon als völliger Misserfolg gewertet wurden.<sup>57</sup> Die nächstschlechtesten Resultate hatten Hoskinson et al.<sup>66</sup> in einer Studie von 2002 mit einer **Erfolgswahrscheinlichkeit** von 77 % bei einem Nachverfolgungszeitraum von rund fünf Jahren zu verzeichnen. Die Ergebnisse wurden in beiden Studien klinisch und radiologisch gemessen und auch die Molarposition war annähernd identisch. Bei Hoskinson et al. wurden außerdem zwei verschiedene Behandlungsprotokolle miteinander verglichen, es zeigten sich aber keine signifikanten Unterschiede in den Ergebnissen.<sup>66</sup>

Die Studie mit der **größten Fallzahl** war die von Lazarski et al. über die Patienten des Dentalprogramms einer US-amerikanischen Versicherung. Die Erfolgsraten für Molaren waren mit durchschnittlich 90,5 % bei einer Nachverfolgung von durchschnittlich 3,5 Jahren leicht höher als die von Frontzähnen (89,6 %), lagen aber unter jener von Premolaren (91,1 %).<sup>68</sup>

Die **besten** Ergebnisse für Molarzähne verzeichnete die Studie von Rocke et al. mit einer Erfolgsrate von 92,7 % bei einer fünfjährigen Nachverfolgung. Diese im Vergleich mit anderen Studien guten Werte sind umso bedeutsamer, da 15,7 % der behandelten Zähne eine PL aufwiesen und 14,2 % der WKB eine Revision waren.<sup>73</sup> Das zweitbesten Resultat ergab sich bei Sjögren et al. mit 91,9 % Erfolgsraten. Hier wiesen 31,5 % der Wurzeln eine assoziierte PL und in 31,5 % der Fälle handelte es sich um eine Revision.<sup>74</sup>

Nach Sjögren et al.<sup>74</sup> weist die WKB an Molaren ohne bestehende PL mit 98,7 % in statistisch signifikantem Ausmaß höhere Erfolgsraten aus als jene an Molaren mit assoziierten PL (82,0 %). Werden die revidierten WKB mitbetrachtet erhöht sich die Erfolgsrate bei Molaren ohne PL auf 99 %. Demgegenüber sinken die Erfolgsraten für Molaren mit PL auf 67,2 %<sup>74</sup>. Getrennt nach der Lokalisation im Kiefer hatten maxilliare Molaren mit 88,0 % geringere Heilungserfolge als UK-Molaren (95,2 %). Grundsätzlich hatten bei Sjögren

et al. - in statistisch signifikantem Ausmaß - „revidierte Molaren mit Pulpanekrose und mit assoziierter periapikaler Läsion“ mit 40,9 % die schlechtesten Erfolgsaussichten.<sup>74</sup> Bei Friedman et al. hatten Molaren mit PL eine Erfolgsrate von 63 % im Vergleich zu 77 % bei Betrachtung aller Molaren.<sup>62</sup> Auch in der Studie von Dammaschke et al. wurde - wenngleich auch nicht explizit im Zusammenhang mit Molarzähnen - festgestellt, dass Zähne mit präoperativen PL geringere 11-Jahre-Überlebenswahrscheinlichkeiten (ohne PL: 83,6 %, mit PL: 64,1 %) hatten.<sup>60</sup> Zu ähnlichen Resultaten kamen Hoskinson et al.<sup>65</sup>: Wurzeln mit PL wiesen eine Erfolgsrate von 75 Prozent auf und jene ohne PL mit 88 % wobei die Zahl der erfolgreichen WKB mit zunehmender Größe der PL in höchst signifikanter Weise abnahm.<sup>66</sup> Auch in der Studie von Cheung zeigte sich, dass PL die Erfolgsaussichten einer primären WKB reduzierten.<sup>57</sup>

Eine etwaige **Überfüllung des Wurzelkanals** wirkte sich ebenfalls in statistisch signifikantem Ausmaß negativ auf den Erfolg aus. Die besten Ergebnisse konnten bei Wurzeln, deren Füllung zwischen 2 mm vor bzw. genau bei der radiologischen Wurzelspitze endet, beobachtet werden.<sup>74, 66, 70, 67, 58</sup>

Den **längsten Prognosezeitraum** deckte im Übrigen die Untersuchung von Dammaschke et al. mit zwölf Jahren ab.<sup>60</sup> Nach zehn Jahren waren 89,2 % der Molaren (Frontzähne im Vergleich nur zu 82 %) noch funktionstüchtig im Mund. Die generell am längsten laufende Studie ist jene von Fristad et al.<sup>63</sup> an wurzelgefüllten Zähnen, für die keine Ergebnisse nach Molaren ausgewiesen sind. In dieser Studie werden 1974 endodontisch behandelte Zähne immer wieder begutachtet: Bei der aktuell publizierten Nachverfolgung zwischen 20 und 27 Jahren liegt die Erfolgsrate bei 95,5 %.<sup>63</sup>

Abschließend wurden die bewerteten Studien noch auf etwaige Unterschiede beim Behandlungserfolg zwischen in **Deutschland** und in anderen Ländern durchgeführten WKB untersucht. Vier der analysierten Studien<sup>77, 60, 73, 64</sup> - alle zur konventionellen WKB - haben Deutschland als Schauplatz. Sowohl die für alle Zahntypen als auch die für Molaren ausgewiesenen Erfolgswahrscheinlichkeiten entsprechen, insbesondere bei fortschreitender Beobachtungsdauer, den Ergebnissen in anderen Ländern.

### 5.3.3.2 Ergebnisse für chirurgische Wurzelkanalbehandlungen

Bei den chirurgisch-endodontischen Verfahren - die zumeist über eine geringere Studienpopulation verfügten als Untersuchungen von konventionellen WKB - waren die Erfolgsaussichten wie Tabelle 10 zeigt, tendenziell schlechter, obwohl die Studie<sup>65</sup> mit den **besten Ergebnissen** mit 96,8 % kumulierter Erfolgsrate für Wurzelresektionen über den Resultaten der besten konventionellen WKB liegt. Die geringsten Erfolgsraten weisen im Vergleich der Zahntypen mit 92,9 % die 2. OK-Molaren auf, wobei einzeln betrachtet die Entfernung der distalen Wurzel bei UK-Molaren mit 25 % die höchste Misserfolgsrate hatte. Die Misserfolgsraten nach Wurzelresektionen waren generell für allein stehende Stützzähne einer Freientprothese höher als für andere Molaren. Die ausgezeichneten Ergebnisse von Fugazzotto<sup>65</sup> begründeten sich einerseits in dem konsequenten Mundhygieneprogramm, das für alle Patienten verpflichtend war, andererseits in einer strengen Selektion der behandelten Patienten (so wurden Personen mit einer unbehandelten Diabetes, mit Immunerkrankungen oder bestimmten Krebserkrankungen, mit einer unbehandelten periodontischen Krankheit oder anderen systemischen Kontraindikationen, sowie Raucher von mehr als zehn Zigaretten pro Tag nicht berücksichtigt).<sup>65</sup>

Andererseits werden die Ergebnisse von Fugazzotto<sup>65</sup> auch durch die Resultate der Studie mit der längsten Nachverfolgung (durchschnittlich 11,5 Jahre) von Basten et al.<sup>54</sup> bestätigt, in der Wurzelresektionen ebenfalls eine gute Prognose zeigen: Die Autoren weisen nach, dass mehrwurzelige, auch parodontal geschädigte, Molaren bei entsprechender parodontaler Vorbehandlung, nach einer sorgfältigen endodontischen Behandlung sowie nach einer finaler Kronenrestauration bei regelmäßigen Nachkontrollen über lange Zeiträume erhalten werden können. Des Weiteren sehen die Autoren in der Verfügbarkeit von osseointegrierten Implantaten keine Rechtfertigung für die Entfernung natürlicher Zähne. Diese üben eine vergleichbar gute Funktion aus. Nur bei schwerwiegenden parodontalen Befunden zeigen Implantate zum Teil bessere Langzeitprognosen.<sup>54</sup>

Die anderen chirurgischen Vorgehensweisen wie die **WSR** (Apikoektomie) wiesen schlechtere Erfolgsraten aus, z.B. war bei der Studie mit den größten untersuchten Anzahl von Molaren (n = 790) von Wesson / Gale die durchschnittliche Erfolgsquote nach fünf Jahren nur 57 %. Vermutlich sind dafür die präoperativen Bedingungen wie bestehende periapikale Entzündungen verantwortlich. Grundsätzlich waren Zähne, die

nach einem Jahr als Erfolg eingestuft wurden, nach fünf Jahren noch zu drei Viertel funktionstüchtig im Mund.<sup>78</sup>

Die beiden Studien<sup>75, 69</sup>, die sich mit der **periradikalen Küretage** an Molaren beschäftigen, verzeichneten unterschiedliche Ergebnisse - so lag die Erfolgswahrscheinlichkeit bei Maddalone / Gagliani<sup>69</sup> mit 78,6 % nach drei Jahren deutlich über der von Testori et al.<sup>75</sup> mit 68,5 % bei einer durchschnittlichen Nachverfolgung von 4,5 Jahren. Die Ergebnisse bei Molarzähnen für vollständige sowie unvollständige Heilung gesamt betragen bei Maddalone / Gagliani 96,5 % und waren damit über jener aller Zahntypen (92,4 %) angesiedelt.<sup>69</sup> Interessant ist, dass in beiden Studien (bei Maddalone / Gagliani alle 28 Molarzähne und bei Testori et al.<sup>75</sup> 95 Wurzeln) mit dem gleichen Verfahren - der Ultraschall-Retropräparation - behandelt wurden und beide Untersuchungen in italienischen Krankenhäusern erfolgten. Bei dieser Subgruppe über alle Zahntypen lag auch bei Testori et al. die Erfolgsrate bei 85 % (mit der Standardtechnik waren es hingegen nur 68 %) und es konnte beobachtet werden, dass die Erfolgsaussichten mit Länge des Nachverfolgung zunahm.<sup>75</sup> Es gibt also Hinweise darauf, dass die Ultraschalltechnik der Standardtechnik überlegen ist.

Bei der Bewertung der angegebenen Erfolgsaussichten für chirurgisch-endodontisch versorgte Zähne ist zu beachten, dass es sich in den Studien ausschließlich um Zweitbehandlungen (Revisionen) handelte. Das bedeutet, dass Molaren, die nach einer konventionellen Behandlung als Misserfolg (im Schnitt sind das bis zu 20 %) angesehen wurden, mit relativ großer Wahrscheinlichkeit durch ein chirurgisches Therapieverfahren vor dem definitiven Verlust bewahrt werden können (Zahnerhaltung in letzter Konsequenz). Mehrwurzelige, pulpär erkrankte Zähne sind durchaus erhaltungswürdig und bieten z.B. als wichtige Stützelemente für prothetische Arbeiten eine wertvolle „natürliche“ Alternative zu einem Implantat.

Auffällig ist bei den chirurgisch-endodontischen Studien weiterhin, dass die Mehrzahl der Studien verschiedene, auch neu entwickelte Behandlungstechniken untersuchte, während es bei der konventionellen WKB mehr um Langzeiterfolge und die Diskussion unterschiedlicher Standards und Parameter ging. Der Grund dafür ist sicherlich, dass es konventionelle WKB schon seit mehr als 80 Jahren gibt, während chirurgische Verfahren erst in den letzten zwei Jahrzehnten üblich geworden sind und sich - wie Maddalone / Gagliani<sup>69</sup> und Peterson / Gutmann<sup>71</sup> in ihrer systematischen Untersuchung ausdrücklich erwähnten - die entsprechenden Behandlungstechniken im Lauf der letzten Jahre verbessert haben (von der Standardbehandlung mit Rotationsinstrumenten hin zur Verwendung von Ultraschalltechniken).<sup>69</sup>

#### 5.3.3.4 Komplikationen

In den drei analysierten systematischen Übersichtsarbeiten gab es mit Ausnahme von Kojima et al.<sup>67</sup>, in der Misserfolge primär auf Überfüllung (z.B. um 15,7 Prozentpunkte niedrigere Erfolgsraten als bei exakt gefüllten Wurzeln) zurückgeführt wurden, keine Hinweise auf Komplikationen. Tabelle 11 bietet eine Übersicht über die in den analysierten Primärstudien beschriebenen Gründe für Misserfolge bzw. die aufgetretenen Komplikationen.

In sechs Studien gab es keinerlei Hinweise auf Komplikationen und deren Häufigkeiten<sup>75, 77, 72, 62, 69, 61</sup> und in weiteren drei Untersuchungen<sup>66, 60, 70</sup> wurden zwar Komplikationen wie Zahnverlust (Peak et al.<sup>70</sup>) angeführt, aber keine Hinweise auf die Häufigkeit der Vorkommnisse geboten.

In zwei Dritteln der untersuchten Studien und damit am häufigsten wurden erforderliche Extraktionen bzw. Zahnverlust als unerwünschte Vorkommnisse genannt. Die Gründe für eine Extraktion waren, neben Frakturen, auftretende parodontale Erkrankungen (z.B. bei Fugazzotto<sup>65</sup> beschrieben) und / oder tiefer Kariesbefall. Passend zu den paro- und periodontalen Erkrankungen wurde insbesondere in Untersuchungen von chirurgischen Verfahren<sup>54, 55, 72</sup> auf die Bedeutung von mundhygienischen Maßnahmen vor und nach der Durchführung der Behandlung hingewiesen.

**Tabelle 11: Komplikationen bei der Wurzelkanalbehandlung von Molaren.**

Studien	Art der Komplikation	Häufigkeit
Sjögren et al. <sup>74</sup>	Wurzelperforation, Feilenbruch, Extraktion.	Wurzelperforation in 1,5 % und Feilenbruch in 1,3 % der behandelten Wurzeln; 68 Zähne während Beobachtungszeitraum von 8 bis 10 Jahren extrahiert (3 Perforation, 2 endodontischer Misserfolg, 21 Wurzelfraktur, 11 Karies, 10 Periodontitis, 21 unbekannt).
Basten et al. <sup>54</sup>	Extraktion.	8 %, das sind 4 von 49 Molaren (2 wegen Karies, 1 aus endodontischen und 1 aus strategischen Gründen).
Rocke et al. <sup>73</sup>	Revision, Exzerbung, Wurzelspitzenresektion, Hemisektion.	Geringe Komplikationsrate, nach 1 Jahr gesamt 4,7 %, nach 5 Jahren 13,3 %, nach 10 Jahren 27,9 %.
Blomlöf et al. <sup>55</sup>	Progressive, marginale Parodontitis, Extraktion.	22 % der resezierten Molaren während Nachverfolgung extrahiert; Mehrzahl der Extraktionen erfolgte wegen progressiver, marginaler Parodontitis. Bei 17 von 26 extrahierten Zähnen periapikale Transluzenz, bei 8 von 17 Kommunikation der apikalen mit der parodontalen Läsion.
Fritz / Kerschbaum <sup>64</sup>	Extraktion, Frakturen, Karies, Parodontitis.	Apikale Parodontitis (48 % bzw. 36 %, je nach Stichprobe), Parodontopathie (21 % bzw. 16 %), Karies (13 % bzw. 0 %), Fraktur / Trauma (9 % bzw. 36 %).
Lazarski et al. <sup>68</sup>	Extraktion, Revision, chirurg. Folgebehandlung	5,75% Extraktionen im durchschnittlichen Beobachtungsrahmen von 2 Jahren, 2,68% benötigten eine Revision und 1,03% eine chirurgische Folgebehandlung
Fugazzotto <sup>65</sup>	Bei Wurzelspitzenresektion: Wurzelfraktur, endodontischer Grund, Karies, periodontischer Zusammenbruch.	Gesamt: 3,3 % von 701 Molaren (4 x Wurzelfraktur, 5 x endodontische Gründe, 6 x Karies, 7 x periodontischer Zusammenbruch, 1 x Karies verbunden mit einem periodontischen Zusammenbruch).
Peak et al. <sup>70</sup>	Zahnverlust.	Keine Angabe.
Hoskinson et al. <sup>66</sup>	Revision.	Keine Angabe.
Cheung et al. <sup>57</sup>	Revision, Extraktion, unvollständige Ausheilung	2 % Zahn symptomatisch, 9 % unvollständig ausgeheilte PL, 3 % unveränderte PL, 3 % neue PL entstanden, 6 % Revision notwendig, 13 % Extraktion.
Dammaschke et al. <sup>60</sup>	Wurzelspitzen- oder Zahnkronenfrakturen	Erfolgten speziell bei Prä(Molaren)
Wesson / Gale <sup>78</sup>	Nervenverletzungen, longitudinale Wurzelfraktur, Perforation und / oder Infektion an der Furkation, periodontische Krankheit, nicht restaurierbare Krone, Behandlungsfehler mit teilweisefolgender Extraktion	Temporäre Sensibilitätsbeeinträchtigung: 20 bis 21 % bei UK-Molarenapikoektomie, permanente Sensibilitätsbeeinträchtigung: Circa 1 %, Sensibilitätsbeeinträchtigung trat nach Mand2M-Apikoektomie 3x häufiger auf als bei Mand1M-Apikoektomie (p < 0,05). 21 Wurzelfrakturen, 11 nicht restaurierbare Kronen, 12 periodontische Erkrankungen; in 256 Fällen kam es zu einer Perforation und / oder Infektion an der Furkation oder am Apex.

Mand1M = Mandibulärer 1. Molar. Mand2M = Mandibulärer 2. Molar. OK= Oberkiefer. PL = Periapikale Läsion. UK = Unterkiefer. Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Am zweithäufigsten wurden mit jeweils 41,6 % erforderliche Revisionen und Wurzel(spitzen)- bzw. Zahnkronenfrakturen explizit als Komplikation angeführt. Ein weiterer, speziell in der chirurgisch-endodontischen Studie von Wesson / Gale sehr oft vorkommender unerwünschtes Ereignis ist die Perforation und / oder Infektion an der Furkation, d.h. der Wurzelgabelung bzw. an der Zahnwurzelspitze.<sup>78</sup>

Bei chirurgischen WKB an UK-Molaren wurden auch Nervenverletzungen verzeichnet, die in 1 % der Fälle zu einer dauerhaften Sensibilitätsbeeinträchtigung der Unterlippe führte. Zumeist waren derartige Sensibilitätsstörungen aber nicht von Dauer.<sup>78</sup>

Von einem problematischen "Überstopfen" oder Unterfüllen der Wurzelkanäle von Molaren wurde in zwei bewerteten Studien<sup>74, 60</sup> sowie allgemein für WKB in der systematischen Übersichtsarbeit von Peterson / Gutmann<sup>71</sup> berichtet, während Peak et al.<sup>70</sup> zu einem ganz gegenteiligen diesbezüglichen Resultat kommen und ihre Studie sehr hohe Erfolgsquoten für „überfüllte“ Wurzeln ausweisen. Die Autoren begründen das erstaunliche Ergebnis damit, dass die Überprüfung der Füllungslänge wahrscheinlich nicht durch eine einheitliche, standardisierte radiografische Messmethode erfolgte und die Begutachter nicht kalibriert wurden, wodurch es zu einer Verzerrung der Ergebnisse gekommen sein könnte.<sup>70</sup>

Keine der Studien berichtete von Komplikationen, die auf technische Probleme wie den Bruch von Instrumenten zurückzuführen war. In einigen Studien<sup>58, 69</sup> wurde jedoch betont, dass derartige Probleme aufgrund des technischen Fortschritts rückläufig waren. Ein heikles Thema waren potenzielle menschliche Fehler wie mangelnde Sorgfalt des Behandlers, die in keiner Studie explizit angesprochen wurde. In der Mehrzahl der Studien (z.B. Peak et al.<sup>70</sup>, Friedman et al.<sup>62</sup> Boltacz-Rzepkowska / Pawlicka<sup>56</sup>, Dammaschke et al.<sup>60</sup>, Chueh et al.<sup>58</sup>) wurde jedoch die Bedeutung des Vorgehens nach definierten Behandlungsstandards sowie die Erfahrung und Sorgfalt des die WKB vornehmenden Zahnarztes betont bzw. als Voraussetzung definiert.

### 5.3.4 Diskussion

Zentrales Untersuchungsziel des gegenständlichen HTA-Berichts war die Beurteilung der Effektivität von WKB an Molarzähnen und die Analyse von Einflussfaktoren auf die Langzeiterfolgsaussichten.

#### 5.3.4.1 Diskussion der Studienqualität und Methodik

Die im Zuge der Studie durchgeführte systematische Literaturrecherche anhand von Schlagwörtern und Freitextbegriffen (vgl. Suchformulierung in Tabelle 15 und 16) in großen medizinischen Datenbanken wie MEDLINE und EMBASE sowie in der Cochrane Bibliothek ergab zwar eine hohe Anzahl von Treffern, das Durchsehen der Referenzlisten der eingeschlossenen Artikel zeigt jedoch, dass die Erfassung durch die Datenbankabfrage nicht lückenlos ist. So konnten durch diese umfangreiche Suche kaum Studien aus dem deutschsprachigen Raum identifiziert werden.

Ergänzend wurde deshalb eine Handsuche in zwei bekannten endodontischen Journalen durchgeführt und renommierte Endodontologen um Literaturhinweise gebeten. Der ursprünglich geplante Untersuchungszeitraum von 1999 bis 2004 wurde in der Folge ebenfalls ausgeweitet. Die Literaturrecherche wurde dabei auf englisch- und deutschsprachige Publikationen beschränkt, was aber keine gravierende Einschränkung der Studienqualität darstellt, da z.B. ausreichend Studien aus allen Kontinenten außer Afrika identifiziert werden konnten. Der Schwerpunkt der endodontologischen Forschung liegt neben dem angloamerikanischen Sprachraum in Skandinavien und in Südamerika. Als problematisch ist in diesem Zusammenhang nur zu sehen, dass identifizierte Artikel aus dem „Australian Endodontic Journal“ nicht beigebracht werden konnte.

Die Literatursynthese gestaltete sich im Vergleich zu HTA-Berichten mit nichtzahnmedizinischen Fragestellungen als schwierig, da sich die als geeignet erscheinenden Artikel in Hinblick auf ihre methodische Qualität, Transparenz der Untersuchung (Stichprobenauswahl, nicht nachvollziehbares Ausscheiden von Fällen aus der Untersuchung usw.), des verwertbaren Informationsgehalts und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschieden. So wurden beispielsweise die langfristigen Erfolgswahrscheinlichkeiten in sechs der 18 analysierten Studien<sup>73, 64, 77, 60, 57</sup> mit Hilfe von Methoden aus der Überlebenszeitstatistik (Kaplan-Meier-Methode) bewertet, während die Erfolgsraten in den anderen Studien ex-post gemessen wurden.

Speziell für eine Beurteilung der Effektivität von chirurgisch-endodontischen Verfahren an Molaren konnte keine ausreichende Anzahl von Studien identifiziert werden, die gleiche Behandlungen durchführten, weshalb ähnliche verglichen wurden. Bedauerlicherweise konnten auch nur vier Untersuchungen beigebracht werden, die sich auf Deutschland bezogen - darunter keine einzige zu chirurgisch-endodontischen Verfahren. Zwei sehr interessant klingende Dissertationen (Steven 2001: „Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne: eine retrospektive Studie über 10 Jahre.“ Universität Münster. Wiemann 1998: „Langzeitverweildauer von wurzelkanalgefüllten Zähnen.“ Universität Köln) konnten leider nicht ausfindig gemacht werden.

Insgesamt gesehen ist die Studienqualität aus nachstehend dargestellten Gründen als eher gering einzustufen:

1. Aufgrund der unterschiedlichen verwendeten Erfolgsparameter (z.B. Trennung nur in Erfolg / Misserfolg wie bei Friedman et al.<sup>62</sup> oder in vollständige Heilung / unvollständige Heilung / Misserfolg wie bei Weiger et al.<sup>77</sup> oder in vollständige Heilung / unvollständige Heilung / unsichere Heilung / Misserfolg wie bei Maddalone / Gagliani<sup>69</sup>),
2. aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe erfolgte die Erfolgsbeurteilung zumeist aufgrund klinischer Symptomfreiheit und anhand radiologischer Kriterien (Peak et al.<sup>70</sup>, Friedman et al.<sup>62</sup>), zum Teil aber nur radiologisch (Chueh et al.<sup>58</sup>, Rocke et al.<sup>73</sup>) und in zwei Fällen - bei Fritz / Kerschbaum<sup>64</sup> bzw. Dammaschke et al.<sup>60</sup> - wurde insbesondere überprüft, ob Zahn noch „in situ“, also nicht ausgefallen oder extrahiert worden war,
3. aufgrund der Tatsache, dass bei den Bewertungsmaßstäben wie den radiologischen Kriterien zwar nach ähnlichen, aber dennoch leicht unterschiedlichen, Standards (z.B. nach Strindbergkriterien (Strindberg 1956<sup>44</sup>) oder nach Rudkriterien (Rud et al. 1972<sup>34</sup>) vorgegangen wurde,
4. aufgrund unterschiedlicher Beobachtungszeitpunkte und Prognosemethoden

und

5. aufgrund der mangelhaften Studiendesigns (fehlende Vergleichsgruppen, fehlende Randomisierung, z.T. fehlenden Verblindung zu kleine Studienpopulation).

Als höchst problematisch ist auch die Tatsache zu bewerten, dass manche Autoren Patienten wegen unregelmäßiger Wiedervorstellung<sup>69</sup> oder weil bei ihnen ein überraschendes Problem auftauchte, z.B. wenn Zähne aus periodontischen Gründen gezogen werden mussten<sup>75, 78</sup> aus der Beurteilung ausschlossen oder die Studienpopulation stark selektierte<sup>65</sup>, was die jeweiligen Erfolgsraten verzerrt (Selection bias).

Eine Lösungsmöglichkeit für das Problem der fehlenden Kontrollgruppen (aus ethischen Gründen ist es nicht möglich, Wurzelkanalerkrankungen unbehandelt zu lassen, da sie erstens mit starken Schmerzen verbunden ist und zweitens unweigerlich zum Zahnverlust bzw. in Extremfällen auch zu lebensbedrohlichen Folgeerkrankungen wie einer Endokarditis führen kann) zeigten Rocke et al. mit der parallelen Beobachtung von homologen Vergleichszähnen auf.<sup>73</sup>

### 5.3.4.2 Diskussion der Studienergebnisse

Die Literatur zur Frage der funktionstüchtigen Verweildauer von wurzelbehandelten Molaren im Mund offenbart deutlich, dass Molarzähne sowohl hinsichtlich der Behandlung als auch in Bezug auf die Heilung eine besondere Herausforderung für den Endodontologen bedeuten. So wiesen einige Studien (Lazarski et al.<sup>68</sup>, Peak et al.<sup>70</sup>, Field et al.<sup>61</sup>, Friedman et al.<sup>62</sup>, Rocke et al.<sup>73</sup>) für Molaren höhere Misserfolgsraten als für Vorderzähne oder Premolaren aus. Eine retrospektive Studie über die Qualität von WKB in Taiwan von Chueh et al. bietet gute Evidenz dafür, dass die Molaren bei der Behandlung augenscheinlich besonderer Aufmerksamkeit (spezielles Wissen, viel Erfahrung und gute Fingerfertigkeit der Behandlers, großer Zeitaufwand) bedürfen.<sup>58</sup>

Auch bei der Analyse wichtiger Einflussgrößen auf die Prognose einer WKB erweist sich der Zahntyp als ein sehr bedeutender Faktor.<sup>61, 62, 70, 73</sup> Die schlechteren Erfolgsaussichten bei Molaren erklären die Autoren mit der vermehrten Anzahl von Wurzeln (mindestens zwei), dem viel häufigeren Vorkommen von Wurzelvariationen (akzessorische, stark gekrümmte, stark verzweigte Kanäle) und auch mit der ungünstigeren anatomischen Lage der Molarzähne in den weiter hinten gelegenen Kieferabschnitten, wodurch es zu Behandlungerschwernissen kommt.<sup>61, 62, 16, 70, 57</sup> Sehr überraschend ist diesbezüglich das Ergebnis von Dammaschke et al., die feststellten, dass mehrwurzelige Zähne längere Überlebenswahrscheinlichkeiten haben (nach elf Jahren waren Zähne mit zwei oder mehr Wurzeln zu 89,2 % funktionstüchtig im Mund, während dies bei Frontzähnen bzw. Premolaren nur zu 82 % der Fall war) als Zähne mit einer Wurzel (Vorderzähne).<sup>60</sup> Die Autoren erklärten diesen Widerspruch zu den Ergebnissen anderer Studien (vgl. „Signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg von konventionellen Wurzelbehandlungen“) einerseits mit der guten Einschulung der behandelnden Studenten und andererseits mit der Tatsache, dass den schwieriger zu behandelnden Molaren mehr Aufmerksamkeit gewidmet und in der Folge noch sorgfältiger gearbeitet wurde.<sup>60</sup> In Anlehnung an das Ergebnis von Dammaschke et al.<sup>60</sup> könnte man daher schließen, dass sich bei

ganz aufmerksamer, zeitintensiver Behandlung auch bei den mehrwurzeligen Zähnen die Erfolgsraten noch erhöhen lassen oder anders gesagt, dass in der Qualität des Behandlungsprozesses noch ein erhebliches Entwicklungspotenzial liegt.

Dennoch entsprach die Bandbreite der Erfolgswahrscheinlichkeit der konventionellen WKB an Molaren mit 77 bis ca. 92 % in etwa jener der in den beiden systematischen Übersichtsarbeiten dargestellten Erfolgsraten über alle Zahntypen hinweg (70,8 bis 86,5 % bei Kojima et al.<sup>67</sup> und 53 bis 94,5 % bei Basmdjian-Charles et al.<sup>53</sup>).

Wichtiger als der Zahntyp ist für die Prognose einer WKB der präoperative Ausgangsbefund, d.h. der periapikale Status und der Pulpastatus. So stimmen alle Autoren, die diesen Faktor untersuchten überein, dass Zähne mit Pulpanekrose und gleichzeitiger PL deutlich niedrigere Erfolgsquoten aufweisen als Zähne mit vitaler Pulpa oder Pulpanekrose ohne assoziierte PL.<sup>74, 60, 62, 66, 64, 77</sup> Diese Erkenntnisse werden auch von den im Sommer 2004 publizierten Ergebnissen der Phase 2 der Torontostudie<sup>16</sup> bestätigt. Diese prospektive, klinische Studie verzeichnet Erfolgsraten bei konventionellen Primärbehandlungen von 93 % bei Zähnen ohne PL und von 79 % für Zähne mit assoziierter PL.<sup>16</sup> Bei Sjögren et al. 1990 liegen z.B. die Erfolgsraten bei Zähnen ohne nachweisbare PL bei 96 %, während Zähne mit assoziierter PL nur Erfolgsraten von 86 % erreichen.<sup>74</sup> In beiden Studien sind die Unterschiede statistisch signifikant.

Ein gegenteiliges Resultat zeigt die Untersuchung von Peak et al. unter Angehörigen der britischen Luftwaffe, bei denen die Erfolgsrate in Fällen mit einer PL mit 87 % höher war als jene für Zähne ohne PL (80 %).<sup>70</sup> In der gleichen Studie gibt es auch erstaunlich hohe Erfolgsraten bei einer Überfüllung des Wurzelkanals (93 % Erfolgsrate bei Zähnen mit einer assoziierten PL und 75 % bei Zähnen ohne PL).<sup>70</sup> Die Ergebnisse von Peak et al. stehen dabei im Widerspruch zu jenen anderer Forscher wie Sjögren et al. 1990<sup>74</sup>, die eine Überstopfung des Wurzelkanals als nicht wünschenswert beschreiben. Die Ergebnisse von Peak et al.<sup>70</sup> sind nach Meinung der Studienautoren in der Interferenz wichtiger Kovariablen, wodurch dominante Einflüsse, wie in diesem Fall der präoperative, periapikale Zustand, verschleiert wurden, begründet. Ein weiterer Grund mag in einem „Population bias“ liegen, da aufgrund des Studienorts hauptsächlich junge und äußerst gesunde Männer untersucht wurden, außerdem erfolgte das Kontrollröntgen in uneinheitlicher Form. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse nicht repräsentativ.

Schon Strindberg hat im Jahr 1956 festgehalten, dass ereigniszeitanalytisch betrachtet, bei der Beurteilung der langfristigen Erfolgsaussichten einer WKB an Zähnen mit einer PL zu berücksichtigen ist, dass die Wahrscheinlichkeit der Ausheilung der apikalen Periodontitis mit Dauer der Beobachtungszeit (Nachverfolgung) zunimmt.<sup>44</sup> Diese Aussage (je länger der Beobachtungszeitraum ist, desto höher ist eine vollständige Heilung) wird von mehreren bewerteten Studien<sup>61, 77, 57</sup> bestätigt. Bei Weiger et al.<sup>77</sup> liegt die Erfolgsrate nach fünf Jahren bei über 90 %, während es bei dem Nachverfolgung nach drei Jahren nur 70 % (konventionelle WKB in einer Sitzung) bzw. 79 % (konventionelle WKB in zwei Sitzungen) gewesen sind.<sup>77</sup> Der Grund dafür ist, dass PL oft sehr langsam ausheilen, wodurch nach einem Jahr radiologisch als unvollständig klassifizierte Heilungen bei einer Ausweitung des Beobachtungszeitraums zu einer vollständigen Heilung werden. Dies wurde beispielsweise bei der Untersuchung von WSR durch Wesson / Gale<sup>78</sup> durch ein erneutes „Recall“ nach fünf Jahren eindrucksvoll nachgewiesen.<sup>78</sup> Auch in der Untersuchung von Boltacz-Rzepakowska / Pawlicka<sup>53</sup> wird dargestellt, wie der Anteil von Zähnen mit PL mit zunehmender Beobachtungsdauer zurückging: Wiesen nach einem Jahr noch 27,8 % der wurzelkanalgefüllten Zähne eine PL auf, waren es fünf Jahre später 11,1 % und nach mehr als sieben Jahren nur mehr 6,3 %. Ein gegenteiliges Bild zeigt die Untersuchung von Cheung, wo die Erfolgsraten von konventionell endodontisch erstbehandelten Molaren mit zunehmender Beobachtungsdauer zurückgingen.<sup>57</sup> Der Grund dafür liegt eventuell in der Tatsache, dass bei der konventionellen Primärbehandlungen Zähne aus anderen Gründen (z.B. schwere parodontale Erkrankungen) verloren gehen und damit zum Misserfolg werden.

Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt für den Erfolg einer WKB ist, dass ein definitiver koronaler Verschluss erfolgt. In welcher Form dies geschieht, ist dabei für die Prognose irrelevant, sofern der definitive Verschluss möglichst rasch erfolgt und eine gute Abdichtung des behandelten Zahns gewährleistet ist.<sup>57, 19, 62, 60, 74, 70, 68, 73, 66</sup>

Überraschenderweise spielt die Lokalisation der Molaren im Kiefer keine so wichtige Rolle wie erwartet: In den zehn Studien, die explizit Erfolgsraten nach der Kieferposition angaben, errechneten sich in fünf Fällen<sup>65, 70, 73, 62</sup> annähernd gleiche Erfolgsraten für die Behandlung der OK- und UK-Molaren, in drei hatten

OK-Molaren<sup>57, 54, 75</sup> bessere Ergebnisse und in zwei<sup>74, 78</sup>, davon der ältesten bewerteten Studie - wurden Vorteile für UK-Molaren festgestellt.

Zu der Art der auftretenden Komplikationen ist anzumerken, dass in den analysierten Studien am häufigsten erforderliche Extraktionen bzw. Zahnverlust als unerwünschte Vorkommnisse angeführt werden. Als Gründe für eine Extraktion wurden u.a. Frakturen, parodontale Erkrankungen<sup>70</sup> und zu tiefer Kariesbefall genannt. Potenzielle technische und menschliche Fehler wurden in den untersuchten Studien nicht explizit thematisiert. Zur Vermeidung von potenziellen Komplikationen werden insbesondere für geplante chirurgische Verfahren mundhygienische Maßnahmen vor und nach der Behandlung empfohlen.<sup>54, 55, 72</sup>

Ein Vergleich der Ergebnisse der chirurgisch-endodontischen WKB ist schwieriger als jene der konventionellen, da die Ausgangsbefunde und therapeutischen Vorgehensweisen unterschiedlich sind. Diese Unterschiede sind u.a. darin begründet, dass bei der chirurgischen WKB noch die Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren diskutiert werden. Chirurgisch-endodontische Verfahren haben sich nämlich erst in den letzten 25 Jahren etabliert, während konventionelle WKB seit mehr als 80 Jahren bekannt sind.

Grundsätzlich zeigte sich jedoch, dass bei mehrwurzeligen Zähnen wie es Molaren sind, häufiger chirurgische Verfahren, speziell bei Bestehen einer großen (über 5 mm bis 7 mm) PL, angewendet werden.<sup>75, 78</sup> Ein wichtiges Fazit der sieben untersuchten Studien ist, wie Basten et al. es formulierten, dass „...auch mehrwurzelige, parodontal geschädigte Molaren bei geeigneter Behandlung über lange Zeiträume erhalten werden können“.<sup>54</sup>

Aufgrund der zuvor beschriebenen methodischen Schwächen der recherchierten Studien sind diese Aussagen zur Langzeitwirksamkeit (Effektivität) der WKB an Molaren jedoch nur eingeschränkt valide.

## 5.4 Ökonomische Bewertung

### 5.4.1 Methodik

Es erwies sich im Verlauf der Berichterstellung als sehr schwierig, Studien zu finden, die ökonomische Aspekte der Zahnmedizin und im Speziellen der WKB zum Thema hatten. So konnten trotz einer umfangreichen Suche kaum Zusammenfassungen, welche die ökonomischen Aspekte der WKB thematisieren, identifiziert werden. Teilweise wurden Zusammenfassungen mit indirekten ökonomischen Schlussfolgerungen gefunden.

Nach Durchsicht aller Volltexte unter Anwendung der unter dem gleichnamigen Punkt angeführten Selektionskriterien konnten daher keine Studien oder Berichte mittels systematischer Literatursuche identifiziert werden, die geeignet erschienen die Fragestellung zu beantworten. Dies war auch bei zusätzlicher Einbeziehung narrativer Übersichtsarbeiten der Fall. Es fand sich lediglich eine Kosten-Wirksamkeitsstudie zu verschiedenen zahnärztlich-prothetischen Therapieverfahren im reduzierten Gebiss, sowie eine weitere Kosten-Wirksamkeitsanalyse zur Frage des Erhaltens oder der Extraktion symptomfreier Weisheitszähne, die jedoch beide aus inhaltlichen Gründen ausgeschlossen werden mussten.<sup>83, 91</sup>

Ein mittels Handrecherche ergänzter Artikel<sup>17</sup>, in dem auf die ökonomischen Folgewirkungen unterschiedlicher Behandlungsqualitäten in Facharzt- und Allgemeinzahnarztpraxen verwiesen wird, wurde in die verwendete Literatur aufgenommen.

Alternativ wurde versucht, mittels vorliegender Kostendaten und einer ergänzenden Expertenbefragung die direkten Kosten von WKB in Deutschland aus Sicht der Sozialversicherung darzustellen.

### 5.4.2 Ergebnisse

#### 5.4.2.1 Leistungsumfang im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung

Der Umfang der Leistungen im Rahmen der GKV wird in Deutschland vom Gemeinsamen Bundesausschuss definiert, der mit dem 1. Januar 2004 die Rechtsnachfolge des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen angetreten hat. Der Bundesausschuss hat unter anderem die Aufgabe zu konkretisieren, welche Leistungen ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich sind. Die ausgearbeiteten Richtlinien haben normativen Charakter und gelten für alle Versicherten in der GKV.

Für die endodontische Versorgung relevant sind die seit 1. Januar 2004 in neuer Fassung geltenden Behandlungsrichtlinien (Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche vertragszahnärztliche Versorgung<sup>25</sup>).

Die Richtlinien legen prinzipiell fest, dass jeder erhaltungsfähige und -würdige Zahn bewahrt werden soll. Sowohl für die WKB und die Revision der WKB als auch für die WSR werden für Molaren seit 2004 gesondert drei Kriterien genannt, bei deren Erfüllung die Behandlung als „in der Regel angezeigt“ bezeichnet wird:

- Wenn eine geschlossene Zahnreihe erhalten werden kann.
- Wenn eine einseitige Freundsituation vermieden werden kann.
- Wenn der Erhalt von funktionstüchtigem Zahnersatz möglich wird.

Für alle endodontischen Maßnahmen wird festgelegt, dass die „Aufbereikbaarheit und Möglichkeit der Füllung des Wurzelkanals bis bzw. bis nahe an die Wurzelspitze“ gegeben sein muss und dass medikamentöse Einlagen „auf drei Sitzungen beschränkt“<sup>7</sup> sind. Bei „pulpentoten Zähnen mit im Röntgenbild diagnostizierter pathologischer Veränderung an der Wurzelspitze“ ist kritisch zwischen konventioneller und chirurgischer Behandlung abzuwägen. Die konventionelle Revision einer WKB wird nur unter bestimmten Bedingungen empfohlen, ansonsten werden chirurgisch-endodontische Maßnahmen als das Mittel der Wahl bezeichnet. Die Extraktion eines Zahns soll dann vorgenommen werden, wenn der Zahn nach den Kriterien in diesen Richtlinien „nicht erhaltungsfähig ist“.<sup>25</sup>

In den bis 2003 gültigen Richtlinien war die Erhaltungsfähigkeit bzw. -würdigkeit eines Zahns nicht konkretisiert. Die jetzt gültigen Bestimmungen scheinen engere Grenzen für Leistungen im Rahmen der vertragszahnärztlichen Behandlung zu ziehen. Dazu muss allerdings festgehalten werden, dass die oben angeführten Definitionen weiterhin einen Ermessensspielraum offen lassen.

In Fall einer Extraktion ist unter Umständen ein Zahnersatz erforderlich, wobei die ebenfalls seit Januar 2004 in neuer Fassung geltenden „Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche vertragszahnärztliche Versorgung mit Zahnersatz und Zahnkronen“<sup>25</sup> einen Zahnersatz dann als angezeigt bezeichnen, wenn einer oder mehrere Zähne fehlen und wenn „dadurch die Funktionstüchtigkeit des Kauorgans beeinträchtigt ist oder beeinträchtigt zu werden droht, z.B. durch Zahnwanderung oder -kipfung“.

Für die Versorgung mit Zahnersatz hat der Bundestag am 1. Oktober 2004 eine neue Regelung beschlossen: Ab 1. Juli 2005 müssen Arbeitnehmer bis zu 0,9 % ihres Einkommens mehr in die gesetzliche Krankenkasse einzahlen (davon knapp die Hälfte für Zahnersatz und der Rest für Krankengeld). Außerdem gilt ab 2005 eine neue Regelung bei der Bezuschussung durch die Krankenkasse: Das jetzige System der prozentualen Zuschüsse wird durch ein System befundorientierter Festzuschüsse ersetzt. Die Versicherten erhalten damit künftig einen festgelegten Beitrag, abhängig vom gestellten Befund, jedoch unabhängig von der tatsächlich gewählten Versorgung.

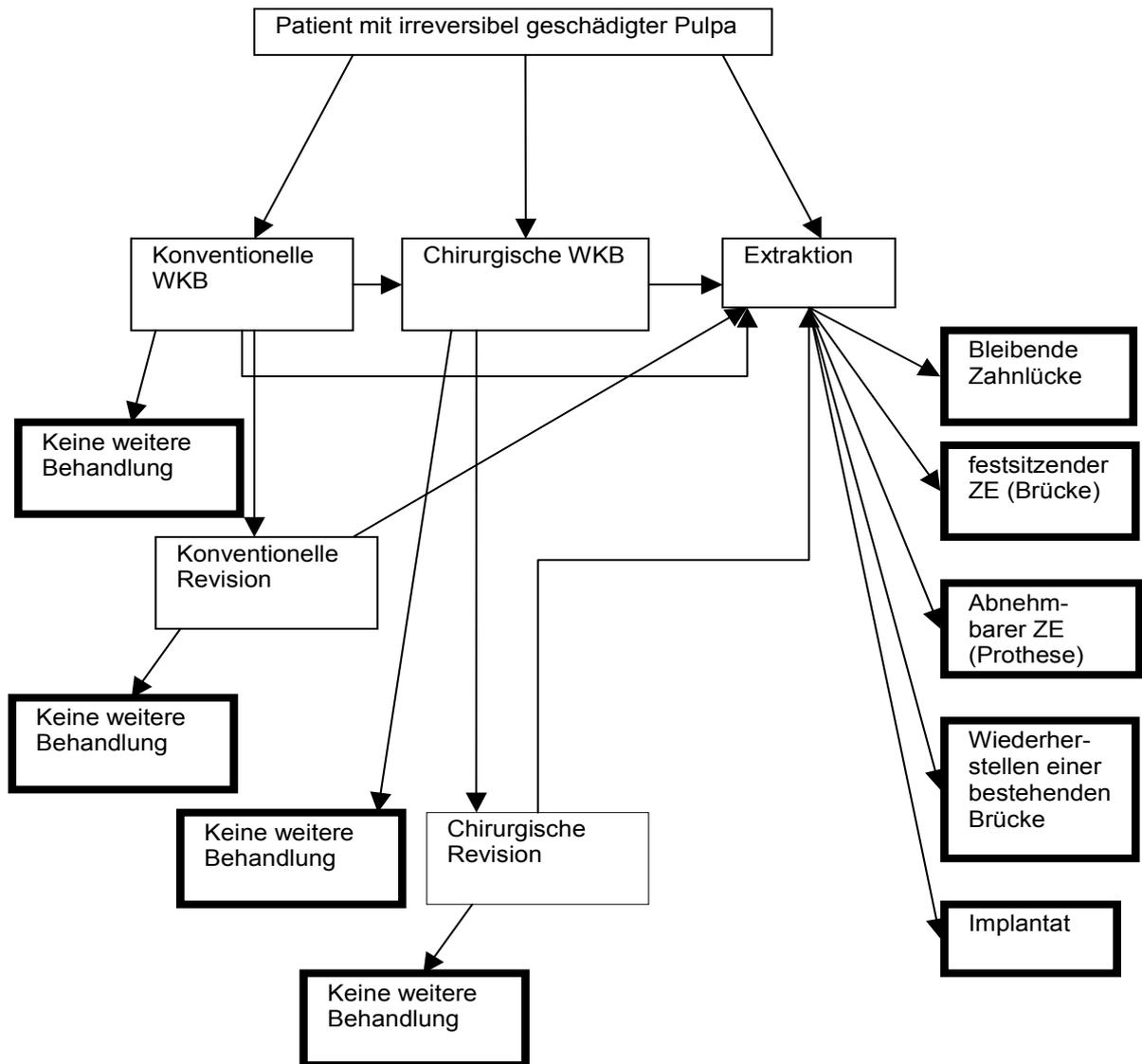
#### **5.4.2.2 Direkte Kosten der Wurzelkanalbehandlung aus Sicht der gesetzlichen Krankenversicherung**

Zur Abschätzung der Kosten einer WKB sowie von Alternativ- und Folgebehandlungen wurde anhand der erwähnten Richtlinien und unter Zuziehung eines medizinischen Experten eine Übersicht über verschiedene Behandlungsabläufe erstellt, aus der einzelne Behandlungspfade ersichtlich sind.

Bei Patienten mit irreversibel geschädigter Pulpa gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten der Behandlung: Eine konventionelle WKB, eine chirurgische WKB oder die Extraktion des betroffenen Zahns.

Die konventionelle WKB wird im Rahmen der koronalen Restauration (vgl. Abschnitt „Qualitätsleitlinien und -kriterien zum Ablauf der Behandlung“) entweder mit einer Füllung oder gegebenenfalls mit einer Krone abgeschlossen. Treten beim Patienten in weiterer Folge keine Beschwerden auf, folgt keine weitere Behandlung. Bei später auftretenden Problemen kann der Zahn einer konventionellen Revision oder einer chirurgischen WKB (z.B. WSR) unterzogen werden oder er wird extrahiert. Zu einer Extraktion kommt es möglicherweise auch in letzter Folge nach einer konventionellen Revision.

Abbildung 2: Darstellung von Behandlungsverläufen beim Ausgangsbefund „irreversibel geschädigte Pulpa“.



WKB = Wurzelkanalbehandlung. ZE = Zahnersatz.

Kommt es nach einer chirurgischen Behandlung zu Beschwerden, kann der Zahn wiederum entweder einer chirurgischen Revision (auch als „Resurgery“ bezeichnet) unterzogen oder extrahiert werden. Nach einer chirurgischen Revision kann im Zeitablauf bei auftretenden Problemen letztlich der Zahn extrahiert werden.

Nach einer Zahnextraktion kommen prinzipiell eine Brücke (wenn nur ein Zahn fehlt) oder eine Prothese (wenn mehrere Zähne fehlen) zum Einsatz. Die „bleibende Zahnlücke“ kommt auch im Rahmen der Kassenbehandlung aus medizinischen Gründen gewöhnlich nicht in Frage (mündliche Auskunft der AOK Niedersachsen). Die in Tabelle 12 angeführten Kosten für Zahnersatz werden von der Krankenkasse aller-

dings nur zu einem bestimmten Prozentsatz getragen (65 % bei regelmäßiger zahnärztlicher Kontrolle, ansonsten 50 %, 100 % bei Härtefällen). Ab 2005 wird dieses System von einem System befundorientierter Zuschüsse abgelöst (vgl. „Leistungsumfang im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung“).

Die den deutschen Krankenkassen entstehenden Kosten können unter Heranziehung des „Bewertungsmaßstabs zahnärztlicher Leistungen“ (BEMA) und unter Zugrundelegung des aktuellen Punktwerts für die einzelnen Behandlungsschritte in Tabelle 12 geschätzt werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass es für die Behandlung keine pauschale Bezahlung gibt sowie die Anzahl und Art der im Einzelnen notwendigen Arbeitsschritte stark von der individuellen Patientensituation abhängen. Aus diesem Grund werden hier nur beispielhaft Berechnungen (vgl. Tabelle 12) angegeben.

**Tabelle 12: Beispielrechnungen für die der Sozialversicherung anfallenden Kosten bei einzelnen Behandlungsschritten.**

Behandlung	Kosten
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung, Beispiel: Zahn 36 (dreiwurzelig): Sensibilitätsprüfung, Leitungsanästhesie, eventuell Kofferdamisolierung, Trepanation (Zahneröffnung), Wurzelkanalaufbereitung, medikamentöse Einlage, Wurzelkanalfüllung, Röntgen.	€ 212,35 Mit Kofferdamisolierung: € 220,84 Füllung: € 27,18 (einflächige Füllung) bis € 49,27 (mehr als dreiflächige Füllung: Hier wird zusätzlich meist auch ein Zahnersatz notwendig.)
Wurzelspitzenresektion, Beispiel: Zahn 36 (dreiwurzelig): Leitungsanästhesie plus eventuell Infiltrationsanästhesie, Wurzelspitzenresektion, Nachbehandlung, Röntgen.	€ 208,95 Mit Infiltrationsanästhesie: € 215,75
Extraktion, Beispiel: Zahn 36 (dreiwurzelig): Leitungsanästhesie plus eventuell Infiltrationsanästhesie, Extraktion mehrwurzeliger Zahn, Nachbehandlung.	€ 39,92 Mit Infiltrationsanästhesie: € 46,72
Brücke, Beispiel: Zahn 14-16: Provisorium, Kronenversorgung mit und ohne Verblendung, Brücke, eventuell Beseitigung grober Artikulations- und Okklusionsstörungen, eventuell Stiftaufbau	€ 310,03 bis € 482,46 zuzüglich Labor- und Materialkosten. Geschätzte Kosten für die Krankenkasse bei einer Kostenübernahme von 50 %, inkl. Labor- und Materialkosten, ohne Stiftaufbau: ~ € 400.

Der herangezogene Punktwert (0,8494) entspricht dem aktuellen Punktwert der AOK aus dem Quartal 2 / 2004.  
Quelle: KZBV (BEMA)<sup>27</sup>, Auskunft der Fachabteilung der AOK Niedersachsen, ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

### 5.4.3 Diskussion

Die Kosten, die für die Sozialversicherung bei verschiedenen Behandlungsverläufen anfallen, können nur grob geschätzt werden, da die Behandlungssituation und damit die notwendigen Behandlungsschritte von Patient zu Patient sehr unterschiedlich ausfallen können. Ein einfacher Kostenvergleich zwischen „Zahnerhaltung“ und „Zahnverlust“ lässt sich also nicht anstellen. Mit Sicherheit kann gesagt werden, dass eine Extraktion mit bleibender Zahnlücke für die Krankenkasse mit niedrigeren Aufwendungen verbunden ist als eine konventionelle WKB inklusive einer für den Erfolg äußerst wichtigen endgültigen koronalen Restauration (vgl. dazu „Signifikante Einflussfaktoren auf den Erfolg der konventionellen Wurzelkanalbehandlung“). Im Fall eines nachfolgenden Zahnersatzes kann die Extraktion jedoch insgesamt teurer sein.

Bei der konventionellen und chirurgischen WKB muss aber auch bedacht werden, dass es immer noch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (vgl. die „Medizinische Bewertung“) zu einer Extraktion oder, im Fall der konventionellen WKB, zu einer chirurgischen Nachbehandlung kommen kann und damit zu entsprechend höheren Gesamtkosten im Verlauf der Patientenkarriere. Allerdings kann auch eine bleibende Zahnlücke mit Kosten direkter oder indirekter Art verbunden sein: Wie im Punkt „Endodontaologie – Wurzelkanalbehandlung“ bereits ausgeführt, kann es in Form von Zahnwanderungen oder -verlust zu Folgewirkungen für das ganze Gebiss kommen. Gleichzeitig bedeutet eine Zahnlücke in der Regel eine ästhetische Einbuße für den Patienten. Auch Sprach- und Sprechweise können beeinflusst werden.

Auffällig ist, dass mehrere Studien<sup>23, 48, 40</sup> in Deutschland eine im Vergleich zu anderen Ländern schlechtere Qualität bei WKB vermuten. Hülsmann<sup>23</sup> stellt in seiner Literaturübersichtsarbeit einen auffallenden

Widerspruch zwischen den in der Literatur angegebenen Erfolgsquoten und der Häufigkeit von periapikalen Veränderungen an wurzelkanalbehandelten Zähnen (die er mit bis zu 60 % angibt) fest. In den deutschen Studien zeige sich dieser Widerspruch nach Hülsmann<sup>23</sup> besonders deutlich. Als Ursachen vermutet er neben Unzulänglichkeiten in der Ausbildung auch eine inadäquate Honorierung. In der Studie von Weiger et al.<sup>48</sup> waren 61 % der wurzelkanalgefüllten Zähne mit einer PL assoziiert. Für Schweden, Norwegen, die Schweiz und die Niederlande geben die Autoren Werte zwischen 25 und 39 % an (anhand der Ergebnisse von sechs untersuchten Studien). Neben möglichen Unterschiedlichkeiten in den untersuchten Patientengruppen vermuten sie als Ursache einen unzureichenden Ausbildungsstand bei manchen Zahnärzten.<sup>48</sup> In einer weiteren deutschen Studie von Rocke et al.<sup>73</sup> hatten hingegen nur 15,7 % der behandelten Zähne eine PL. Dieser Wert ist aber im internationalen Vergleich nicht auffällig bzw. eher niedrig.<sup>73</sup>

Sinha 1993<sup>40</sup> untersucht in einer Studie des Bundesverbands der BKK unter anderem die durchschnittliche Extraktionsrate von wurzelbehandelten Zähnen pro Zahnarzt und stellt fest, dass bei knapp 30 % der Zahnärzte höchstens die Hälfte der durchschnittlichen Extraktionsrate im Zwei-Jahres-Zeitraum auftritt, bei zehn % der Zahnärzte jedoch mindestens doppelt so viele wurzelbehandelte Zähne wie durchschnittlich im Zwei-Jahres-Zeitraum extrahiert werden. Dies weist auf qualitative Behandlungsdefizite bei dieser Gruppe hin. Bei der Analyse der Effektivität der WKB konnte jedoch kein auffälliger Unterschied beim Behandlungserfolg zwischen den in Deutschland und in anderen Ländern durchgeführten WKB festgestellt werden (vgl. „Erfolgraten von Wurzelkanalbehandlungen an Molaren“).

Figdor<sup>17</sup> geht in einem Geleitwort auf die Problematik von unterschiedlichen Erfolgsraten in allgemein-zahnärztlichen und spezialisierten Praxen im angloamerikanischen Raum ein und gibt zu bedenken, dass eine erhöhte Misserfolgsrate auch ökonomische Auswirkungen hat (Kosten für die fehlgeschlagenen Behandlungen). Diese Meinung bestätigen Lazarski et al.<sup>68</sup> und Rocke et al.<sup>73</sup>. Bei Lazarski und seinen Mitautoren ist die kumulierte Erfolgsrate in einer endodontischen Spezialpraxis mit 90,6 % identisch mit der einer normalen Zahnarztpraxis, obwohl in ersterer die schwieriger zu behandelnden Molaren deutlich überwiegen. In der Untersuchung von Rocke et al. aus dem Jahr 1997 wurden die für alle WKB, die von einem Endontologen in einer Fachabteilung durchgeführt wurden - auch bei schlechteren Ausgangsbefunden - durchwegs höhere Erfolgsraten wenngleich auch nicht in signifikantem Ausmaß registriert.<sup>73</sup> Die Verfasser vermuten, dass Spezialisierung und ökonomische Bedingungen, unter denen gearbeitet wird, eine positive Wirkung auf den Erfolg haben. Weitere Evidenz für diese Aussage konnte jedoch nicht gefunden werden. In den drei anderen Studien, in denen die Rolle des Behandlers untersucht wurde, erwies sich der Einfluss als nicht signifikant.

Ein möglicher negativer Einfluss auf die Qualität von WKB in Deutschland kann, wie Prof. Hülsmann vermutet, eine unzureichende Honorierung von WKB im Rahmen der Krankenkassenbehandlung sein. Diese Tatsache wird auch in einem Bericht zur „Bedarfsermittlung für prothetische Leistungen in der Zahnheilkunde bis zum Jahr 2020“ (Schröder<sup>38</sup>) als ein wichtiger Faktor beispielsweise bei der Entscheidung des Behandlers zwischen Zahnextraktion oder Zahnerhaltung genannt. Auch das Gutachten des Sachverständigenrats zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen<sup>21</sup> bezeichnet endodontische Eingriffe als „unter GKV-Bedingungen ungünstig vergütet“. Die private Honorierung anhand der GOZ<sup>10</sup> würde „besser abschneiden“, jedoch nur für rund zehn % der Patienten relevant sein. Ein weiteres Indiz für eine vermutete zu geringe Vergütung von endodontischen Behandlungen bietet die Studie von Rocke et al. in der darauf hingewiesen wird, dass jede durchgeführte WKB von den Patienten privat bezahlt wurde, obwohl alle über eine aufrechte gesetzliche oder private Versicherung verfügten.<sup>73</sup>

Die GOZ<sup>10</sup> verfügt ebenso wie der BEMA<sup>24, 27</sup> über ein Punktesystem (zur Ermittlung des Preises wird eine Punkte-Anzahl mit einem festgesetzten Punktwert multipliziert). Der so ermittelte Gebührensatz kann jedoch auf einen bis zu 2,3-fachen oder - abhängig von „der Schwierigkeit und dem Zeitaufwand der einzelnen Leistung sowie der Umstände bei der Ausführung“<sup>10</sup> - 3,5-fachen Betrag erhöht werden. Ein Vergleich zwischen GOZ und BEMA zeigt, dass die BEMA-Gebühr bei vielen Positionen in etwa beim „2,3-fachen“ Gebührensatz der GOZ liegt. Für die Aufbereitung eines Wurzelkanals allerdings werden laut BEMA rund € 24 gezahlt, nach der GOZ gerundet € 36,- beim 2,3-fachen und € 55,- beim 3,5-fachen Wert. Auch die medikamentöse Einlage ist in der GOZ mit einem 2,3-fachen Wert etwas höher angesetzt als nach dem BEMA. Zusätzlich können nach GOZ die Leistungspositionen „Elektrometrische Längenbestimmung eines

Wurzelkanals“ und „Zusätzliche Anwendung elektrophysikalisch-chemischer Methoden“ extra verrechnet werden.

Generell scheinen die für die WKB aufgewendete Zeit und Sorgfalt wichtige Einflussfaktoren auf ihren dauerhaften Erfolg zu haben. Ein mögliches Einsparpotenzial haben in diesem Zusammenhang Weiger et al.<sup>77</sup> entdeckt, die feststellten, dass es keine signifikanten Effektivitätsunterschiede bei der konventionellen WKB an Zähnen mit Pulpanekrose und PL in einer oder in zwei Sitzungen gibt. Sie empfehlen daher aus ökonomischen Gründen die Behandlung in einer Sitzung vorzuziehen.<sup>77</sup>

## 5.5 Ethische Bewertung / Soziale Aspekte

Für eine Beurteilung der ethischen Komponente der Fragestellung konnten im Suchzeitraum von 1999 bis 2004 - trotz der in der „Methodik“ im Abschnitt „Suchstrategie und Datenquellen“ erwähnten zusätzlichen Handrecherche sowie der Rücksprache mit anerkannten Endodontologen in Deutschland, Großbritannien, Kanada, USA und Österreich - keine relevanten Studien, die sich mit dem Thema WKB beschäftigen, identifiziert werden. Die einzige gefundene Studie „Efficacy of preformed metal crowns vs. amalgam restorations in primary molars: a systematic review“ von Randall et al.<sup>97</sup> behandelte nur verschiedene Methoden zum Wiederaufbau der Zahnkrone und musste daher ausgeschlossen werden.

Zur ethischen Thematik können daher kaum fundierte Aussagen getroffen werden. Laut herrschender Lehrmeinung stellt aber der Verlust jedes natürlichen Zahns eine Einschränkung der Lebensqualität dar und deshalb zielt die Zahnmedizin nach Möglichkeit zuerst immer auf zahnerhaltende Maßnahmen.<sup>6, 8, 61</sup>

In keiner der analysierten Studien wurde jedoch grundsätzlich das Erfordernis einer WKB bei Vorliegen bestimmter klinischer (Schmerzen, Schwellung usw.), radiologischer (PL) oder histologischer Parameter in Frage gestellt.

## 5.6 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund der in Punkt „Diskussion der Studienqualität und Methodik“ beschriebenen methodischen Schwächen der recherchierten Arbeiten und des Mangels an ökonomischen Studien sind verbindliche Aussagen zur Langzeitwirksamkeit (Effektivität) der WKB an Molaren und deren ökonomischer Effizienz nur bedingt möglich.

Die Literatursynthese ergab, dass Molaren aufgrund der größeren Anzahl von Wurzeln etwas schwieriger endodontisch zu behandeln sind als einwurzelige Zähne. Dennoch wurden in einigen Untersuchungen auch unter Normalbedingungen (d.h. keine Selektion der Patienten, Behandlung durch nicht spezialisierten Zahnarzt) langfristige Erfolgsraten der WKB an Molaren von teilweise über 90 % - und damit auf dem Niveau von WKB an anderen Zahntypen - erreicht. Insbesondere konventionelle WKB an Molaren sind daher eine effektive Methode zur Behandlung von endodontisch erkrankten Zähnen, wobei ein wichtiger limitierender Faktor für den Erfolg eine nekrotische Pulpa, speziell in Verbindung mit einer präoperativ bestehenden, PL ist. Mit zunehmender Größe der PL geht die Erfolgswahrscheinlichkeit einer WKB in signifikantem Ausmaß zurück. Die Voraussetzung für einen dauerhaften Erfolg ist in einer sorgfältigen Abwägung des Ausgangsbefunds unter Abschätzung der Behandlungsalternativen und der Durchführung der Behandlung unter der Einhaltung bestimmter Standards wie der Füllung der Wurzel von 0 bis 2 mm innerhalb der radiografisch erkennbaren Wurzelspitze und die Verwendung eines Kofferdams begründet.

Verschiedene deutsche Autoren (u.a. Hülsmann<sup>23</sup>) bringen die von ihnen vermutete mangelnde Qualität bzw. geringe Erfolgsrate von WKB in Deutschland mit der in ihren Augen zu niedrigen Honorierung in Zusammenhang. Die medizinische Bewertung ergab jedoch keine signifikanten Unterschiede in der Prognose zwischen in Deutschland und in anderen Ländern durchgeführten WKB. Darüber hinaus hat sich in Deutschland in den letzten Jahren ebenso wie in anderen Ländern die Qualität des Behandlungsprozesses durch den technischen Fortschritt (standardisierte Methoden, Füllmaterialien, Ultraschalltechnik) verbessert. Im Vergleich zur oft zitierten BKK-Studie<sup>40</sup> von 1992, die Erfolgsraten von ca. 71 % bei einer Nachverfolgung von sechs Jahren zeigte, wiesen die Untersuchungen von Rocke et al.<sup>73</sup> von 1997 (92,7 % nach fünf Jahren) und von Dammaschke et al.<sup>60</sup> von 2003 (rund 90 % nach zehn Jahren) deutlich höhere Überlebensraten für konventionell wurzelkanalbehandelte Molaren aus. Die Prozessqualität kann durch eine sorgfältige und standardisierte Behandlungsweise sicher noch perfektioniert werden.

Es wurde auch keine hinreichende Evidenz für eine Einschränkung der Durchführung von WKB nur in endodontischen Spezialpraxen oder -kliniken gefunden, da der Behandler - sofern sorgfältig und unter Einhaltung aller Standards gearbeitet wird - kaum Einfluss auf das Ergebnis hat. Ein wichtiger Aspekt scheint jedoch der Zeitfaktor zu sein, da sowohl deutsch- als auch englischsprachige Autoren der Meinung sind, dass eine ordnungsgemäß durchgeführte WKB zeitaufwändig sei. Es konnte jedoch keine Literatur zu Normzeiten für die ordnungsgemäße Durchführung einer konventionellen oder chirurgischen WKB unter Berücksichtigung verschiedener Parameter (Primärbehandlung oder komplexe „Resurgery“) identifiziert werden.

Da zur Beantwortung der ökonomischen Fragestellung keine entsprechende Kosten-Wirksamkeitsuntersuchung vorliegt, wurde eine Abschätzung der Kosten zu Lasten der GKV in Deutschland vorgenommen. Für eine konventionelle endodontische Behandlung (WKB) unter Einhaltung der vorgesehenen Leitlinien (Kofferdamisolierung, Messröntgenaufnahme, definitive koronale Restauration, usw.) fallen Kosten von rund € 260 an. Aus der Sicht der GKV ist eine Extraktion immer mit geringeren Kosten verbunden als eine WKB. Unter Berücksichtigung etwaiger Folgewirkungen einer Extraktion bzw. eines Zahnverlusts wie des Bedarfs an einer Dentalprothese sowie aus ethischen Gründen (ästhetische Einbußen, parodontale Folgen) sind jedoch vertragszahnärztliche WKB weiterhin auch für Molaren zu befürworten. Aus Perspektive der GKV soll die Entscheidung für oder gegen eine WKB unter Einhaltung der Bestimmungen bezüglich Erhaltungswürdigkeit in Entsprechung der neuen Behandlungsrichtlinien von 2004 erfolgen.

## 5.7 Schlussfolgerung

Aus methodischer Sicht sollen vor der Durchführung weiterer - durchaus wünschenswerter - prospektiver endodontischer Studien einheitliche Erfolgsmessungsstandards vereinbart werden, um eine bessere systematische Bewertung der Ergebnisse zu ermöglichen. Beispielsweise soll die Beurteilung immer nach klinischen und nach radiologischen Kriterien zu standardisierten Beobachtungspunkten erfolgen. Als Folge ihrer systematischen Übersichtsarbeit schlagen Peterson / Gutman<sup>71</sup> etwa eine Nachverfolgung nach einem, fünf, zehn und 15 Jahren vor. Bei den Ergebnissen soll zwischen Erfolg, unsicherem Erfolg und Misserfolg, wie von der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie<sup>2</sup> empfohlen, unterschieden werden.

Obwohl mehrwurzelige Zähne, d.h. Molaren speziell bei verzweigten, stark gekrümmten Kanälen tendenziell eine etwas schlechtere Prognose als andere Zähne haben, konnte nachgewiesen werden, dass eine **sorgfältig und nach modernen Behandlungsrichtlinien durchgeführte WKB eine angemessene und ökonomisch vertretbare Behandlungsmethode - auch für endodontisch erkrankte Molarzähne - ist**. In einigen Studien konnten für Molaren Erfolgsraten von zum Teil über 90 % bei einer Beobachtungsdauer von zehn Jahren festgestellt werden. Dabei sollte, sofern keine Gründe wie eine große PL dagegen sprechen, die konventionelle WKB die Methode der ersten Wahl in der Primärbehandlung von endodontisch erkrankten Molaren sein.

In vielen Fällen ist auch bei einem Misserfolg der Primärbehandlung durch eine, entweder konventionell oder bei Bedarf chirurgisch-endodontisch vorgenommene, Revision ein dauerhafter Erfolg beschieden. Beim Abwägen der Behandlungsalternativen, im Normalfall der Extraktion, ist zu berücksichtigen, dass - in statistisch signifikantem Ausmaß - revidierte Molaren mit Pulpanekrose und mit assoziierten PL, insbesondere wenn sie überfüllt sind, die geringsten dauerhaften Erfolgsaussichten haben. Wie bei anderen Zahntypen auch sind als primärer negativer Einflussfaktor auf den Erfolg einer WKB an Molaren bestehende PL zu sehen.

Aussagen über die Erfolgsaussichten einer chirurgisch-endodontischen Primärbehandlung können mangels vorliegender vergleichbarer Untersuchungen nicht getroffen werden.

Abschließend soll noch angemerkt werden, dass die Anzahl der prospektiven Studien mit nur zwei - der Torontostudie von Friedman et al.<sup>62</sup> zur konventionellen WKB und der Langzeituntersuchung von Wesson / Gale<sup>78</sup> zu WSR an Molaren - sehr niedrig war.

Vor einer weiteren Diskussion, z.B. zur Angemessenheit der derzeitigen Kassenhonorierung von WKB, sollte daher idealerweise eine prospektiv angelegte Studie

- zum Vergleich von konventionellen und chirurgischen Verfahren (am besten getrennt für erstbehandelte und bereits endodontisch vorbehandelte Zähne),

- unter gleichen Studienbedingungen was Population, Ergebnisbeurteilung und Messpunkte betrifft,
- unter Einbeziehung ökonomischer Parameter (z.B. Feststellen von Normzeiten für die Durchführung einer WKB) sowie
- unter Berücksichtigung der Forderung der WHO nach mundgesundheitsbezogener Lebensqualität,
- im deutschen Gesundheitssystem

durchgeführt werden.

## 6 Anhang

### 6.1 Suchvorgang

Tabelle 13: Auflistung der in die Suche einbezogenen Datenbanken

Kurzname	Bezeichnung der Datenbank
AZ72	GLOBAL Health
BA93	BIOSIS Previews (BIOSIS Prev AB)
CA66	CATFILEplus (CATLINE)
CB85	AMED (Allied and Alternative Medicine)
CCTR93	Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)
CDAR94	NHS-CRD-DARE (Database of Abstracts of Reviews of Effects)
CDSR93	Cochrane Library CDSR (Cochrane Database of Systematic Reviews)
CL80	CancerLit
CV72	CAB Abstracts
DAHTA	DAHTA-Datenbank (Deutsche Agentur für Health Technology Assessment)
EA08	EMBASE Alert
EB94	Elsevier BIOBASE
ED93	ETHMED (Ethik in der Medizin)
EM90	EMBASE (Excerpta Medica Database)
GE79	GeroLit (Gerontologische Literatur)
HN69	HECLINET (Health Care Literature Information Network)
HT83	IHTA (Int. Health Technology Assessment)
IA70	IPA (International Pharmaceutical Abstracts)
INAHTA	NHS CRD-HTA (Int. Network of Agencies for Health Technology Assessment)
IS90	SciSearch (Science Citation Index)
ME0A	MEDLINE ALERT
ME90	MEDLINE
SM78	SOMED (Sozialmedizin)

Tabelle 14: Suchformulierung in DIMDI-Superbase.

Nr.	Treffer	Suchformulierung
1		Datenbankselektion (vgl. Tabelle 13)
2	89.066	((((CT D "endodonti"? OR UT="endodonti"? OR IT="endodonti"? OR SH="endodonti"?)) OR (CT D "pulpotom"? OR UT="pulpotom"? OR IT="pulpotom"? OR SH="pulpotom"?)) OR (CT D "molar"? OR UT="molar"? OR IT="molar"? OR SH="molar"?)) OR (CT D "root canal"? OR UT="root canal"? OR IT="root canal"? OR SH="root canal"?)) OR (CT D "root treat"? OR UT="root treat"? OR IT="root treat"? OR SH="root treat"?)) OR (CT D "apicoectom"? OR UT="apicoectom"? OR IT="apicoectom"? OR SH="apicoectom"?))
3	144.279	(((FT=endodonti? OR FT=pulpotom?) OR FT=molar?) OR FT=root canal?) OR FT=root treat?) OR FT=apicoectom?
4	142.658	(((FT=zahnwurzel? OR FT=wurzelkanal?) OR FT=molar?) OR FT=pulpotom?) OR FT=endodonti?
5	16.963	((((CTG D "zahnwurzel"? OR UTG="zahnwurzel"? OR ITG="zahnwurzel"? OR SHG="zahnwurzel"?)) OR (CTG D "wurzelkanal"? OR UTG="wurzelkanal"? OR ITG="wurzelkanal"? OR SHG="wurzelkanal"?)) OR (CTG D "molar"? OR UTG="molar"? OR ITG="molar"? OR SHG="molar"?)) OR (CTG D "pulpotom"? OR UTG="pulpotom"? OR ITG="pulpotom"? OR SHG="pulpotom"?)) OR (CTG D "endodonti"? OR UTG="endodonti"? OR ITG="endodonti"? OR SHG="endodonti"?))
6	185	FT=ROOT RESECTION? OR FT=WURZELBEHANDLUNG?

Nr.	Treffer	Suchformulierung
7	210.287	2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6
8	4.775.541	((FT=evaluation? OR FT=methode?) OR FT=material?) OR FT=###lmaterial?
9	1.983.478	(((((CTG D "evaluation"? OR UTG="evaluation"? OR ITG="evaluation"? OR SHG="evaluation"?)) OR (CTG D "methode"? OR UTG="methode"? OR ITG="methode"? OR SHG="methode"?)) OR (CTG D "material"? OR UTG="material"? OR ITG="material"? OR SHG="material"?)) OR (CTG D "f"###lmaterial"? OR UTG="f"###lmaterial"? OR ITG="f"###lmaterial"? OR SHG="f"###lmaterial"?)
10	11.249.892	(FT=evaluation? OR FT=evidence?) OR FT=method?
11	4.355.086	((((CT D "evaluation"? OR UT="evaluation"? OR IT="evaluation"? OR SH="evaluation"?)) OR (CT D "evidence"? OR UT="evidence"? OR IT="evidence"? OR SH="evidence"?)) OR (CT D "method"? OR UT="method"? OR IT="method"? OR SH="method"?)
12	13.935.142	8 OR 9 OR 10 OR 11
13	5.042.118	((CT D "THERAP"? OR UT="THERAP"? OR IT="THERAP"? OR SH="THERAP"?)) OR (CT D "TREATMENT"? OR UT="TREATMENT"? OR IT="TREATMENT"? OR SH="TREATMENT"?)
14	9.161.471	(FT=?THERAP? OR FT=?TREATMENT?) OR FT=?BEHANDLUNG?
15	2.501.998	((CTG D "THERAP"? OR UTG="THERAP"? OR ITG="THERAP"? OR SHG="THERAP"?)) OR (CTG D "BEHANDLUNG"? OR UTG="BEHANDLUNG"? OR ITG="BEHANDLUNG"? OR SHG="BEHANDLUNG"?)
16	2.774.656	((FT=COMPLICATION? OR FT=SIDE EFFECT?) OR (FT=KOMPLIKATION? OR FT=NEBENWIRKUNG? OR FT=ERFOLG?))
17	11.956.282	(CT DOWN COMPLICATION? OR CT DOWN SIDE EFFECT?)
18	5.030	((CTG DOWN KOMPLIKATION, POSTOPERATIVE OR CTG DOWN NEBENWIRKUNG?) OR CTG DOWN ERFOLG?)
19	11.915.223	13 OR 14 OR 15 OR 16 OR 17 OR 18
20	40.200	7 AND 12 AND 19
21	13.124	20 AND PY>=1999 AND LA=(ENGLISH; GERMAN) AND (PPS=HUMAN)
22	3.599.668	(((((FT=Review? OR (CT D "review"? OR UT="review"? OR IT="review"? OR SH="review"?)) OR FT=###bersichtsarbeit?) OR (CTG D ###bersichtsarbeit"? OR UTG=###bersichtsarbeit"? OR ITG=###bersichtsarbeit"? OR SHG=###bersichtsarbeit"?)) OR FT=meta analys?) OR FT=metaanalys?) OR (CT D "metaanalys"? OR UT="metaanalys"? OR IT="metaanalys"? OR SH="metaanalys"?)
23	4.153	((FT=HTA OR (CT D "HTA" OR UT="HTA" OR IT="HTA" OR SH="HTA")) OR FT=MTA OR (CT D "MTA" OR UT="MTA" OR IT="MTA" OR SH="MTA"?)
24	1.122.222	(FT=ECONOM? OR FT=###KONOMI?)
25	631.845	CT DOWN ECONOM? OR CTG DOWN ###KONOMI?
26	279.399	((FT=COST? OR FT=KOSTEN?) AND ANALYS?)
27	180.545	(CT DOWN COST? AND CT DOWN ANALYS?)
28	1.050.070	(FT=EFFECTIVENESS?) OR (CT DOWN EFFECTIVENESS?)
29	34.128	FT=KOSTEN? NUTZEN? ANALYS?. OR FT=KOSTENWIRKSAMKEIT
30	97.221	FT=COST? ? BENEFIT?.
31	2.462	(FT=COST? UTILIT?) AND (FT=STUD? OR FT=TRIAL?)
32	16.767	FT=WIRKSAMKEIT OR CT=EFFE%TIVIT##T? OR FT=EFFE%TIVIT##T?
33	2.334.223	24 OR 25 OR 26 OR 27 OR 28 OR 29 OR 30 OR 31 OR 32
34	1.763	21 AND 33
35	1.599	check duplicates: unique in s=34
44	1.300	35 AND (STUD? OR TRIAL? OR VERSUCH?)
45	1.228	35 AND CT DOWN STUD?
46	450.610	CT DOWN TRIAL?

Nr.	Treffer	Suchformulierung
47	213	35 AND 46
48	67	35 AND CTG DOWN VERSUCH?
49	1.491	44 OR 45 OR 47 OR 48
50	9	49 AND (RCT OR CT DOWN RCT)
51	2	49 AND (CCT OR CT DOWN CCT)
52	278	49 AND (RANDOMISIERTE ? AND (TRIAL? OR STUD?) .)
53	20	49 AND (RANDOMISIERTE ? ? AND (VERSUCH? OR STUD?))
54	441	49 AND (KONTROLLIERTE ? AND (TRIAL? OR STUD?))
55	22	49 AND (KONTROLLIERTE ? ? AND (VERSUCH? OR STUD?))
56	461	50 TO 55
58	309	35 AND 22
59	4	35 AND 23
60	686	56 OR 58 OR 59

Tabelle 15: Suchformulierung in Cochrane Bibliothek

Nr.	Treffer	Suchformulierung
1	2.595	(endodont* or pulpotom* or molar* or (root next canal*) or (root next treatment) or (root next therapy) or (root next therapies) or apicoectom*)
2	250	ENDODONTICS explode tree 1 (MeSH)
3	1.023	(dental* and (fill* or material))
4	3.269	(#1 or #2 or #3)
5	2.604	(#1 or #2)
6	784	(#5 and (material* or fill* or restor*))
7	1.449	(#6 or #3)

Die 1.449 identifizierten Dokumente verteilen sich auf die Teildatenbanken der Cochrane Bibliothek wie folgt:

Ergebnisse	Name der Datenbank
75	The Cochrane Database of Systematic Reviews
23	Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE)
1.319	The Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)
3	The Cochrane Database of Methodology Reviews
2	The Cochrane Methodology Register (CMR)
10	About the Cochrane Collaboration
5	Health technology assessment database (INAHTA-Datenbank, HTA)
12	NHS Economic evaluation database (NHS EED)

## 6.2 Übersicht über bewertete Studien

Tabelle 16: Systematische Übersichtsarbeiten (3 Studien).

Kojima et al.: <b>Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis.</b> <sup>67</sup>
<b>Fragestellung</b>
Inwieweit beeinflussen der Pulpastatus (vital oder devital), die Arbeitslänge (Über- oder Unterfüllung) und der periapikale Befund (periapikale Läsion oder keine periapikale Läsion) den Erfolg bzw. die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung?
<b>Ein- bzw. Ausschlusskriterien für die Primärstudien, Datenbanken</b>
Einschluss: Studien über konventionelle Wurzelkanalbehandlung (unter Verwendung eines Kofferdams und unter sterilen Verhältnissen). Daten zum Alter der Patienten. Daten zu mehr als 50 Zähnen. Daten zum Pulpastatus, Arbeitslänge (apikales Limit), periapikaler Status. Die Erfolgs- bzw. Misserfolgskriterien sind exakt definiert und beschrieben. Datenbanken: MEDLINE, Japan Centra Revuo Medicina und Handsuche.
<b>Länder / Umfeld</b>
Keine Angaben.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Systematische Literaturübersichtsarbeit mit anschließender Metaanalyse; Mantel-Haenzer-Technik. Beobachtungszeitraum: Von 0,5 Jahren bis 17 Jahren (eine Studie), keine Angabe bei 4 Studien.
<b>Anzahl eingeschlossener Primärstudien, Jahreszahlen</b>
Anzahl: 26 Primärstudien. Publikation der Primärstudien: zwischen 1956 und 1995.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: Kinder (ab 10 Jahren), Frauen, Männer, Keine Angabe zur Anzahl. Altersgruppe: Zwischen 10 und 82 Jahren. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn, Zahnwurzel (Pulpa).
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Keine Aufschlüsselung nach Zahntypus. Anzahl Zähne / Wurzeln: Keine Angabe.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne mit irreversible Pulpitis mit vitaler Pulpa oder devitaler Pulpa, mit oder ohne periradikuläre Pulpitis.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinische und radiologische Kontrolluntersuchung.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Beurteilung der Wurzelfüllungslänge: Exakte Füllung (bis 2 mm innerhalb des Apex) oder Über- bzw. Unterfüllung. Beurteilung des Erfolgs : * Zahn ist klinisch symptomfrei. * Radiologisch normaler, unveränderter Parodontalspalt oder eine vorher existierende periradikuläre Läsion ist ausgeheilt oder hat sich nachweislich verkleinert.
<b>Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Wichtiger (statistisch signifikanter) Einfluss: Präoperativer Pulpastatus (vitale Pulpa versus devitale Pulpa). Indifferent, aber nach Autoren hoher Einfluss: Vitalität der Pulpa, korrekte Länge der Wurzelfüllung und das Fehlen einer periradikulären Läsion. Kein signifikanter Einfluss: Patientenalter.
<b>Erfolgsraten</b>
Kumulierte Erfolgsraten nach Mantel-Haenzer-Technik, 95% Konfidenzintervall). 82,8 ± 1,19 % für Zähne mit vitaler Pulpa; 78,9 ± 1,05 % für Zähne mit devitaler Pulpa (Unterschied ist statistisch signifikant, kumulative OR 1,18). 70,8 ± 1,44 % bei überfüllten Wurzelkanälen; 86,5 ± 0,88 % bei exakt gefüllten Kanälen; 85,5 ± 0,98 % bei unterfüllten Kanälen (Unterschiede sind statistisch signifikant, kumulative OR 2,32 bzw. 1,12). 82,0 ± 1,24 % bei Zähnen ohne periapikale Läsion; 71,5 ± 1,60 % bei Zähnen mit periapikaler Läsion (Unterschied ist statistisch signifikant, kumulative OR 2,79).
<b>Komplikation(en)</b>
Überfüllungen und Unterfüllungen der Wurzeln; keine Angaben zur Häufigkeit des Auftretens.
<b>Verweildauer</b>
Keine Angabe.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 16

<b>Basmadjian-Charles et al.: Factors influencing the long-term results of endodontic treatment. A review of the literature.</b> <sup>53</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welche Faktoren beeinflussen die Erfolgsaussichten einer Wurzelkanalbehandlung, wenn der Fokus auf der Methodik der Vergleichbarkeit von Wurzelkanalbehandlungsstudien liegt?
<b>Ein- bzw. Ausschlusskriterien für die Primärstudien, Datenbanken</b>
Datenbank: MEDLINE, es wurden insgesamt 80 Studien gefunden (51 über MEDLINE, 29 durch Referenzen in diesen Studien). Ausschlusskriterien: * Nachverfolgungszeitraum nicht erwähnt. * Behandlungsmethode wurde nicht erläutert. * Angabe von Erfolgs- oder Misserfolgsraten ohne Definition der Messkriterien. * < 200 Zähne. * Schlechtes Studiendesign (ohne näher zu erklären wie dies beurteilt wurde). * Revisionen.
<b>Länder / Umfeld</b>
Länder: Verschiedene. Umfeld: Angegeben (1 x Krankenhaus, 5 x Studenten, 3 x Zahnärzte, 1 x Endontologe).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive, systematische Literaturübersichtsarbeit (Review). Suchzeitraum: 1 / 1982 bis 1 / 2001. Beobachtungszeitraum: 1 bis 10 Jahre.
<b>Anzahl eingeschlossener Primärstudien, Jahreszahlen</b>
Anzahl: Nach Anwendung der Ausschlusskriterien blieben 10 (davon 2 in 2 Teilen) übrig. Publikationszeitraum der Primärstudien: 1976 bis 1993.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: Keine Angabe, zumeist Patienten der Studienautoren, d.h. keine Zufallsstichprobe. Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne (Studien < 200 behandelte Zähne wurden ausgeschlossen).
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Keine Aufschlüsselung nach Zahntypus. Anzahl Zähne / Wurzeln: zwischen 299 und 1.782 Zähnen.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Primärbehandlungen, konventionelle Wurzelkanalbehandlung.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe, vermutlich verschieden.
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologische Überprüfung (alle untersuchten Studien gingen nach dem Goldmann Protokoll vor, d.h. Röntgenbilder von 2 unabhängigen Experten nach einem fixen Schema beurteilt, wodurch Unterschiede in der Interpretation reduziert werden - Goldmann 1972, zit. nach den Autoren) und klinische Kontrolluntersuchung (Benderkriterien wie kein Schmerz oder Schwellung usw. - Bender 1966, zitiert nach den Autoren) bei allen Studien.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg / unsichere Heilung (Beurteilung nach Strindberg 1956 <sup>44</sup> ). Erste Ergebnisbeurteilung macht frühestens nach 6 Monaten Sinn, besser nach mind. 1 Jahr. Konfidenzintervalle und Methodik sind nicht angeführt.
<b>Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Wichtiger Einfluss: Präoperativer Status der Pulpa (d.h. ob vital oder devital) - in 7 Studien mit keinem Einfluss auf Erfolgsaussichten beschrieben, in 5 anderen hingegen einen sehr wichtigen. Kein bzw. sehr geringer Einfluss: Alter und Geschlecht der Patienten, Zahntypus (Ausnahme: 2 Studien – Kerekes / Tronstad 1979, zit. nach den Autoren und Barbakov et al. 1980 zit., nach den Autoren - beschrieben leicht schlechtere Erfolgsaussichten für mandibuläre Molare); Technik (Gutta-Percha vs. laterale Kondensatiotechnik, Gutta-Percha aber etwas besser als „Silver Cone“ Technik); Methode (Anzahl der Sitzungen und die Art der Kanalspülung) und auch das Auftreten von Komplikationen während der Wurzelkanalbehandlung. Wichtigste Faktoren, die Erfolg / Misserfolg beeinflussen, sind der präoperative periapikale Status und das periapikale Limit der Obturation.
<b>Erfolgsraten</b>
Es wurden Erfolgsraten zw. 53 % (Jokinen et al. 1978 zit. nach den Autoren, Kriterien: Reduktion der periapikalen Läsion und vollständige koronale Restauration des Zahns und komplette Wiederherstellung des Kieferknochens (Anmerkung: „Complete bone repair“) und 94,5 % (letzte bei Morse et al. 1983 zit. nach den Autoren, weil bei ihm eine geringe radiologisch nachweisbare Rückbildung der periapikalen Schädigung (Läsion) schon als Erfolg gilt), Durchschnitt: 83,2 %. Eine bestehende periapikale Läsion reduziert obige Erfolgsraten um 8 bis 23 %; je größer die Läsion ist, desto schlechter die Erfolgsaussicht. Misserfolgsraten lagen zwischen 5 und 34 %. 11 von 12 Autoren meinen, dass die Misserfolgsraten durch Überfüllung über das apikale Foramen hinaus besonders beeinflusst werden (Grund: Überfüllung ist häufig mit einer fehlerhaften, zu stark erweiterten, instrumentellen Aufbereitung verbunden. Es werden dabei Mikroorganismen und Pulpareste über den Apex hinaus in das periapikale Gewebe verschleppt).

Fortsetzung Tabelle 16

<b>Komplikation(en)</b>
Keine Angaben.
<b>Verweildauer</b>
<b>Wird langfristig positiv durch eine „schließende“ koronale Restauration beeinflusst.</b>
<b>Diskussion</b>
Schlussfolgerung: Es sollten einheitliche Evaluationskriterien zur Erfolgsmessung von Wurzelkanalbehandlungen festgelegt werden; Empfohlen wird dafür z.B. der von Ørstarvik entwickelte „PAI-Index“ (zur Beurteilung des periapikalen Status, 5 Stufen, Ørstarvik 1986 zit. nach den Autoren ) und die radiologischen Kriterien von Strindberg 1956 <sup>44</sup> .
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Peterson / Gutmann: <b>The outcome of endodontic resurgery: a systematic review.</b> <sup>71</sup>
<b>Fragestellung</b>
<b>Was ergibt die Untersuchung der röntgenologischen Beurteilung des Heilerfolgs nach chirurgischem (Erst- und) Zweiteingriff bei persistierenden periradikulären Läsionen, Erstellung eines Ergebnismaßstabs)?</b>
<b>Ein- bzw. Ausschlusskriterien für die Primärstudien, Datenbanken</b>
Einschluss: Randomisiertes Design, „peer-reviewed“ Studie, Retrofüllungsmaterial angegeben, Heilungskategorien angegeben, mind. 1 Jahr Nachverfolgung, statistische Methoden erwähnt. Ausschluss: Heilerfolg nicht nach Rudkriterien <sup>34</sup> oder in Persson (Persson, G. 1973, zit. nach Peterson / Gutmann <sup>71</sup> ) beschriebenen röntgenologischen Kriterien, Fallstudie oder fachspezifischer Artikel ohne Ergebnisangabe. Datenbanken: MEDLINE, OCLC first search, National Library Of Medicine, EMBASE, Science Citation Index, Internetrecherche. Suchzeitraum ab 1966.
<b>Länder / Umfeld</b>
Keine Angabe.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Systematische Literaturübersichtsarbeit (Review). Nachverfolgung: mind. ein Jahr bis maximal 6½ Jahre, 100%-ige Wiederbestellungsrate.
<b>Anzahl eingeschlossener Primärstudien, Jahreszahlen</b>
Anzahl: 8. Publikation der Primärstudien: 1970 bis 1997.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 2.375 Patienten (davon 330, das sind 14 % mit einer chir. Zweitbehandlung = „Resurgery“). Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
2.788 Zähne, keine Angabe zum Zahntyp.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Chirurgische Erst- und Zweitbehandlung (d.h. inkl. Revisionen).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Persistierende periradikuläre Läsionen (Zweiteingriff).
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologisch (Kriterien nach Rud et al. 1972 <sup>34</sup> und Persson (Quelle: Persson 1973, zit. nach Peterson / Gutmann <sup>71</sup> ).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / unsicher / Misserfolg.
<b>Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Signifikant wichtiger Einfluss: Behandlungsart; Füllmaterial (Gutta Percha und Chlorpercha sind besser als Calvit ~ Erfolgsrate: 66,8 % zu 57,6 %) und besser als Amalgam ~ Erfolgsrate 66,8 % zu 55,8 %). Behandlungsbedingungen (moderne Forschungsergebnisse und technischer Fortschritt, z.B. hochauflösende Vergrößerungsgläser oder chirurgische Mikroskope beeinflussen Erfolgsaussichten positiv). Behandler (konkret gute Ausbildung des Behandlers). Indifferenten Einfluss: Bakterienstatus (Wiederansiedelung). Kein Einfluss: Keine Angabe.
<b>Erfolgsraten</b>
Chir. Ersteingriff: Erfolg: 64,2 %, unsicher: 25,7 %, Misserfolg 15,7 %. Chir. Zweiteingriff (Resurgery): Erfolg: 35,7 %, unsicher: 26,3 %, Misserfolg 38 %.
<b>Komplikation(en)</b>
Keine Angabe.
<b>Verweildauer</b>
Keine Angabe.
<b>Diskussion</b>
Autoren weisen darauf hin, dass sich die Behandlungstechniken im Lauf der Jahrzehnte verbessert haben; außerdem werden unsichere Heilungen bei einer Ausweitung des Beobachtungszeitraums häufig zu sicheren Heilungen. → Fazit: Es ist im Interesse des Patienten einen Zweieingriff zu versuchen.
<b>Sponsor</b>
Unterstützung durch ein Forschungsstipendium des National Institute of Dental and Craniofacial Research.

Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung 2005.

Tabelle 17: Primärstudien (23 Studien).

<b>Basten et al.: Long-term evaluation of root-resected molars: A retrospective study.</b> <sup>54</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind die Erfolgs- bzw. Misserfolgschancen wurzelrezesierter und restaurativ versorgter Zähne bei Patienten, die an einem regelmäßigen, definierten Kontrollprogramm teilnehmen, einzuschätzen?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: USA. Umfeld: Universität (Department of Periodontics); Behandler = Studenten der Abteilungen für Parodontologie, Endodontie und der restaurativen Zahnheilkunde.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Analyse von Patientendaten. Beobachtungszeitraum: Behandlungen 1972 bis 1993. Nachuntersuchungszeitraum durchschnittlich 11,5 Jahre, Streubreite: 2 bis 23 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 32. Altersgruppe: 51,5 (25 - 85). Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe. Einschluss: Alle Patienten im genannten Zeitraum, die sich einem regelmäßigen „Recall“- und Erhaltungsprogramm unterzogen haben.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Molaren.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
49 Molaren (16 OK, 32 UK).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Chirurgisches Verfahren (Wurzelresektion) mit vorhergehender endodontischer Behandlung und parodontaler Vorbehandlung sowie anschließender Restauration. Keine vitale Wurzelresektion, standardisierte Behandlungsmethoden.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angaben zum präoperativen parodontalen Befund, alle Patienten guten Gesundheitszustand.
<b>Ergebnismessung</b>
Alle fünf Jahre vollständiger Röntgen- und Parodontalstatus (klinisch und radiologisch).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg (Misserfolg = Extraktion während des Behandlungszeitraums).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Die Unterschiede in den von verschiedenen Autoren berichteten Erfolgsraten spiegeln die Schwierigkeit der Behandlungsschritte wider. Mehrwurzelige, parodontal geschädigte Molaren können bei geeigneter Behandlung über lange Zeiträume erhalten werden.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Streng standardisierte Behandlungsmethoden haben einen positiven Einfluss auf die Prognose, auch Ergebnisse für Patienten mit nur OK-Wurzelresektionen.
<b>Erfolgsraten</b>
Durchschnittliche Überlebenszeit 12 Jahre (Bandbreite: 3 - 20), OK: 12,2 Jahre (4 - 23) / UK 10,6 Jahre (2 - 23), 4 Molaren extrahiert (durchschnittliche Überlebenszeit: 6 Jahre).
<b>Komplikationen</b>
Ja, insgesamt 8 %, Ursachen für Extraktion: 1 endodontisch, 2 Karies, 1 strategisch.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Verweis auf die Einführung osseointegrierter Implantate 1982 → seither häufiger Implantat statt Wurzelresektion bei parodontalem Befund da bessere Langzeitprognose, Autoren sehen in der Verfügbarkeit von Implantaten jedoch keine Rechtfertigung für Entfernung natürlicher Zähne, die eine gleich gute Funktion ausüben können. Verweis auf anderer Studienergebnisse zur Prognose (von parodontal involvierten Zähnen). Verweisen auf die Notwendigkeit einer professionellen Nachbehandlung u. einer effizienten Mundhygiene.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Fugazzotto: 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.</b> <sup>65</sup>
<b>Fragestellung</b>
Was ergeben der Vergleich der Wurzelresektion mit nachfolgender Restauration und die Einsetzung eines Molarenimplantats mit nachfolgender Restauration?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: USA. Umfeld: Private klinische Praxis.
<b>Design / Methode / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Vergleichstudie durch Analyse von Patientendaten, absolute und kumulierte Erfolgs- und Misserfolgsraten. Beobachtungszeitraum: Zwischen einem und $\geq 15$ (Resektionen) bzw. 13 Jahren (Implantate).
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: Wurzelresektion: 628 / 22 bis 79 Jahre / 234 männlich, Implantat: 1.102 / keine Angabe / 532 männlich. Einschluss: Aktuelle Patienten mit den unten stehenden Behandlungen, die regelmäßig zu Kontrollbesuchen kamen oder - wenn die Patienten nicht mehr kamen - wenn sie nach der Wurzelspitzenresektion bzw. Implantation noch mind. 5 Jahre lang zur Kontrolle / Behandlung gekommen waren. Gründe für Nicht-Wiedererscheinen von Patienten wurden möglichst eruiert. Ausschluss: Unbehandelte Diabetes, Immunerkrankung oder andere systemischen Kontraindikationen, Bestrahlungstherapie in der Kopf- und Halsregion oder Chemotherapie in den vorhergehenden 12 Monaten, > 10 Zigaretten / Tag, unbehandelte periodontische Krankheit oder keine Bereitschaft für die periodontische Therapie.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Molaren, Ergebnisse aufgeschlüsselt nach Kieferposition.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Molaren. Anzahl Zähne / Wurzeln: 701 wurzelreziesierte Molaren, 1.472 Molarenimplantate.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Chirurgische Wurzelkanalbehandlung: Wurzelresektion bzw. Implantat (Extraktion), vor der Behandlung verpflichtende Zahnpflege durch Patienten, Plaquekontrolle.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Gegabelte Molaren.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch und radiologisch.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Wurzelresektion: 4 Erfolgskriterien (Bohrtiefe nicht mehr als 4 mm, maximal bei einer Sitzung Blutung während der Bohrung, keine nachweisbare Ausscheidung, keine rezidivierende Karies oder Wurzelfraktur) → Erfolg, wenn alle 4 erfüllt. Implantat: Erfolgskriterien nach Albrektsson et al. 1988, das sind eine stabile knöchernen Umgebung der Implantationsstelle, keine Entzündung des Zahnfleisches, kein Nässen, usw. (Albrektsson et al. 1988 zit. nach dem Autor)
<b>Ergebnisse verbal</b>
Zählt verschiedene, größtenteils patientenbezogene Faktoren auf, die bei der Behandlungsentscheidung eine Rolle spielen, auch Fähigkeiten des Behandlers; betont Wichtigkeit eines Erhaltungsprogramms und Zahnpflege durch die Patienten.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Position des Zahns, die schlechteste Prognose hatten die distale Wurzelresektion bei UK-Molaren (75 %) und der Erhalt der mesialen Wurzel als Stützzahn für Freidbrücken sowie bei der Benützung eines wurzelreziesierten Molaren als Stützzahn.
<b>Erfolgsraten</b>
<i>Absolute Erfolgsraten nach 1 bis 15 + Jahren in Funktion:</i> Wurzelspitzenresektion: M2M: 92,9 %, M1M: 97,6 %, UK-2. Molaren: 97,1 %, UK-1. Molaren 96,8 %, Kumuliert: 96,8 %. Implantat: M2M: 97,6 %, M1M: 98,5 %, UK-2. Molaren: 85 %, UK-1. Molaren 98,6 %, Kumuliert: 97 %. Kumulierte Erfolgsraten für wurzelreziesierte Molaren: 96,8 % und für Implantate: 97,0 %.
<b>Komplikationen</b>
Gründe für Misserfolg bei Wurzelresektion: Wurzelfraktur, endodontischer Misserfolg, Karies, periodontischer Zusammenbruch; 7 Misserfolge assoziiert mit parafunktionalen Kräften.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Verweise auf unterschiedliche Erfolgsraten in der Literatur, Gegenüberstellung mit eigenen Ergebnissen. Erfolgsraten dieser Studie könnten möglicherweise durch die Tatsache verfälscht sein, dass Patienten die Praxis wegen eines nicht bekannt gegebenen Misserfolgs verlassen haben oder die Praxis verlassen haben und ein Misserfolg später aufgetreten ist.
<b>Sponsor</b>
Keine Angaben, Autor = einziger beteiligter Arzt.

Fortsetzung Tabelle 17

Travassos / Caldas et al.: <b>Cohort study of endodontic therapy success.</b> <sup>76</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind die Erfolgsraten wurzelbehandelter Zähne einzuschätzen und welche sind die entsprechenden Erfolgsparameter?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Brasilien. Umfeld: Zahnklinik, Behandler = Studenten.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Kohortenstudie, Regressionsanalyse mittels standardisierter Variablen (Zahntyp, Pulpastatus, periapikaler Status; Parodontalstatus, Füllungslänge, sozioökonomische Variablen). Beobachtungszeitraum: Behandlungen zwischen 1998 und 1999, Nachuntersuchungszeitraum 2 bis 3 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 311 Patienten. Altersgruppe: Zwischen 11 und 78 Jahren (Durchschnitt; 35,54 Jahre). Geschlechtszusammensetzung: 76 % Frauen.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Behandelter Fall bzw. Zahnwurzel.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Keine Angabe. Anzahl Zähne / Wurzeln: 410 wurzelbehandelte Fälle.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung (Kanalaufbereitung und -füllung).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Irreversible Pulpitis und vitale Pulpa oder devitale Pulpa, ohne oder mit periapikaler Läsion.
<b>Ergebnismessung</b>
Biologisch (Zahntypus, allgemeiner Gesundheitszustand des Patienten) und klinisch (auch Karies- und Parodontalstatus) und radiologisch.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg (Qualitätskontrolle nach den definierten Kriterien).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Wichtiger (stat. signifikanter) Faktor, der Erfolg positiv beeinflusst: Hoher Bildungsstatus, vitale Pulpa, keine periapikale Läsion, optimale definitive Wurzelfüllung. Kein signifikanter Einfluss: Anzahl der Sitzungen.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Sozioökonomischer Status, Geschlecht, Pulpastatus, Periapikalstatus, Primärbehandlung / Revision, Präparationstechnik, Anzahl der Sitzungen.
<b>Erfolgsraten</b>
82,9 % (340 behandelte Fälle) erfolgreich ( $p > 0,05$ ). 3,2 % (13 behandelte Fälle) zweifelhafter Erfolg (defin.). 13,9 % (57 behandelte Fälle) Misserfolg.
<b>Komplikationen</b>
Keine Angabe.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Die Ergebnisse sprechen für eine gute Prognose bei entsprechendem endodontischen Management.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

Chueh et al.: <b>Technical quality of root canal treatment in Taiwan.</b> <sup>58</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie wird die Prozessqualität von Wurzelkanalbehandlungen in Taiwan analysiert?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Taiwan. Umfeld: Zahnkliniken (öffentlich oder privat).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Randomisierte, kontrollierte klinische Studie. Beobachtungszeitraum: April bis September 2000.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 1.183. Altersgruppe: Durchschnitt 20 Jahre. Geschlechtszusammensetzung: 56 % Frauen.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn, Wurzel.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: 383 Frontzähne, 361 Premolaren, 439 Molarzähne. Anzahl Zähne / Wurzeln: 1.085 Zähne mit 1.867 Wurzelkanälen.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung (Kanalaufbereitung und -obturation).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe.
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologisch (durchschnittlich 2,3 Röntgenaufnahmen pro Person, schlechte Aufnahmen wurden ausgeschieden, kalibrierte Begutachter).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg (Prozessqualität der Wurzelkanalbehandlung nach definierten Qualitätskriterien, z.B. wenn Füllungslänge 2 mm innerhalb des radiologischen Apex, dichte Obturation, d.h. radiologisch keine koronale oder apikale Mikroleakage, kein Spalt zwischen Füllung und Kanalwand).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Frontzähne oder Premolare sind höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger erfolgreich gefüllt als Molarzähne.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Arbeitslänge (Füllungslänge), Füllungsdichte, Zahntypus, Füllungsmaterial.
<b>Erfolgsraten</b>
Gute Qualität der endodontischen Behandlung bei 34,8 % der Wurzeln (~ 30 % der Zähne) / 40 % bei Frontzähnen / 34 % bei Premolaren / 18 % bei Molaren ( $p < 0,05$ ).
<b>Komplikationen</b>
Zu 0,6 % fehlende Wurzelfüllung / 12,6 % Überfüllungen / 61,7 % keine ausreichende Füllung / 25 % Unterfüllung.
<b>Verweildauer</b>
Keine Verweildauer angegeben, aber als Literaturverweis: niedrigste Erfolgsraten bei Molarzähnen.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
70 % der evaluierten wurzelbehandelten Zähne sind mangelhaft gefüllt. Am häufigsten sind das Molarzähne. Um Qualität der Arbeit zu erhöhen, erhalten Ärzte die bestimmte Standards (z.B. Verwendung von Kofferdamm oder exakter Verschluss) erfüllen, eine höhere Vergütung.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Sjögren et al. 1990: <b>Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.</b> <sup>74</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welche Faktoren beeinflussen die Langzeitwirksamkeit der Wurzelkanalbehandlung?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Schweden. Umfeld: Universität Umea (Department of Endodontics).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie, anschließende Regressionsanalyse von Patientendaten, Chi <sup>2</sup> - and Fischer's Exact Test. Beobachtungszeitraum: Behandlungen zwischen 1977 und 1979 / Recall nach 8 bis 10 Jahren.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 356. Altersgruppe: 54 (28 - 82). Geschlechtszusammensetzung: 54 % Männer.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Patient / Zahn / Wurzel.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
635 Zähne (272, d.h. 42,8 % Molaren) mit 849 Wurzeln.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung / Revision / Kofferdamm und streng sterile Technik, Kalzium-Hydroxid Einlage; Bakteriologische Kontrolle der Kanäle bevor Füllung.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Gsunde Pulpa (Wurzelkanalbehandlung wegen Trauma oder aus prothetischer Indikation) Irreversible Pulpitis und vitale Pulpa, Devitale Pulpa (Nekrose) ohne oder mit periapikaler Läsion (PL). Vorher wurzelgefüllt und daher Revision ohne oder mit periapikaler Läsion, während der Behandlungsperiode extrahierte Zähne wurden ausgeschlossen.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinische- und radiologische „Recall“-Untersuchung.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolgskriterien nach Strindberg 1956 <sup>44</sup> (unauffällige peridontale Kontur und Struktur oder der peridontale Spalt ist lediglich um ein überschüssiges Füllungsmaterial geringfügig verbreitert). Zweifelhafter Erfolg (Dokumentation des Ausmasses der Radioluzenz).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Zähne mit präoperativer Pulpanekrose und PL zeigten stat. signifikant häufiger eine Heilung, wenn bis zum apikalen Limit aufbereitet und gefüllt wurde (90 % Heilung vs. 69 % Heilung, wenn nicht optimal aufbereitet wurde, p = 0,002). Der Einfluss der Arbeitslänge (Füllungslänge 2 mm innerhalb des Apex) auf den Erfolg ist stat. signifikant. Achtung: Die Prognosemodelle waren nicht sehr valide - so ergaben die Modelle niedrigere Misserfolgsraten als die tatsächlichen Daten es schließlich zeigten.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Pulpastatus (nicht sig.), periapikaler Status hoch sig. (p < 0,0001), Primärbehandlung / Revision, Arbeits- und Füllungslänge (hoch sig. nur bei apikaler Periodontitis und Pulpanekrose), Behandlungstechnik (bei Revision p = 0,03; bei Pulpanekrose p < 0,36), Art der definitiven Versorgung (bei Pulpanekrose p = 0,02, bei PL p < 0,04), Alter (kein Einfluss), Geschlecht (kein Einfluss), Bakterienkultur präoperativ (kein Einfluss), Größe der PL (nicht signifikant p < 0,1).
<b>Erfolgsraten</b>
96 % bei vitaler oder devitaler Pulpa ohne PL / 86 % bei devitaler Pulpa (Nekrose) mit PL / 98 % bei revidierten Wurzeln/ 62% bei revidierten Wurzeln mit PL; Gesamt: 91 %. OK-Molaren: 19 / 19; 24 / 24; 23 / 23; 14 / 18; 26 / 26; 2 / 13; 2 / 2 unsicher; Gesamt: 88,0 %. UK-Molaren: 6 / 6; 51 / 53; 26 / 26; 18 / 21; 32 / 32; 7 / 9; Gesamt: 95,2 %.
<b>Komplikationen</b>
Wurzelperforation (1,5 %) bzw. Feilenbruch (1,3 %). 68 Zähne extrahiert während Beobachtung (3 Perforation, 2 endodontischer Misserfolg, 21 Wurzelfraktur, 11 Karies, 10 Periodontitis, 21 unbekannt).
<b>Verweildauer</b>
8 bis 10 Jahre.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Der periapikale Ausgangsbefund scheint der bedeutendste Einflussfaktor für die Prognose einer Behandlung zu sein. Bei präoperativer Pulpanekrose sind Kanalobliteration, Brücken oder Wurzelperforationen wichtige negative Einflussfaktoren. Bei Revisionen sind die Größe der PL und die Füllungslänge bedeutend.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

Cheung: <b>Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital.</b> <sup>57</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind die Langzeiteffektivität (d.h. der Erfolg) der primären, konventionellen Wurzelkanalbehandlung und ihre Einflussfaktoren einzuschätzen?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Hong Kong. Umfeld: Universität (Prince Philip Dental Hospital).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Längsschnittsuntersuchung anhand von Patientendaten; Überlebenszeitanalyse mittels Kaplan-Meier-Methode, Regressionsanalyse mit Cox-Model. Beobachtungszeitraum: Zeitraum der Behandlungen: 1989 bis 1994. Definierter Beobachtungszeitraum (Zeit zwischen Obturation und „Recall“): durchschnittlich 74 Monate = (± 34 Monate).
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 564 ausgewählt, 249 analysiert, Beteiligungsquote: 73 %. Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle, Molaren extra ausgewiesen. Anzahl Zähne / Wurzeln: 566 Zähne; davon 251 bewertet (29,9 % Molaren).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung, Primärbehandlung.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Pulpastatus, periapikaler Status (wurde erhoben); Zähne mit parodontal verursachten endodontischen Läsionen wurden ausgeschlossen.
<b>Ergebnismessung</b>
„Recall“-Untersuchung mit klinischer und radiologischer Kontrolle mehr als vier Jahre nach Wurzelkanalbehandlung.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg (Zahnfraktur, Extraktion, weitere endodontale Behandlung ist notwendig, klin. Symptome, bzw. wenn nach 4 Jahren noch immer Aufhellungen bestanden - obwohl diese Zähne, wie eine stichprobenartige Überprüfung ergab, durchaus funktionstüchtig blieben).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Der Zahntyp, die Füllungsdichte (Vakuolen im apikalen und mittlerem Wurzelbereich negativ) und Calciumhydroxyd als medikamentöse Einlage haben einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Erfolgsrate. UK-Molaren haben die niedrigste Erfolgsprognose.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Signifikanter Einfluss auf Erfolg: Zahntyp, Füllungsdichte (Sitz der Vakuolen), Art der Medikamenteneinlage. Kein signifikanter Einfluss: Anzahl der Sitzungen, Behandler, Wurzelstiftart, präoperativer Pulpastatus und periapikaler Status. Geschlecht, Alter, Art der definitiven Zahnkronenrestauration.
<b>Erfolgsraten</b>
Erfolg: 56 %; Misserfolgsrate: 44 % (111 Zähne) - bei Berücksichtigung funktionstüchtiger Zähne mit PL nach 4 Jahren wäre Erfolgsrate 64 % gewesen.
<b>Komplikationen</b>
2 % Zahn symptomatisch, 9 % unvollständig ausgeheilte PL, 3 % unveränderte PL, 3 % neue PL entstanden, 6 % Revision notwendig, 13 % Extraktion.
<b>Verweildauer</b>
Durchschnittliche Überlebenszeit 91,4 Monate (± 3,5 Monate); mediane Überlebenszeit 113 Monate (9,4 Jahre). OK-Molaren ø 83,8 Monate (sig.; 62,1 - 105,5 Monate); UK-Molaren durchschnittlich 68,0 Monate (sig., 53,3 - 82,7 Monate).
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Der Erfolg sinkt mit der Länge der Beobachtungszeit bei einer medianen Überlebenszeit von 9,4 Jahren.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

Lazarski et al.: <b>Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients.</b> <sup>68</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind ausgewählte Ergebnisse (Outcome) von primären, konventionellen Wurzelkanalbehandlungen an Teilnehmern des Zahnprogramms einer US-amerikanischen Versicherung epidemiologisch zu beurteilen?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: USA. Umfeld: 66 % zahnärztliche Praxen, 34 % endodontologische Spezialpraxen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Prospektive Analyse von zwei Patientenkohorten; Signifikanzmessung durch Chi <sup>2</sup> -Test und Trendanalyse durch Mantel-Haenszel-Methode, Vergleich von zwei Gruppen (Nachverfolgung bis 2 Jahre nach der Wurzelkanalbehandlung sowie mehr als 2 Jahre nach der Wurzelkanalbehandlung). Beobachtungszeitraum: Patienten, die zwischen 1993 und 1998 am Dentalprogramm einer Versicherung teilgenommen haben; durchschnittlicher Beobachtungszeitpunkt: 3,5 Jahre / max. Beobachtungszeitpunkt: 6 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: Bei Beobachtungszeitpunkt > 2 Jahre: 33.002 Patienten, die zwischen 1993 und 1998 am Dentalprogramm einer Versicherung teilgenommen haben. Durchschnittsalter 41,8 Jahre (zwischen 14 und 90 Jahren). Geschlechtszusammensetzung: 50,7 % Frauen.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle, Molaren extra ausgewiesen. Anzahl Zähne / Wurzeln: Insgesamt wurden 110.766 Wurzelkanalbehandlungen analysiert, von denen 1.224 Fälle aus methodischen Gründen ausgeschlossen werden mussten. Der Fokus lag in der Folge auf 44.613 Wurzelkanalbehandlungen mit einem Nachverfolgung von > 2 Jahren wobei ein Drittel der Behandlungen (Molarenanteil: 69,18 %) in Spezialpraxen und zwei Drittel in normalen zahnärztlichen Praxen erfolgte (Molarenanteil: 46,79 %).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Erstmalige, konventionelle Wurzelkanalbehandlungen nach einem einheitlichen Behandlungsprogramm, bei ungünstigen Ereignissen Extraktion, Revision oder chirurgisch-endodontische Behandlung.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe.
<b>Ergebnismessung</b>
Keine Angabe.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolgreich (wenn keine Folgebehandlung notwendig war). Ungünstiges Ereignis: Nachbehandlung notwendig (Extraktion, Revision, chirurgische Revision).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Die Häufigkeit der beobachteten Extraktionen stieg mit dem Patientenalter. Extraktionen waren sig. häufiger bei jenen Fällen, bei denen die Zähne nach der Behandlung nicht gleich restauriert wurden. Der Behandler hat keinen stat. sig. Einfluss auf das Ergebnis.
<b>Einflussfaktoren/ Erfolgsfaktoren/-variablen</b>
Behandler (kein Einfluss), Behandlungsschema, Zahntyp (sig.), Patientenalter (sig.), Geschlecht, Zeitpunkt der definitiven koronalen Restauration (sig.), Art des Kronenaufbaus (p < 0,001).
<b>Erfolgsraten</b>
94,44 % der wurzelbehandelten Zähne waren bei einem Beobachtungszeitpunkt von 3,5 Jahren noch funktionstüchtig im Mund. Kumulierte Erfolgsrate sowohl bei Endodontologen als auch bei normalen Zahnärzten: 90,56 % (max. Beobachtungsdauer: 6 Jahre). 6,4 % aller untersuchten 109.542 Wurzelkanalbehandlungen hatten eine unerwünschte Folge (3,56 % Extraktionen, 1,84 % Revisionen, 1,0 % endodont. chir. Nachbehandlung). Betrachtete man nur die Wurzelkanalbehandlung, die vor mehr als 2 Jahren (max. 6 Jahre) erfolgt waren, hatten 9,44 % eine unerwünschte Folge (5,56 % Extraktionen, 2,47 % Revisionen, 1,41 % chir. Revisionen). Primäre, konventionelle WKB-Misserfolgsrate 0,48 %.
<b>Komplikationen</b>
3,56 % Extraktionen im durchschnittl. Beobachtungsrahmen von 14,6 Monaten; am häufigsten waren Molaren betroffen; Komplikationen nach Molaren: 5,75 % Extraktion, 2,68 % Revision, 1,03 % chirurgische Revision.
<b>Verweildauer</b>
Premolaren und Molaren wurden sig. häufiger extrahiert (p < 0,02), Frontzähne hatten hochsig. häufiger (p < 0,001) eine chirurgische Revision. Extraktion: Frontzähne 5,05 %; Premolaren 5,53 %; Molaren 5,75 % (p < 0,02). Chirurgische Revision: Frontzähne 2,94 %; Premolaren 1,31 %; Molaren 1,10 %.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

Hoskinson et al.: <b>A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols.</b> <sup>66</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie lautet der Vergleich anhand von Patientendaten der Erfolgchancen von Wurzelkanalbehandlungen mittels zwei verschiedener Behandlungsprotokolle?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Großbritannien. Umfeld: Endontisch spezialisierte Zahnarztpraxen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Vergleichsstudie, Auswertung durch Regressionsanalyse, 95 % Konfidenzintervall. Behandlungen zwischen 1994 bis 1995, Nachverfolgung: 4 bis 5 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 397 ausgewählt, 167 teilgenommen (Rücklaufquote: 42 % / 6,1 % Zahnextraktion aus unbekanntem Gründen). Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn / Wurzel (bei mehrwurzeligen Zähnen schlechteste Diagnose entscheidend).
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle; Molaren extra ausgewiesen (Frontzähne = 27 Wurzeln, Premolaren = 70 Wurzeln, Molaren = 392 Wurzeln). Anzahl Zähne / Wurzeln: 200 Zähne / 489 Wurzeln (83 / 200 Behandlungsprotokoll A; 117 / 289 Behandlungsprotokoll B).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Nur konventionelle Wurzelkanalbehandlung mit Kofferdamm (präoperatives Röntgen; Feststellung der Arbeitslänge, Aufbereitung und Füllung bis Apex, streng vorschriftsmäßiger Behandlungsablauf nach 2 unterschiedlichen Protokollen (Unterschiede bei Instrumentationstechnik, Konzentration des Natriumhydrochlorids und Verschlusstechnik), konventionelle Revision (wenn notwendig).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Radiografische Feststellung des Pulpastatus und des periapikalen Status.
<b>Ergebnismessung</b>
Erfolgsmessung erfolgt klinisch und radiologisch; regelmäßige Recalluntersuchung nach strengen Vorgaben (nach 1 Jahr bei radiologisch sichtbarer PL, sonst nach 4 bis 5 Jahren); hist. Untersuchung, 3 verschiedene, kalibrierte Beurteile
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg (keine klin. Symptome, Zahnlockerung Grad 0 bis I, kein „Attachementverlust“; radiologisch unauffällige Peridentalstruktur)/ unvollständige Heilung (PL kleiner, normaler Peridontalspalt)/ unsichere Heilung (wenn radiol. nicht definitive Heilung)/ Misserfolg (PL radiografisch unverändert, oder vergrößert, auffällige Peridentalstruktur)
<b>Ergebnisse verbal</b>
Der präoperative Pulpastatus (OR = 2,399, p = 0,04), die Präsenz (OR = 1,696, p = 0,015) sowie die Größe (OR = 0,823, p < 0,001) einer PL erweisen sich als die einzigen signifikanten Einflussfaktoren.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Geschlecht, Alter, Zahntypus, Behandlungsprotokoll, präoperativer Pulpastatus (sig.), periapikaler Status (Ausdehnung der PL, p < 0,001); Füllungslänge, -dichte, Erstbehandlung / Revision, Art der definitiven Füllung.
<b>Erfolgsraten</b>
77 % der behandelten Molaren klinisch und radiologisch erfolgreich. 77 % vollständige Heilung (klin. und radiologisch), 20,5 % unsichere Heilung (klin. und radiologisch), 2,5 % Misserfolg (klin. und radiologisch). 75 % Heilung bei Wurzeln mit PL, 88 % Heilung bei Wurzeln ohne PL. Kein statistisch signifikanter Unterschied der unterschiedlichen Behandlungsprotokolle.
<b>Komplikationen</b>
Revision.
<b>Verweildauer</b>
4 bis 5 Jahre.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Rocke et al.: Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne.</b> <sup>73</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie ist die Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne im Vergleich zu nicht wurzelkanalbehandelten Kontrollzähnen?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Deutschland. Umfeld: Endodontische Facharztpraxis (einer der Verfasser).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Analyse von Patientendaten, Vergleich mit homologen Kontrollzahn, Kaplan-Meier-Methode (Überlebenszeitstatistik) und Log-Rank-Test. Beobachtungszeitraum: 1982 bis 1993.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 485 zufällig ausgewählte Patienten einer Praxis mit jeweils einem endodontisch behandelten Zahn. Altersgruppe: 5,2 % > 20 Jahre, 13,2 % 20 - 29 Jahre, 16,9 % 30 - 39 Jahre, 24,1 % 40 - 49 Jahre, 16,5 % 50 - 59 Jahre, 7,2 % 60 - 69 Jahre, 4,3 % > 70 Jahre (Durchschnittsalter: 43,3 Jahre (Abweichung: ± 14,9 Jahre). Geschlechtszusammensetzung: 43,9 % Männer, 56,1 % Frauen.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle, Molare extra untersucht, sowie getrennt nach OK und UK. Anzahl Zähne / Wurzeln: 485 Zähne (je 1 pro Patient).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung (Kanalfüllung mit Gutta-Percha und AH26 als Sealer mittels lateraler Kondensationstechnik unter Kofferdamm) und bedarfsweise Revision.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
23,3 % Zähne mit irreversibler Pulpitis und vitaler Pulpa ohne periapikale Läsion, 15,3 % Zähne mit irreversibler Pulpitis und devitaler Pulpa ohne periapikale Läsion, 15,7 % Zähne mit irreversibler Pulpitis oder Pulpanekrose mit assoziierter periapikaler Läsion, Revision bestehender Wurzelfüllungen = 14,2 %, Befund unbekannt = 31,5 %. Anmerkung: Viele Fälle wurden zur Weiterbehandlung von „normalen“ Zahnarzt überwiesen.
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologisch (aber durch nicht kalibrierten Untersucher).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolgsbeurteilung unter Verwendung des fünfstufigen PRI-Index (Periapical Probability Index). Beurteilungskriterien: Verbleib des Zahns im Mund im Vergleich zu homologen, kontralateralen Kontrollzahns bei 95%-igen Konfidenzintervall. <i>Ergebnisse nach PRI:</i> Sicher keine periapikale Veränderung: 24,5 % / Wahrscheinlich keine periapikale Veränderung: 38,1 % / Unsicher: 24,3 % / Wahrscheinlich periapikale Veränderung vorhanden: 5,4 % / Sicher eine periapikale Veränderung vorhanden: 1,0 % / Keine Zuordnung wegen fehlender Unterlagen möglich: 6,6 %. Wenn der Zahn nach zehn Jahren „in situ“ war, erfolgte keine erneute radiologische oder klinische Kontrolluntersuchung.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Wichtiger Einfluss auf 5-Jahres-Überlebensrate: Konservierend-prothetische Versorgung des Zahns → wenn sie nicht oder nur provisorisch erfolgte, überlebten nur 21,7 % (± 34,9 %) der Zähne; in welcher Form die dauerhafte Versorgung erfolgte war hingegen nicht wichtig. Geringer Einfluss: Zahntyp (5-Jahres-Überlebensraten im Vergleich: Frontzahn: 95,8 % (Abweichung ± 4,7 %), Molar: 92,7 % (± 5,5 %), Premolare: 91,6 % (± 7,6 %). Kein Einfluss: Kieferlokalisation, Geschlecht.
<b>Erfolgsraten</b>
Nach 1 Jahr waren 98,5 % der wurzelbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund (Abweichung: ± 1,3 %). Nach 5 Jahren waren 93,5 % der wurzelbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund (Abweichung: ± 3,4 %). Nach 10 Jahren waren 81 % der wurzelbehandelten Zähne funktionstüchtig im Mund (Abweichung: ± 8,5 %).
<b>Komplikationen</b>
Revision: Nach 5 Jahren: 2,0 % (± 2,1 %), Wurzelspitzenresektion: nach 5 Jahren 4,1 % (± 2,5 %); Hemisektion: Nach 5 Jahren: 1,6 % (± 1,3 %); Extraktion: 5,2 % (25 Zähne) Gesamte, kumulierte Komplikationsrate: Nach 1 Jahr: 4,7 %; nach 5 Jahren: 13,3 %, nach 10 Jahren: 27,7 %.
<b>Verweildauer</b>
Wurzelkanalbehandelte Zähne haben grundsätzlich eine etwas kürzere Verweildauer im Mund wie gesunde Zähne; im Vergleich zu publizierten Daten des Bundesverbands der Betriebskrankenkassen (BKK) von 1992 wurde jedoch wesentlich günstigere (3,6 % Extraktionen vs. 9 % nach 3 Jahren, Misserfolg (Verlust oder erneute Wurzelkanalbehandlung) nach 1 Jahr 4,7 % vs. 18 %, Misserfolg nach 6 Jahren 29 % bei BKK Studie) Erfolgsraten verzeichnet. Die Kontrollzähne hatten folgenden endodontologischen Behandlungsbedarf: nach 1 Jahr: 1,2 %, nach 5 Jahren: 1,6 %, nach 9 Jahren: 6,4 % (± 5,6 %), Zahnverluste gab es nicht.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Obwohl alle Patienten krankenversichert waren, wurde die Mehrzahl der Behandlungen privat bezahlt; Autoren meinen, dass Spezialisierungen des Behandler und ökonomische Bedingungen unter denen gearbeitet werden konnte, eine positive Wirkung auf Erfolg gehabt haben. Generell finden die Verfasser die 20 % Zahnverlust im Vergleich zum Kontrollzahn nach 10 Jahren zu hoch.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Chugal et al. : <b>Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome.</b> <sup>59</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welche sind die Einflüsse (Simultaneffekt) einer apikalen Peridontitis, der Arbeitslänge und der Qualität / Dichte der Füllung?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: USA. Umfeld: Universität (School of Dental Medicine, University of Connecticut).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Kohortenstudie (Erfolg vs. Misserfolg) von Patientendaten, Regressionsanalyse (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis-Test). Beobachtungszeitraum: Keine Angabe zum Behandlungszeitraum (Verweis auf frühere Publikation); Nachverfolgung: 4 Jahre ( $\pm 0,5$ Jahre).
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 120 Patienten definierte Ein- und Ausschlusskriterien für Teilnehmer (Einschlusskriterien: im definierten Zeitraum behandelt, geforderten radiologische und mikrobiologische Befunde vorhanden, Restauration dokumentiert; Ausschlusskriterien: Zahnextraktion, Wurzelfraktur, Apexifikation, offener Apex (wenn Wurzelwachstum nicht abgeschlossen), Stichprobenerhebung / Rücklaufquote: 18,7 %. Alter: keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahnwurzel (bei mehrwurzeligen Zähnen zählt schlechteste Befund).
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Keine Angabe. Anzahl Zähne / Wurzeln: 200 / 441.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung und anschließende Kronenrestauration unter kontrollierten Bedingungen, standardisiertes Protokoll / Kofferdamm / Desinfektion / Arbeitstechnik genau beschrieben.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Nur Patienten mit infizierten Kanälen (positive Bakterienkultur). Verschiedene Gruppen: normale Pulpa / normaler Periapex; Pulpitis / normaler Periapex; devitale Pulpa / normaler Periapex; devitale Pulpa / pathologischer Periapex; devitale Pulpa / chron. Periodonitis.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch (Anamnese), radiografisch und histologisch; kalibrierte Begutachter. Variablen: Arbeitlänge, Füllungsdichte, Periradikulärer Status (radiol. normaler Periapex oder patholog. Periapex, Ausdehnung der Läsion in mm).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Vergleich des periapikalen Status (Zeitpunkt der Diagnose - nach Wurzelkanalbehandlung - bei „Recall“). Erfolg: radiografisch keine periapikale Pathologie nachweisbar (Strindberg 1956 <sup>44</sup> -Kriterien) / unsicherer Erfolg / Misserfolg.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Bei normaler Pulpa / normaler Periapex wirkt sich die Arbeitslänge ( $1,23 \pm 0,13$ mm) vor radiologischen Apex) signifikant positiv auf den Erfolg aus. Bei devitaler Pulpa / pathologischer Periapex ist eine Arbeitslänge bis zum Apex hin erfolgversprechender. Bei devitaler Pulpa/chron. Periodonitis führte eine Verminderung der Arbeitslänge (1 mm) zu einem 14 % Anstieg der Fehlerquote → eine optimale Füllungsdichte verringert das Misserfolgsrisiko.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Arbeitslänge (im Bezug zum radiografischen Apex; sig. bei normaler Pulpa, nekrotischer Pulpa und PL). Füllungslänge (im Bezug zum radiografischen Apex und zur Arbeitslänge; sig. bei normaler Pulpa, nekrotischer Pulpa und PL). Füllungsdichte (sig. bei normaler Pulpa, nekrotischer Pulpa und PL). Pulpastatus (sig.). Periapikaler Status (PL; Ausdehnung der PL in signifikanten Ausmaß).
<b>Erfolgsraten</b>
Zähne / Wurzeln mit Ausgangsbefund normaler Pulpa / normaler Periapex Erfolgsrate 80 % ( $p = 0,02$ ). Pulpitis / normaler Periapex erfolgreich 89 % ( $p = 0,09$ ). Devitale Pulpa / normaler Periapex erfolgreich 86 % (nicht signifikant). Devitale Pulpa / pathologischer Periapex bzw. chron. Periodonitis erfolgreich 55 % ( $p < 0,01$ ).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Komplikationen</b>
Keine Angabe.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Die Präsenz einer periapikalen Pathologie scheint sich am gravierendsten auf den Erfolg (Negativeffekt) der Wurzelkanalbehandlung auszuwirken ( $p < 0,001$ ).
<b>Sponsor</b>
Office of Academic Affairs, Veteran Administration, Washington.
Fritz / Kerschbaum: <b>Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne.</b> <sup>64</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie ist die Effektivität von Wurzelkanalbehandlungen über einen langen Zeitraum?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Deutschland. Umfeld: 2 zahnärztliche Kassenpraxen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Längsschnittuntersuchung von Patientendaten, Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier-Methode, 95 % Konfidenzintervall. Beobachtungszeitraum: Praxis 1 (P1): 1984 - 1994, Praxis 2 (P2): 1981 - 1996 (jeweils der gesamte Behandlungs- und Nachkontrollzeitraum), möglichst langes Nachverfolgung.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: P 1: 423 / in %: < 20 Jahre: 15,6; 20 - 29 Jahre: 25,3; 30 - 39 Jahre: 18,7; 40 - 49 Jahre: 19,1; 50 - 59 Jahre: 10,4; 60 - 69 Jahre: 5,4; > 70 Jahre: 5,4; Durchschnitt: 36,7 Jahre ( $\pm 16,6$ ) / 40,2 % männlich. P 2: 343 / in %: < 20 Jahre: 5,5; 20 - 29 Jahre: 24,4; 30 - 39 Jahre: 20,4; 40 - 49 Jahre: 17,5; 50 - 59 Jahre: 19,4; 60 - 69 Jahre: 12; > 70 Jahre: 0,9; Durchschnitt: 41,3 ( $\pm 15,4$ ) / 47,8 % männlich. Die Verteilung der Zähne ist abhängig von der Kanalzahl, in P 2 wurden doppelt so viele Behandlungen wie in P 1 an Zähnen mit 3 Wurzelkanälen durchgeführt.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: alle; Anzahl der einzelnen Zahntypen angegeben, jedoch keine Aufspaltung der Ergebnisse nach Typen. Anzahl Zähne: P1 = 504, P2 = 343, Gesamt = 847, davon 35,9 % Molaren (P1: 27,8 %, P2: 48 %).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Wurzelkanalbehandlung, (Revision und Wurzelspitzenresektion bei Auftreten mit betrachtet). In P2 kein Kofferdamm und Kondensation mittels Zentralstift; in P1 laterale Kondensation.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe.
<b>Ergebnismessung</b>
Zahn „in situ“ oder nicht, keine klinische bzw. röntgenologische Nachuntersuchung.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg (Kriterium: letzter dokumentierter Zahnarztbesuch mit Zahn „in situ“, unabhängig von klin. Oder röntgen. Befund) oder Misserfolg (= Extraktion).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Verweis auf andere Studien: Einleitung u. Diskussion (hier v.a. Roche et al. <sup>73</sup> und BKK-Studie <sup>40</sup> ). Autoren verwenden einfache Erfolgsparameter, da in Praxiskarteien nur Basisdaten verfügbar.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren/ -variablen</b>
Univariate Analysen zur Ermittlung von Faktoren wie Anzahl Wurzelkanäle, Alter, Geschlecht, Behandler → „in den meisten Fällen“ kein signifikanter Einfluss.
<b>Erfolgsraten</b>
(Kumulierte) Überlebensraten: P 1: nach 1 Jahr 92,1 % ( $\pm 2,4$ %), 2 Jahren 91 % ( $\pm 2,6$ %), 3 Jahren 88,2 % ( $\pm 2,9$ %), 4 Jahren 86,5 % ( $\pm 3,2$ %), 5 Jahren 84,3 % ( $\pm 3,4$ %), 6 Jahren 82,6 % ( $\pm 3,6$ %), 7 Jahren 82,0 % ( $\pm 3,7$ %), 8 Jahren 79,2 % ( $\pm 4,0$ %), 9 Jahren 76,5 % ( $\pm 4,6$ %). P 2: nach 1 Jahr 97,2 % ( $\pm 1,9$ %), 2 Jahren 95 % ( $\pm 2,7$ %), 3 Jahren 93,9 % ( $\pm 3,0$ %), 4 Jahren 90,2 % ( $\pm 4,0$ %), 5 Jahren 89,2 % ( $\pm 4,7$ %), 6 Jahren 85,7 % ( $\pm 6,6$ %), 7 Jahren 85,7 % ( $\pm 6,6$ %), 8 Jahren 85,7 % ( $\pm 6,6$ %), 9 Jahren 78,5 % ( $\pm 11,2$ %).
<b>Komplikationen</b>
Art der Komplikation(en): Gründe für Extraktionen: apikale Parodontitis (P 1: 48 %, P 2: 36 %), Parodontopathie (21 %, 16 %), Karies (13 %, 0 %), Fraktur / Trauma (9 %, 36 %).
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

Blomlöf et al.: <b>Prognosis and mortality of root-resected molars.</b> <sup>55</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie ist der Vergleich der Verlustraten wurzelamputierter Molaren und wurzelkanalgefüllter, einwurzeliger Zähne bei ein und denselben Patienten, dabei wird der Einfluss von individuellen, seitenspezifischen oder zahnbezogenen Faktoren auf die Verlustrate untersucht (Motivation: Vergleich von einwurzeligen mit auf eine Wurzel „reduzierten“ Zähnen)?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Schweden. Umfeld: Parodontologische Klinik (68 %) und Zahnklinik.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive, randomisierte Langzeituntersuchung von Patientendaten; Überlebenszeitanalyse mit T-Test und Chi <sup>2</sup> -Test. Beobachtungszeitraum: Wurzelresektion in der Zeit von 1981 bis 1988, Nachverfolgung: ø 66,9 Monate für resezierte Molaren und ø 67,9 Monate für einwurzelige Zähne.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 80 / 54 (bei Kontrolluntersuchung) / 43,75 % bzw. 56 % Raucher. Alter: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Patient.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Anzahl Zähne / Wurzeln: 146 resezierte Molaren und 100 wurzelkanalgefüllte, einwurzelige Zähne.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Wurzelamputation mit vorheriger Wurzelkanalbehandlung, alle Eingriffe von einem Behandler. 75 % der Resektionen im OK, in 49 % palatinale Wurzel erhalten. Durchschnittl. Sitzungshäufigkeit: 3,3 Sitzungen (± 2) mit professioneller Mundhygiene pro Jahr.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
(Empfänglichkeit für) Erwachsenenparodontitis (durchschnittl. röntgenologischer „Attachmentverlust“ bei Kontrolluntersuchung 5,6mm), Zähne mit Furkationspathologie, auch Zähne mit schwerem parodontalem Knochenabbau mit Furkationsbeteiligung von mehr als 3 mm an einer oder mehreren Stellen Anzahl Zähne/Patient zum Zeitpunkt der Resektion: 24,2 (± 5,7); auch genaue Angaben zu den klinischen/röntgenologischen Ergebnissen (Plaqueindex,...)
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch (2 Untersucher, Taschentiefe, Plaqueindex, Gingivalindex, gingivaler Blutungsindex; Anamnese: Tabakkonsum, professioneller Recall; Überprüfung Restauration von 1 Untersucher) und radiologisch (periapikaler Befund von 3 Untersuchern, marginale Knochenbefund von 1 Untersucher)
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Gleiche Kriterien für beide Zahnarten; Exaktion (Überlebensrate) und Auswertung diverser klinischer und radiologischer Befunde.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Exakte Beschreibung der Ergebnisse der klinischen und radiologischen Untersuchung und Korrelationen untereinander. Patienten mit der Nachbehandlung an einer Spezialklinik hatten signifikant niedrigere Taschentiefen an den Resektionsstellen als Patienten in der allgemeinzahnärztlichen Klinik. Einfluss einer endodontischen Infektion auf die Progression einer Parodontitis wird gesehen.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
10-Jahres-Überlebensrate (der Molaren) bei Patienten mit röntgenologischem „Attachmentverlust“ bei einwurzeligen Zähnen von > 6 mm 56 %, bei ≤ 6 mm 89 % (Unterschied signifikant). 10-Jahres-Überlebensrate der Molaren bei Patienten mit 20 oder weniger Restzähnen signifikant schlechter (35 % vs. 91 %) - vielleicht weil diese Patienten ihre Zähne generell weniger pflegen. Bei Rauchern schlechter (49 % Verlust, bei Nichtrauchern 16 % Verlust, allerdings p = 0,059). Keine Unterschiede bei den 3 Typen von Resektionen, keine Abhängigkeit von der Wahl der belassenen Wurzel(n).
<b>Komplikationen</b>
22 % der resezierten Molaren während des Beobachtungszeitraums extrahiert; Mehrzahl der Extraktionen erfolgte wegen progressiver, marginaler Parodontitis. Bei 17 von 26 extrahierten Zähnen periapikale Transluzenz, bei 8 / 17 Kommunikation der apikalen mit der parodontalen Läsion.
<b>Verweildauer</b>
22 % der resezierten Molaren während des Beobachtungszeitraums extrahiert, 5 Jahre nach Behandlung noch 83 % der Molaren und 82 % der einwurzeligen Zähne vorhanden. 10 Jahre nach der Behandlung 68 % bzw. 77 % (Unterschied statistisch nicht signifikant; es muss aber beachtet werden, dass Beseitigung der Furkation neue potentielle Schwierigkeiten wie endodontisch Komplikationen oder Restaurationen mit Überständen schafft.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Bis dahin gab es keine Studien, welche die Verlustrate der Zähne bei denselben Patienten verglichen haben.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Rahbaran et al.: <b>Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: A retrospective study.</b> <sup>72</sup>
<b>Fragestellung</b>
Was ergibt der Vergleich der Ergebnisse bei periapikalem chirurgischem Eingriff in einer endodontischen und einer kieferchirurgischen Einheit einer Universitätszahnklinik sowie wie sind die Einflussfaktoren und ihre Wirkung auf das Ergebnis zu evaluieren?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Großbritannien. Umfeld: Spezialisierte (Universitäts-)Klinik.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Langzeituntersuchung von Patientendaten, multiple logistische Regressionsanalyse zur Ermittlung der Einflussfaktoren (Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten). Bei einem 95%-igen Konfidenzintervall liegt die notwendige Stichprobengröße für statistisch signifikante Aussagen (mit 80% Macht) bei mindestens 61 Fällen / Gruppe. Beobachtungszeitraum: Eingriff in der Zeit von 1990 bis 1995, Nachverfolgung: mind. 4 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: von 129 in der endodontischen und 185 in der kieferchirurgischen Abteilung behandelten Patienten haben 61 bzw. 77 an Untersuchung teilgenommen (Gründe für Nichtteilnahme u.a. wegen Zahnverlust) / 59 Patienten: 20 - 39 Jahre, 90 Patienten: 40 - 59 Jahre, 27 Patienten: ≥ 60 Jahre / 42,6 % männlich (Verteilung bez. Alter, Geschlecht und Zahntyp ähnlich in beiden Gruppen). Patientenselektion: Endodontie: guter periodontischer Support, zufriedenstellende Wurzelfüllung, adäquate koronale Restauration, 39 % wurden vor dem Eingriff nicht-chir. behandelt. Kieferchir.: kein best. Protokoll, Zähne mit fehlenden Wurzelfüllungen oder inadäquaten Restaurationen nicht ausgeschlossen.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: alle, davon 14 Molaren. Anzahl Zähne / Wurzeln: 176 Zähne (Endodontie: 83, Kieferchirurgie: 93).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Periapikale chirurgische Wurzelkanalbehandlung, 1 Behandler (1. Autor), 44 bzw. 43 % der Patienten waren schon einmal chirurgisch behandelt worden. Wichtigste Unterschiede in der Behandlung zw. den beiden Einheiten: Relative Anzahl von posterioren Zähnen, Qualität schon existierender Wurzelfüllungen und Restaurationen, chirurgisches Vorgehen und Materialien, postoperative Medikation. „Recall“-Rate: 44 % (spezialisiertes Krankenhaus → möglicherweise auch wohnortfremde Patienten, die von einem Arzt überweisen werden, der sie prinzipiell betreut).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
PL.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch und radiologisch (inkl. „Krankengeschichte“, genaue Beschreibung der klin. und radiol. Untersuchung, postoperative und „Recall“-Bilder unabhängig von 3 Untersuchern angeschaut, Intra-/ Interobserver-Test).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Klinisch: Kriterien für Misserfolg und für die Beurteilung der Restauration. Radiologisch: vollständig, unsicher, Misserfolg; radiographische Kriterien für die Beurteilung der technischen Qualität → Misserfolg, wenn entweder klinische oder radiologische Misserfolge; unsicher, wenn klinisch erfolgreich, aber radiolog. Unsicher.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Je größer die Läsion, desto länger dauert die vollständige Ausheilung. Autoren interpretieren Ergebnisse so, dass konventionelle Wurzelkanalbehandlung nicht zwangsläufig Mittel der ersten Wahl gegenüber chirurg. Wurzelkanalbehandlung sein sollte speziell bei infizierten Wurzelkanälen und bestehenden PL (Anmerkung: Verwunderlich, da Ergebnisse nicht sonderlich gut sind). Sie schlagen vor die Studie prospektiv mit größerer Stichprobe zu wiederholen.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Signifikanter Einfluss: Qualität des Eingriffs ( $p < 0,001$ ), Platzierung der Wurzelspitzenfüllung ( $p < 0,056$ ), Abwesenheit einer präoperativen PL ( $p < 0,023$ ), Abwesenheit eines Stifts ( $p < 0,062$ ), gute koronale Restauration. Nicht signifikanter Einfluss: Alter, Zahntyp, vorhergehende konventionelle Revision, vorhergehende chir. Behandlung (abhängig von ihrer Qualität) postoperative Medikation, präoperative Symptome, Größe der präoperative periapikalen Radioluzenz, Vorhandensein und Beschaffenheit einer existierenden Wurzelfüllung (wurde in anderen Studien oft als signifikanter Faktor erkannt).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Erfolgsraten</b>
Endodontie: Erfolg: 37,4 %, unsicher: 32,5 %, Misserfolg: 30,1 % (auch aufgeschlüsselt nach klinisch und radiologisch. Kieferchirurgische Einheit: Erfolg: 19,4 %, unsicher: 35,4 %, Misserfolg: 45,2 % (auch aufgeschlüsselt nach klinisch und radiologisch. Unterschied in der Erfolgsrate statistisch signifikant (p = 0,009). Erfolgsrate bei Molaren (n = 14 (!), Erfolg: 6 (42,8 %).
<b>Komplikationen</b>
Keine Angabe.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Wurzelkanalbehandlung - Wurzelspitzenresektion: Erfolgsraten anhand von Studien, wann welche Behandlung angezeigt ist, mögliche Komplikationen, Einflussfaktoren auf Wurzelresektion anhand von Studien, Erklärung der häufig widersprüchlichen Ergebnisse bei einzelnen Studien.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Testori et al.: <b>Success and failure in periradicular surgery. A longitudinal retrospective analysis.</b> <sup>75</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind 2 verschiedene chirurgische Techniken bei periapikalen Eingriffen - traditionelle Rotationsinstrumente (Standard) vs. Ultraschalltechnik - im Vergleich und wie ist der Einfluss verschiedener präoperativer Faktoren im Heilungsprozess zu evaluieren?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: vermutlich Italien. Umfeld: Krankenhaus.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie, Analyse der Prognosefaktoren durch Fisher's Exakt Test. Beobachtungszeitraum: Behandlungen 1985 bis 1994, „Recall“-Zeitraum 1994 - 1995. Nachverfolgung: ø 4,6 Jahre (1 bis 6 Jahre).
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 130. Altersgruppe: durchschnittliches Alter 40 Jahre bei den Frauen, 39 Jahre bei den Männern / 53 Männer. 4 Patienten wurden während des „Recalls“ ausgeschlossen, da ihre Zähne wegen periodontischen Gründen gezogen werden mussten. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Wurzeln.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle, nach Molaren aufgeschlüsselt. Anzahl Zähne / Wurzeln: 181 Zähne, 302 Wurzeln (davon 152 Molarenwurzeln).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Periradikularer chirurgischer Eingriff (dann, wenn intrakanale endodontische Therapie nicht möglich), 1 Chirurg. Behandlung 1: Ultraschall-Retropräparation (bei 95 Wurzeln). Behandlung 2: Standardtechnik (bei 207 Wurzeln).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe (bzw.: Behandlung, wenn Wurzelkanalbehandlung nicht möglich).
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologisch (von 2 der Studienautoren).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Vollständige Heilung / unvollständige Heilung / unsichere Heilung / nicht zufriedenstellendes Ergebnis (Rudkriterien) <sup>34</sup> .
<b>Ergebnisse verbal</b>
Füllungsmaterial bei allen Ultraschalltechnik-Behandlungen ist Super EBA (d.h. ein modifiziertes Zinkoxideugenolzement, 60 % o-Ethoxy-Benzoesäure), bei allen traditionellen Behandlungen Amalgam → Ergebnisse könnten daher auch durch die Füllungsart begründet sein.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Erfolgsraten wenn: vorhergehende Behandlung zufrieden stellend: 90 %, vorhergehende Überfüllung: 60 %, keine vorhergehende orthograde Behandlung: 79 % (Unterschiede signifikant), OK: 78 %, UK: 66 %. Kein Einfluss: Alter. Untersucht wurden außerdem: post / no post (keine Ergebnisangaben).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Erfolgsraten</b>
Angaben für vollst. Heilung nach 4,6 Jahren (der durchschnittlichen Nachverfolgung). Gesamt: 75 %, mit Standardtechnik: 68 %, mit Ultraschalltechnik: 85 % (Unterschied signifikant, auch nach Anpassung bez. Qualität der vorherigen Behandlung, Kiefer, Zahnlokation). OK Gesamt: 77,9 %, UK: 66,1 % (Anm. Sonst ist es häufig umgekehrt!), bei Molaren hingegen OK: 67,5 %, UK: 79,2 %. M1M distal: 90 %, M1M mesial: 83,4 %, M1M palatal: 83,3 %, M2M 100 % (alle Gruppen je 2 Wurzeln), Mand.1M distal: 65 %, Mand.1M mesial: 62,5 %, Mand.2M distal 75 %, Mand.2M mesial 57,1 % → Ergebnisse wegen kleiner Untergruppen verm. statistisch nicht signifikant!).
<b>Komplikationen</b>
Keine Angabe.
<b>Verweildauer</b>
Erfolgsrate stieg bei längerer Nachverfolgung an (68,4 % nach 2 Jahren versus 80 % bei 6 Jahren).
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Maddalone / Gagliani: <b>Periapical endodontic surgery: A 3-year Follow-up study.</b> <sup>69</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welche Ergebnisse zeigt periradikuläre Chirurgie bei der Behandlung mit mikrochirurgischer Technologie und Ultraschall-Wurzelspitzen-Präparation?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Italien. Umfeld: Krankenhaus.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie; Analyse der Gruppenunterschiede durch Kruskal-Wallis-Test. Beobachtungszeitraum: Behandlungszeitraum über 2 Jahre (vermutl. 1998 - 1999); Nachverfolgung über 3 Jahre hinweg (Beobachtungszeitpunkte: 1 Monat, 3, 6, 12, 24 und 36 Monate).
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 79. Altersgruppe: 40 (SD = 12,5; zwischen 15 und 68 Jahren). Geschlechtszusammensetzung: 28 Männer.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: alle, davon 28 Molaren (23,3 %). Anzahl Zähne / Wurzeln: Es wurden 120 Zähne bei 79 Patienten bewertet. (Von den ursprgl. 154 Zähnen bei ursprgl. 101 Patienten wurden 8 - wegen vertikaler Wurzelfrakturen oder lateraler Perforationen - schon vor der geplanten chir. Wurzelkanalbehandlung extrahiert und in der Folge aus der Untersuchung ausgeschlossen, wodurch 146 Zähne und 93 Patienten blieben; 14 Patienten wurden wegen unregelmäßiger Wiedervorstellung ausgeschlossen).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Periradikulärer chir. Eingriff, 1 Behandler.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne nach erfolgloser konventioneller Wurzelkanalbehandlung, alle Zähne hatten Wurzelfüllungen innerhalb 2,5 mm vom radiologischen Apex, mit PL zwischen 3 und 12 mm.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch und radiologisch (Röntgenbilder unabhängig analysiert, Röntgen vor, während und nach der Behandlung).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Vollständige Heilung / unvollständige Heilung / unsichere Heilung / nicht zufriedenstellende Heilung. Bei Zähnen mit mehreren Wurzeln oder Unstimmigkeit zwischen den Untersuchern wird das schlechteste Ergebnis herangezogen.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Verweis auf neuere technische Entwicklungen und damit verbundene höhere Erfolgsraten; kein sign. Unterschied für „Post“- und „No Post“-Gruppen. Unterschiedlichkeit von Studienresultaten, Diskussion.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Keine Angabe.
<b>Erfolgsraten</b>
Nach 3 Jahren über alle Zahntypen: 78,3 % vollständige Heilung; 14,2 % unvollständig; 3,3 % unsicher; 4,2 % Misserfolg → Gesamt: 92,4 % (vollständige und unvollständige Heilung). Nach 4 Jahren für Molaren: 78,6 % vollständige Heilung; 17,9 % unvollständig; 0 % unsicher; 3,6 % Misserfolg.
<b>Komplikationen</b>
Keine Angabe.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Verweildauer</b>
66,6 % der Zähne waren nach 1 Jahr als geheilt anzusehen, keine der kurzfristig geheilten wurden später zu einem Misserfolg.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
8 von 128 Zähnen mussten während der Behandlung wegen (am Röntgenbild jedoch nicht sichtbarer) vertikaler Wurzelfraktur oder lateraler Perforation gezogen werden. → Diese Zähne wurden aus Erfolgsbeurteilung ausgeschieden, verfälscht die Ergebnisse leicht (schlechtere Ergebnisse als Testori et al. <sup>75</sup> ).
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Wesson / Gale: <b>Molar apicectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals.</b> <sup>76</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie lauten die 5-Jahres-Erfolgsraten bei Apiektomie bei Molaren mit Amalgam-Wurzelspitzenfüllung und wie sind die für Misserfolg anfällige(n) Stelle(n) am Zahn zu lokalisieren? Gibt es prognostische Indikatoren und Unterlippen-Morbidität?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Großbritannien. Umfeld: Abteilungen für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in zwei allgemeinen Distrikt-Krankenhäusern. Offensichtlich stand kein spezialisierter Endodontologe zur Verfügung.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: 1974 begonnene prospektive klinische Studie. Anmerkung: Es fehlen Konfidenzintervalle und / oder p-Werte, speziell bei den einzelnen Untergruppen! Beobachtungszeitraum: Behandlungen zwischen 1974 und 1995, Wiederbegutachtung jedes zwischen 1979 und 2000 operierten Zahns nach 5 Jahren.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 790. Altersgruppe: 503 < 45 Jahre, 251 > 45 Jahre, bei 36 Patienten keine Altersdaten. Geschlechtszusammensetzung: 36 % männlich.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Molaren. Anzahl Zähne / Wurzeln: 790 Molaren.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Apikoektomie bei Molaren mit Amalgam-Wurzelspitzenfüllung; Behandlung sowie prä-, intra- und postoperative Beobachtung großteils durch 1. Autor, nur bei 16 Zähnen keine Wurzelspitzenfüllung, da die bestehende Füllung ausreichend gut schien.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Apikoektomie nicht durchgeführt bzw. empfohlen, wenn UK-2.Molar zu nahe am inferioren Zahnerv, wenn Zahn longitudinal frakturiert, Perforation in der Furkation, Radioluzenz in der Furkation ohne Evidenz einer entzündeten oder nicht vitalen Pulpa, Zähne mit fortgeschrittener periodontaler Krankheit oder wenn Patienten in einem schlechten Allgemeinzustand ist.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch und radiologisch (durch 1. Autor, nur ein periapikales Röntgen).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Kriterien nach Rud et al. <sup>34</sup>
<b>Ergebnisse verbal</b>
An den apikalen Wurzelenden trat Misserfolg öfter auf als an der Furkation, eine rein lateraler Misserfolg trat nie auf. Erfolg nach einem Jahr führte in 75 % der Fälle zu Erfolg nach 5 Jahren.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Positiver Einfluss: „Gute“ orthograde Wurzelfüllung „in situ“, zystische Veränderung (Prognose besser als apikale granulomatöse Veränderung, statistisch nicht signifikant), Negativer Einfluss: Keine orthograde Wurzelfüllung, Krankheitserscheinung an der Furkation. Kein Einfluss: Alter, Geschlecht.
<b>Erfolgsraten</b>
Ergebnisse der 5(+)- Jahres-Übersichtsarbeit: Vollständige periradikuläre Heilung: 57 %, Unsichere periradikuläre Heilung: 5 %, Nicht zufrieden stellende periradikuläre Heilung (Misserfolg): 38 % (davon 12 vermutlich aus periodontaler Ursache), Kombinierter periradikulärer und periodontaler Misserfolg: 1 %; Misserfolg nur periodontal: 0,4 %. Höchste Erfolgsraten UK-1.Molaren (60 %), niedrigste Erfolgsraten UK-2.Molaren (46 %), Korrelation zwischen vollständiger Heilung und Molartyp signifikant, p < 0,05).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Komplikationen</b>
Beeinträchtigte Sensitivität der Unterlippe nach UK-Molaren-Apikoektomie (20 - 21 % der Fälle, bei 79 - 80 % 3 Monate, permanent in 1 % (gesamt wurden hier 734 Zähne betrachtet, nach zweiten Molaren-Apikoektomie 3 mal so oft wie nach ersten Molaren-Apikoektomie ( $p < 0,05$ ); „antral problems“ schienen selten, wurden nicht dokumentiert. Behandlungsfehler mit teilweise folgender Extraktion verursacht durch longitudinale Wurzelfraktur, Perforation und / oder Infektion an der Furkation, periodontische Krankheit, nicht restaurierbare Krone.
<b>Verweildauer</b>
174 Zähne innerhalb der 5 Jahre extrahiert.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Verweis auf die technische Entwicklung (chir. Mikroskop,..) der letzten Jahre!, → Ergebnisse teilweise veraltet. Ergebnisse moderner Wurzelkanalbehandlung besser, chir. wird weniger oft benötigt. Ergebnisse für Molaren und Wurzelkanalbehandlung in den Studien teils schlechter, teils gleich gut wie bei anderen Zähnen. Molaren-Wurzelkanalbehandlung wird immer häufiger durchgeführt, gibt inzw. mehr wurzelgefüllte Molaren (England und Wales). „Backup“-Option der Molaren-Apik. wird wichtiger.
<b>Sponsor</b>
Zum Teil NHS Executive Eastern Region.
Peak et al.: <b>The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces.</b> <sup>70</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welchen Einfluss haben verschiedene Parameter auf den Erfolg von Wurzelkanalbehandlungen durch nicht spezialisierte Zahnärzte?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Großbritannien. Umfeld: Zahnklinik der Royal Air Force; Behandler = Allgemeinzahnärzte.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Langzeitbeobachtungsstudie (Fallserienstudie). Beobachtungszeitraum: 2 Gruppen: Behandlung vor > 3 Jahren oder < 3 Jahren, aber vor mind. 1 Jahr.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: Angehörige der Royal Air Force. Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe (vermutlich primär Männer).
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle, Molare extra ausgewiesen. Anzahl Zähne / Wurzeln: 406 Zähne (178 Frontzähne, 104 Premolaren, 124 Molaren).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung, nach versch. Behandlungstechniken (laterale Kondensation = 64 % der Fälle, Single Cone Gutta-Percha = 21 %, Silber / Titan "point" = 11 %, Endomethasone (Septodont) = 5 %) unterschieden.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
69 % der behandelten Zähne hatten PL. Keine Angabe zu Pulpenstatus.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch (1 - 3 Begutachter) und radiologisch (1 Begutachter), Kalibrierung der Begutachter per "Cohen's ungewichteter Kappa-Test".
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Vollständiger Erfolg / unvollständiger Erfolg / Misserfolg. Zahnverlust = Misserfolg, außer wenn Extraktion explizit nicht in Zusammenhang mit Wurzelkanalbehandlung erfolgte.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Die meisten Misserfolge gab es bei Molaren. Erstaunlich hohe Erfolgsraten (93 % bei bestehender apikaler Läsion, 75 % ohne bestehende apikale Läsion) wurden - im Gegensatz zu anderen Studien wie z.B. Molven et al. 1987 <sup>31</sup> - bei Überfüllung des Wurzelkanals beobachtet.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Absichtlich nicht auf statistische Signifikanz geprüft, da Studienpopulation nicht repräsentativ ist! Kein Einfluss: Keine Angabe. Wichtiger Einfluss: Länge der Füllung (< 2 mm vor der Wurzelspitze, ≥ 2 mm vor der Wurzelspitze, Überfüllung - Füllung zwischen 0 und 2 mm ist am besten - sagen auch Sjögren et al. 1990 <sup>74</sup> ) und bestehende PL (überraschend war die Erfolgsrate bei Fällen mit einer bestehenden PL mit 87 % höher als jene für Zähne ohne (80 %).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Erfolgsraten</b>
Gesamt: 57 % völlige Heilung, 28 % unsichere Heilung, 15 % Misserfolg; (57 + 28 = 85 % Erfolg). Nach Technik: Laterale Kondensation m. Gutta-Percha = 92 % Erfolgsrate, Single Cone Gutta-Percha = 68 % Erfolgsrate, Silber / Titan-Stift = 73 %, Endomethasone = 89 %. Nach Zahntyp und Kiefer: OK-Molare (n = 39): 80 % (weiter aufgesplittet nach Technik - Laterale Kondensation: 91 % (n = 30), Single Cone Gutta-Percha 67 % (n = 4), Silber/Titan-Stift 37 % (n = 3), Endomethasone 100 % (n = 2); UK-Molare (n = 60): 80 % (weiter aufgesplittet nach Technik - Laterale Kondensation: 89 % (n = 50), Single Cone Gutta-Percha 20 % (n = 1), Silber / Titan -Stif 75 % (n = 9), Endomethasone (n = 0).
<b>Komplikationen</b>
Zahnverlust.
<b>Verweildauer</b>
Beobachtungszeitraum < 3 Jahre: Gesamt 82 % (OK-Molare: 83 %, UK-Molare: 82 %). Beobachtungszeitraum > 3 Jahre: Gesamt 86 % (OK-Molare: 77 %, UK-Molare: 78 %).
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Weitere wichtige Faktoren (es werden diverse Studien zitiert): Saubere Entfernung der Bakterien (wörtl. „micro-organism“ aus Kanal) und Füllung der Wurzel um Wiederbesiedlung m. Bakterien zu vermeiden; saubere koronale Restauration; hohe Qualität des Füllmaterials; wichtig ist Zeit und Sorgfalt die für Behandlung aufgewendet wird sowie ganz wichtig: das Vorgehen nach internationalen Standards = Einhaltung der Behandlungsrichtlinien.
<b>Sponsor</b>
Royal Air Force.
Friedman et al.: <b>Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment.</b> <sup>62</sup>
<b>Fragestellung</b>
Was ergeben die Beobachtung und die Analyse der kumulierten Erfolgsraten von wurzelbehandelten Zähnen, um gesicherte Aussagen über die Auswirkung einzelner Einflussfaktoren auf den Erfolg der Wurzelkanalbehandlung treffen zu können?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Kanada (Torontostudie). Umfeld: Universitätsklinik, Behandler = Studenten, von qualifiziertem Oberarzt überwacht.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Prospektive, verblindete, klinische Langzeitbeobachtungsstudie (Anmerkung: Blindstudie insofern, als Behandler nicht Begutachter des Erfolgs war); Konfidenzintervall 95 %. Beobachtungszeitraum: September 1993 – September 1995 (Phase 1), Nachverfolgung: 4 bis 6 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 350 (davon 120 Patienten näher analysiert). Altersgruppe: 131 ≤ 45 Jahre, 146 > 45 Jahre, (39 ≤ 45 Jahre, 81 > 45 Jahre). Geschlechtszusammensetzung: 15 Frauen, 126 Männer (61 Frauen, 59 Männer).
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn und Wurzel.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle Zähne, Angabe ob OK oder UK, differenziert nach Anzahl der Wurzeln (43 einwurzelige und 77 mit ≥ 2); ≥ 2 Wurzeln entsprechen Molaren. Anzahl Zähne / Wurzeln: 450 Zähne; Statist. Analysen erfolgten für 120 Zähne.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Primärbehandlung; konventionelle Wurzelkanalbehandlung; Behandlung erfolgte nach Leitlinien (z.B. Kofferdammisolation, Spülung mit 2,5 % Natriumhypochlorid-Lösung, Füllung bis zu 1mm vorm radiographischen Apex) und unter Anwendung der „Schilder“-Technik oder der lateralen Kondensationstechnik mit Gutta-Percha - abhängig vom Wochentag.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne mit irreversibler Pulpitis und vitaler Pulpa ohne PL bzw. Zähne mit irreversibler Pulpitis und devitaler Pulpa ohne PL und Zähne mit Pulpanekrose und mit assoziierter PL.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch (kein Schmerz, keine Schwellung) und radiologisch (Erfolg definiert mittels PAI-Index < 3) durch voneinander unabhängige Begutachter.
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Hypothese, dass Erfolgsraten bei Zähnen ohne periapikaler Parodontitis höher sind als bei jenen mit einer bestehenden konnte bestätigt werden (Details dazu in Studienergebnissen der Phase 2). OR bei definitiver vs. provisorischer Versorgung der Zahnkrone: 2,14.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Sehr wichtiger (statistisch signifikanter) Einfluss: Bestehende periapikale Läsionen ( $p = 0,014$ ) und eine devitale Pulpa ( $p = 0,011$ ) reduzieren Erfolgsaussichten. Weiterer wichtiger Einfluss: Art der Versorgung (definitiv besser als provisorisch $p = 0,061$ ), Zahl der Wurzeln ( $p = 0,117$ ) je weniger desto besser), Füllmethode (vertikal besser als lateral). Indifferenten Einfluss: Zahl der Sitzungen (Adjusted OR („Chancenverhältnis“) von 1 Sitzung gegenüber mehreren ist: 1,21). Geringer bzw. kein Einfluss: Alter (Gruppe 1a / b: Heilerfolg 100 % bei $\leq 45$ Jahren, 89 % $> 45$ Jahren, $p = 0,562$ ; Gruppe 2: Heilerfolg 65 % bei $\leq 45$ Jahren, 78 % $> 45$ Jahren, $p = 0,232$ ); Geschlecht, Lokalisation des Zahns (OK oder UK), präoperative Symptome, Größe der Läsion, Peridontalstatus, apikale Füllungsänge, apikale Ausdehnung der Läsion, Art der Restauration, Auftreten von Entzündungen zwischen einzelnen Sitzungen.
<b>Erfolgsraten</b>
Erfolgsraten: 92 % keine PL vs. 74 % PL, $p = 0,014$ = statistisch hoch signifikant. 88 % 1 Wurzel vs. 77 % $\geq 2$ Wurzeln, $p = 0,117$ . 95 % vitale Pulpa vs. 75 % devitale Pulpa, $p = 0,011$ . 70 % provisorische Kronenrestauration vs. 85 % definitive Versorgung, $p = 0,061$ . 78 % laterale Wurzelfüllung vs. 86 % vertikale Wurzelfüllung vs. 67 % andere Füllmethode, $p = 0,379$ . Erfolgsraten getrennt nach fehlender oder bestehender PL: Molaren (korr. $\geq 2$ Wurzeln) mit PL: 63 %, Frontzähne / Premolare (korr. 1 Wurzel): 87 %, $p = 0,024$ . Gesamterfolg lag bei 81 % vollständiger Heilung (d.h. es gab röntgenologisch kein Zeichen einer Läsion mehr). Bei der ausschließlichen Berücksichtigung von klinischen Kriterien, also keine Schmerzen und keine Schwellung betrug die Erfolgsrate sogar 97 %.
<b>Komplikationen</b>
Nein.
<b>Verweildauer</b>
Erfolgsraten: 4 bis 6 Jahre nach Wurzelkanalbehandlung (s.o.).
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Der entscheidende Faktor für Heilerfolg sind die Abwesenheiten von periapikalen Läsionen (Angepasste OR („Chancenverhältnis“: 3,71), $p = 0,029$ ; d.h. die Erfolgsaussichten ohne PL sind viermal so hoch wie bei einer bestehenden Läsion.
<b>Sponsor</b>
Universitäre Studie, kein weiterer Sponsor erwähnt.
Boltacz-Rzepkowska / Pawlicka: <b>Radiographic features and outcome of root canal treatment carried out in the Łódź region of Poland.</b> <sup>52</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie sind die Einflussfaktoren auf den „radiologischen“ Status von wurzelkanalbehandelten Zähnen zu analysieren?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Polen. Umfeld: Patienten der Universitätsklinik Lodz (z.T. in Zahnambulanz behandelt), von 2 privaten Facharztpraxen und durch Zahnschulärzte; Behandler = Allgemeinzahnärzte.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Randomisierte retrospektive Beobachtungsstudie. Beobachtungszeitraum: Mind. 1 Jahr.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: zufällig ausgewählte 236 Patienten, seit deren Wurzelkanalbehandlung zwischen 1 und $> 7$ Jahre vergangen war. Altersgruppe: 15 bis 76 Jahre, Durchschnitt: 41,9 (SD: 0,78). Geschlechtszusammensetzung: 61,9 % Frauen, 38,1 % Männer.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne anhand von 155 Röntgenbildern.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: alle, Molaren nicht extra ausgewiesen. Anzahl Zähne / Wurzeln: 282 wurzelgefüllte Zähne, 73 Zähne hatten eine Pulpotomie erhalten.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Primärbehandlung; konventionelle Wurzelkanalbehandlung und Pulpotomie (Pulpotomie: Abtötung der Pulpa, Entfernung des koronalen Teil der Pulpa und Auffüllung mit einer pastösen Resorcinol-Formaldehyde Mischung).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Keine Angabe.
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologisch von 2 unabhängigen Beobachtern (nach Kriterien von De Cleen et. al 1993 zit. nach den Autoren, d.h. wenn Durchmesser der periapikalen Aufhellung doppelt so groß war wie die Weite des periodontalen Ligamentspalts wurde von einer radiologischen Pathologie ausgegangen oder z.B. erfolgreich war Füllung, wenn sie zwischen 0 und 2 mm vor dem radiologischen Apex erfolgte).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Füllung adäquat und keine radiologische Aufhellung = Erfolg.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Ergebnisse verbal</b>
Anzahl der adäquat gefüllten Zähne war etwas höher als in vergleichbaren Studien (z.B. Weiger et al. <sup>48</sup> über die Region Stuttgart).
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Wichtiger Einfluss: Behandler (Spezialist besser als Allgemeinzahnarzt); Beobachtungszeitraum, adäquate Füllungslänge. Indifferentere Einfluss: Keine Angabe. Kein Einfluss: Keine Angabe.
<b>Erfolgsraten</b>
48,9 % der wurzelkanalbehandelten Zähne waren adäquat (d.h. 0 bis 2 mm vor dem radiologischen Apex gefüllt), 39 % waren über-, 12,1 % unterfüllt. 59,2 % der Zähne ohne Aufhellungen waren korrekt gefüllt. 64,0 % der in Zahnklinik behandelten Zähne waren richtig (zwischen 0 - 2mm) gefüllt, 53,3 % jener in privaten Praxen und nur 29 % der in Zahnambulanzen behandelten (p = 0,029).
<b>Komplikationen</b>
Nein.
<b>Verweildauer</b>
107 (= 72,3 %) der untersuchten 148 Zähne, deren Wurzelkanalbehandlung > 7 Jahre zurücklag, hatten keine Aufhellungen; von den adäquat gefüllten Zähnen (zwischen 0 - 2 mm) hatten nach > 7 Jahren sogar 93,1 % keine Aufhellung (p = 0,20). Gesamt gesehen hatten 59,2 % der adäquat gefüllten Zähne keine Aufhellung, p < 0,0005 = höchst signifikant.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Eine unvollständige Heilung kann nach 5 bis 12 Jahren noch zu einer vollständigen werden. Nach 1 Jahr wiesen adäquat gefüllte Zähne zu 72,2 keine Aufhellung auf (p = 0,2), nach 2 bis 4 Jahren 95,2 %, nach 5 bis 7 Jahren 88,9 % und nach > 7 Jahren wie erwähnt 93,1 %. Autoren sprechen sich gegen Zahnamputationen aus (67,1 % dieser Zähne hatten eine periapikale, krankhafte Veränderung).
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Weiger et al. : <b>Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions.</b> <sup>77</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie ist die Prognose von Wurzelkanalbehandlungen an Zähnen mit PL mit oder ohne Calciumhydroxideinlage (d.h. Vergleich 1-sitzige vs. 2-sitzige Behandlung)?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Deutschland. Umfeld: Universität, Behandler = Endodontologen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Prospektive, klinische Langzeitbeobachtungskohortenstudie, Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier-Methode sowie Log-Rank-Test und Regressionsanalyse nach Cox. Beobachtungszeitraum: September 1992 bis Oktober 1998; Beobachtungspunkte nach 6 Monaten, nach 1, 2, 3, 4 und 5 Jahren.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 67 Patienten, die bis 4 Wochen vor Behandlungsbeginn keine Antibiotika eingenommen hatten. Altersgruppe: 11 bis 84 Jahre, Durchschnittsalter: 38 Jahre. Geschlechtszusammensetzung: 55,2 % Frauen, 44,8 % Männer.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne.
<b>Zahnart / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahnart: Alle, inkl. Molare (n = 23). Anzahl Zähne / Wurzeln: 31 in 2 Sitzungen (d.h. mit einer Calciumhydroxideinlage behandelte) und 36 in 1 Sitzung behandelten Zähne.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Primärbehandlung, konventionelle Wurzelkanalbehandlung erfolgte nach europäischen Behandlungsleitlinien (Kofferdammisolation, Spülung mit 1 %iger Natriumhydrochloridlösung unter Verwendung steriler Instrumente, Arbeitslänge bis 1 mm vor radiographischen Apex, Obturation mittels Gutta-Percha ~ laterale Kondensationstechnik, gefolgt von definitiver Restauration der Krone).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne mit Pulpanekrose und mit assoziierter PL.
<b>Ergebnismessung</b>
Vollständige Heilung / unvollständige Heilung / Misserfolg.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Klinisch (Symptomfreiheit des Zahns) und radiologisch (nach Strindberg 1956 <sup>44</sup> , z.B. periodontaler Ligamentspalt von normaler Weite), unvollständige Heilung lag vor, wenn die Läsion nach 4 Jahren geschrumpft oder unverändert war, aber noch immer bestand), Misserfolg bei entweder klinischen Symptomen und / oder Läsionen nach 4 bis 5 Jahren weiter bestanden bzw. neue Läsionen aufgetreten waren.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Es gab keine signifikanten Unterschiede bei Erfolg der Behandlung von Zähnen mit Pulpanekrose und PL in 1 oder 2 Sitzungen. Aus ökonom. Perspektive ist daher 1 Sitzung vorzuziehen.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Stat. signifikanter Einfluss: Größe der apikalen Läsion ~ wenn Läsion > 5 mm war, war die Misserfolgswahrscheinlichkeit deutlich (Relatives Risiko 2,45 bei 95 % Konfidenzintervall) erhöht (p = 0,02). Kein signifikanter Einfluss: Zahntyp (p = 0,60), Zahl der Sitzungen bzw. ob Einlage erfolgte oder nicht (p = 0,89), Länge der Wurzelkanalfüllung (p = 0,66).
<b>Erfolgsraten</b>
Je länger Beobachtungszeitraum ist, desto höher ist die völlige Erfolgswahrscheinlichkeit (bei Beobachtungszeitraum über 5 Jahren lag Erfolg bei über 90 %).
<b>Komplikationen</b>
Nein.
<b>Verweildauer</b>
Behandlung in 1 Sitzung: nach 1 Jahr 26 %, 2 Jahren 60 %, 3 Jahren 70 %, 4 Jahren 84 %, 5 Jahren 92 %. Behandlung in 2 Sitzungen: nach 1 Jahr 33 %, 2 Jahren 62 %, 3 Jahren 79 %, 4 Jahren 87 %, 5 Jahren 93 %. Bei 95 % Konfidenzintervall. Überlebensraten nach dem Zahntyp wurden nicht ausgewiesen, Einfluss des Zahntyps erwies sich bei der Regressionsanalyse nach Cox nicht als statistisch signifikant.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Dammaschke et al.: <b>Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years.</b> <sup>60</sup>
<b>Fragestellung</b>
Wie ist der Status von wurzelkanalbehandelten Zähnen zehn Jahre nach Abschluss der Behandlung?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Deutschland. Umfeld: Universitätsklinik (Behandler = Studenten).
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive Längsschnitt-Untersuchung von Patientendaten, Überlebenszeitanalyse mittels Kaplan-Meier-Methode sowie Log-Rank-Test. Beobachtungszeitraum: Mind. 10 Jahre, Behandlungszeitpunkt: 1987 bis 1988.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 144 (wurden aus 1.455 Patientenkarteien ausgewählt). Altersgruppe: 18 bis 74 Jahre. Geschlechtszusammensetzung: 32 % Frauen, 68 % Männer.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Alle; Molaren indirekt extra ausgewiesen (Verteilung nach Anzahl der Wurzeln: 1 Wurzel 52,1 % (n = 99), 2 Wurzeln 17,4 % (n = 33), 3 Wurzeln 27,4 % (n = 52), 4 Wurzeln 3,2 % (n = 6). Anzahl Zähne / Wurzeln: 190 Zähne.
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung (Kofferdammisolation; laterale Kondensationstechnik mit Gutta-Percha).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne mit oder ohne vitaler Pulpa bzw. mit oder ohne assoziierte PL.
<b>Ergebnismessung</b>
Bei retrospektiver Bewertung nur, ob Zahnverlust eingetreten war oder nicht (bei Behandlung klinisch und radiologisch).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Bei Bewertung: Erfolg (Zahn ist vorhanden) / Misserfolg (Zahnverlust); Voraussetzung für Aufnahme eines Falls in die Stichprobe war, dass mind. 2 Röntgenbilder in einem bestimmten Zeitabschnitt angefertigt worden waren.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Zähne mit präoperativen PL hatten eine geringere 10-Jahre-Überlebenswahrscheinlichkeit; die längste Verweildauer konnten bei Zähnen mit Wurzelkanalfüllungen, die zwischen 0 und 2 mm vor der Wurzelspitze endeten, beobachtet werden. Bei der restaurativen Versorgung wiesen per Stifzahn und Krone versorgte Zähne die besten Ergebnisse (92,2 % 10-Jahre-Überlebenswahrscheinlichkeit) auf.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Stat. signifikanter Einfluss: PL, Länge der Wurzelkanalfüllung, Art der Versorgung (provisorische Versorgungen hatten nur eine 10-Jahre-Überlebensrate von 52,6 %). Kein stat. signifikanter Einfluss: Alter, Geschlecht, Kiefer, Zahntyp (basierend auf Zahl der Kanäle), Art der definitiven restaurativen Versorgung (obwohl Zement von den Autoren nicht empfohlen wird) haben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Versorgung.
<b>Komplikationen</b>
Kronenfrakturen.
<b>Verweildauer</b>
Gesamt: 85,1 % nach 10 Jahren. Zahntyp: Molare: 89,2 % vs. Frontzähne: ca. 82 % nach 10 Jahren. Überraschenderweise hatten Molare (korr.: Zähne mit 2 oder 3 Wurzeln) längere Überlebenswahrscheinlichkeiten als Vorderzähne (korr.: Zähne mit 1 Wurzel). Da dies im Widerspruch zu anderen Studien steht, wiesen Autoren darauf hin, dass die Ursache dafür einerseits in der guten Einschulung der behandelnden Studenten und der größeren Sorgfalt mit der aufgrund des erhöhten Schwierigkeitsgrads gearbeitet wurde liegen könnte. Präoperativer Befund: bestehende PL: 64,1 %, keine PL: 83,6 % nach 11 Jahren. Provisorische Versorgungen: 52,6 % nach 10 Jahren (p = 0,005); Versorgung mit Stift und Krone: 92,2 %.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Die Studie zeigte - unter Anwendung der Kaplan-Meier-Methode - dass von Studenten wurzelkanalbehandelte Zähne nach 10 Jahren zu 85,1 % noch funktionstüchtig im Mund waren.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Fristad et al.: <b>Nonsurgically retreated root filled teeth - radiographic findings after 20-27 years.</b> <sup>63</sup>
<b>Fragestellung</b>
Sind radiologische periapikale Veränderungen an wurzelbehandelten, revidierten Zähnen 20 bis 27 Jahre nach Behandlung zu entdecken und welche Gründe gibt es für die Extraktion von revidierten Zähnen?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: Norwegen. Umfeld: Universitätszahnklinik Bergen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Zweite Folgestudie (selbe Kohorte 10 Jahre früher erhoben), retrospektive Analyse von Patientendaten (20 bis 27 Jahre nach Behandlung). Ausgangsstudie 1974, erste Folgestudie 1987 (Molven et al. 1987 <sup>31</sup> ) Beobachtungszeitraum: Behandlung (Revision 1974) beurteilt 20 bis 27 Jahre nach Revision.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 70. Altersgruppe: Keine Angabe. Geschlechtszusammensetzung: Keine Angabe.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zahn / Zahnwurzel.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: Keine Angabe; Molaren nicht gesondert ausgewiesen. Anzahl Zähne / Wurzeln: 112 Wurzeln = die Hälfte aller Revisionen (53 %), die schon nach 10 bis 17 Jahren nachuntersucht wurden) und ein Viertel (26 %) aller 1974 revidierten Wurzeln (Gesamtzahl: 429 Wurzeln).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung danach konventionelle Revision, Behandler sind Zahnmedizinstudenten einer Ausbildungsklinik, Extraktion als Komplikation.
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Wurzelbehandelte, konventionell revidierte Zähne; periapikaler Status, Revision entweder wegen proth. Restauration oder wegen periapikaler Pathologie.
<b>Ergebnismessung</b>
Radiologische Kontrolle nach Revision und radiologischer „Recall“ nach 20 bis 27 Jahren, drei verschiedene Beurteiler; 203 Wurzeln nach 3,5 Jahren nach untersucht, 53 % der ursprgl. behandelten Wurzeln wurden nach 10 bis 17 Jahren noch einmal untersucht
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Periapikaler Status: unauffälliger periapikaler Befund, geringe Erweiterung des Periapikalspalts. Erfolg (Füllungslänge nach Strindberg 1956 <sup>44</sup> ), unsicherer Erfolg, Misserfolg.
<b>Ergebnisse verbal</b>
Erfolgsaussichten steigen mit Beobachtungszeitraum (als „late successes“ bezeichnet).

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
Stat. signifikanter Einfluss: Füllungslänge, präoperativer periapikaler Befund. Indifferenten Einfluss: Dropout der Patienten (Vergleich Teilnehmer / Nichtteilnehmer basierend auf der Grundgesamtheit (Molven 1974 zit. nach den Autoren). Stat. signifikant kein Einfluss: Füllungsmaterial, Extraktionen.
<b>Erfolgsraten</b>
Ausgangsstudie: Erfolgsrate 64 % (nach 3,5 Jahren); 81 % Erfolgsrate nach 10 bis 17 Jahren. Folgestudie: Erfolgsrate 95,5 % nach 20 bis 27 Jahren.
<b>Komplikationen</b>
Extraktionen: Endodontische und nicht-endodontische Gründe analysiert. 28 revidierte Zähne während 20 bis 27 Jahren extrahiert, 17 in den letzten 10 Jahren.
<b>Verweildauer</b>
3,5 Jahre, 10 bis 17 Jahre, 20 bis 27 Jahre.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Ausgangsstudie: Anstieg der Erfolgsrate mit Beobachtungszeit, persistierende asymptomatische apikale radiologische Veränderungen, im Speziellen bei Überfüllung sollten nicht als Misserfolg gewertet werden, da sie nach einer verlängerten Beobachtungszeit ausheilen können.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.
Field et al.: <b>A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment.</b> <sup>61</sup>
<b>Fragestellung</b>
Welche Resultate ergibt die Analyse der Erfolgsraten von Wurzelkanalbehandlungen, die in 1 Sitzung durchgeführt wurden?
<b>Land / Umfeld</b>
Land: USA. Umfeld: Endodontische Spezialpraxis, Behandler = Endodontologen.
<b>Design / Beobachtungszeitraum</b>
Design: Retrospektive, randomisierte, verblindete Langzeitbeobachtungsstudie mit Validitätsüberprüfung (Behandler ungleich Begutachter der Röntgenbilder). Beobachtungszeitraum: 1996 bis 1997, Nachverfolgung: 2,5 bis 4 Jahre.
<b>Teilnehmer / Altersgruppe / Geschlechtszusammensetzung</b>
Teilnehmer: 768 Fälle, von denen 223 Patienten nach Wiederbestellung wiederkamen (= 29 % Wiederbestellungsrate). Altersgruppe: 16 bis 89 Jahre; Durchschnittsalter 51,5 Jahre. Geschlechtszusammensetzung. 66 % Frauen, 34 % Männer.
<b>Bewertungseinheit(en)</b>
Zähne.
<b>Zahntyp / Anzahl Zähne / Wurzeln</b>
Zahntyp: alle Zähne, Molaren extra ausgewiesen. Anzahl Zähne: 223 Zähne (111 OK, 112 UK bzw. 48 Frontzähne, 65 Premolaren und 110 Molaren).
<b>Behandlungsart / -verfahren</b>
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung mit einer Sitzung (mit Rotationsinstrumenten und „Crown-down“-Technik, Primärbehandlung und Revision).
<b>Endodontischer Ausgangsbefund</b>
Zähne mit vitaler oder devitaler Pulpa mit oder ohne assoziierte PL.
<b>Ergebnismessung</b>
Klinisch und radiologisch, nach den Gutmann- (Gutmann 1992 zit. nach den Autoren) und Strindbergkriterien (Strindberg 1956 <sup>44</sup> ).
<b>Ergebnisbeurteilung</b>
Erfolg / Misserfolg (neben Zahnverlust, Vorhandensein klinischer Schmerzsymptome und keiner Besserung der PL wurde auch die Notwendigkeit einer chirurgischen Revision als Misserfolg gewertet).
<b>Ergebnisse verbal</b>
Durchschnittsalter bei erfolgreicher Behandlung: 52 Jahre (± 15 Jahre). Durchschnittsalter bei Misserfolg: 51 Jahre (± 11 Jahre), p = 0,749.
<b>Einflussfaktoren / Erfolgsfaktoren / -variablen</b>
(Hoch) signifikanter Einfluss: Zahntyp (Vorderzahn / posteriorer Zahn bzw. M1M / andere Zähne). Indifferenten Einfluss: Zahntyp (Frontzahn / Premolar / Molar). Statistisch signifikant kein Einfluss: Geschlecht, Alter, Kieferposition, Behandler.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Erfolgsraten</b>
Nach Geschlecht: 87,1 % bei Frauen, 93,4 % bei Männern (p = 0,147). Nach Kieferposition: UK: 89,3 %, OK: 89,2 % (p = 0,981, d.h keine signifikanten Unterschiede). Nach Behandler: Bandbreite schwankte bei 4 Behandlern zw. 81,8 und 95,2 % (p = 0,064). Nach Zahntyp: Frontzahn: 97,9 %, Premolar: 86,2 %, Molaren: 87,3 % (p = 0,088) → Premolaren und Molaren wurden in eine „Posterior“-Gruppe zusammengefasst und mit Vorderzähnen verglichen: Posterior: 86,9 %, Vorderzahn: 97,9 % (p = 0,029). Dann wurden M1M (n = 33) und andere Molaren (n = 77) getrennt betrachtet: M1M: 84,8 %, andere Molaren: 88,3 %, Frontzähne und Premolaren (n = 113): 91,2 % Erfolg (p = 0,56). M1M vs. alle anderen Zähne: M1M: 84,8 %, andere Zähne: 90,0 % (p = 0,02).
<b>Komplikationen</b>
Zähne, deren Kanäle nicht in 1 Sitzung getrocknet werden konnten, wurden aus Untersuchung ausgeschlossen.
<b>Verweildauer</b>
Gesamterfolgsrate: 89,2 % (199 Fälle), p = 0,05 ~ Verweildauer nach 2,5 bis 4 Jahren, entspricht den Ergebnissen einiger anderer Studien.
<b>Weitere Bemerkungen / Diskussion / Schlussfolgerungen</b>
Molaren haben tendenziell schlechtere Erfolgsaussichten als Vorderzähne (konkret: je mehr Wurzeln desto schlechter); gute Beobachtungszeitpunkte sind neben 1 Jahr 4 (vgl. Ørstavik, D. 1996, zit. nach den Autoren) oder 5 Jahre (vgl. Weiger et al. <sup>77</sup> ). In beiden Studien wurde bei der 2. Nachverfolgung (2. recall) ein deutlicher Anstieg der Erfolg zu wertenden - nach 1 Jahr als unvollständige Heilung eingestuft - Wurzelkanalbehandlung nachgewiesen. Ursprgl. war prospektive klinische, randomisierte Studie geplant, aber nur 17,8 % der Patienten kamen trotz mehrmaliger Erinnerung zur Nachbehandlung.
<b>Sponsor</b>
Keine Angabe.

Ø= Durchschnittlich. M1M = Maxillärer 1. Molar. M2M = Maxillärer 2. Molar. Mand1M = Mandibulärer 1. Molar. Mand2M = Mandibulärer 2. Molar. OK= Oberkiefer, OR = Odds Ratio, Post. = Posteriore Zähne, d. h. Premolaren und Molaren. UK = Unterkiefer.  
Quelle: ÖBIG-eigene Darstellung.

### 6.3 Abkürzungsverzeichnis

APW	Akademie Praxis und Wissenschaft
AOK	Allgemeine Ortskrankenkassen
BEMA	Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Leistungen
BKK	Betriebskrankenkassen
CECDO	Council of European Chief Dental Officers
CENTRAL	Cochrane Central Register Of Controlled Trials
DARE	Database of Abstracts of Reviews of Effects
DIMDI	Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information
GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HTA	Health Technology Assessment
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung in Deutschland
mm	Millimeter
NHS EED	NHS Economic Evaluation Database
ÖBIG	Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen
OK	Oberkiefer
OR	Odds Ratio
p	p-Wert (eine Erläuterung finden Sie im Glossar unter → p-Wert bzw. → Signifikanz)
PL	Periapikale Läsion
RCT	Randomisierte klinische Studie
UK	Unterkiefer
WHO	Weltgesundheitsorganisation

WKB	Wurzelkanalbehandlung
WSR	Wurzelspitzenresektion

## 6.4 Glossar

Akzessorischer Kanal	Zusätzlicher Wurzelkanal (Abweichung der normalen Wurzelanzahl)
Alveole	Knöchernes Zahnbett (Zahnfach)
Apex dentis	Zahnwurzelspitze
Apikoektomie	Endodontische Chirurgie, Entfernung der Zahnwurzelspitze (= Wurzelspitzenresektion)
Apikal	Die Wurzelspitze betreffend
Apikale bzw. periapikale Parodontitis	Zahnbettentzündung im Bereich der Wurzelspitze bzw. in der Wurzelspitzenumgebung
Apikaler Bereich	Bereich der Wurzelspitze
Arbeitslänge	Röntgenologisch errechnete vom Zahnarzt zu bearbeitende Kanallänge
Aufhellung	Radiologischer Nachweis einer Gewebsauflösung (Hohlraum), z.B. sind → periapikale Läsionen durch eine Aufhellung im Röntgenbild des Zahns zu erkennen
Attachementverlust	„Zahnfleischschwund“, Attachementverlust bedeutet, dass das Zahnfleisch aufgrund einer chronischen Entzündung (Parodontitis) schwindet und der betroffene Zahn deshalb zunehmend an Halt verliert. Der Attachementverlust wird meist in Millimeter angegeben.
Biokompatibel	Gewebsverträglich
Buccal	Wangenseitig gelegen (z.B. der Wange zugewandte Seite eines Zahns)
Chirurgische Wurzelkanalbehandlung	Spezifisches Heilverfahren bei Erkrankung der Zahnwurzel
Collum dentis	Zahnhals
Corona dentis	Zahnkrone
Dentale Pulpa	Zahnmark, bestehend aus feinen Blutgefäßen, Nerven und Bindegewebe
Determinanten	Bestimmungen
Devital	Leblos, abgestorben (häufig im Zusammenhang mit → Pulpa)
Distal	Nahe dem Rachen gelegen (z.B. dem Rachen zugewandte Zahnfläche)
Elongiert	Verlängert
Endodontal	Das Zahnmark (Pulpa) betreffend
Endodontische Therapie	Zahnwurzelbehandlung
Endodontologie	Lehre von der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Zahnwurzel und des sie umgebenden Gewebes (→ periapikaler Bereich), sowie der Vorbeugung und Therapie von in diesem Bereich auftretenden Erkrankungen.
Endokarditis	Entzündung der Herzinnenhaut
Epidemiologie	Wissenschaft über die Verteilung von Krankheiten in der Bevölkerung
Exstirpationsnadel	Wurzelkanalbehandlungsinstrument zur Entfernung der Pulpa

Extraktion	Entfernung eines Zahns (Zahnreißen)
Furkation	Wurzelgabelung
Health Technology Assessment	Technologiefolgenbewertung
Iatrogene Pulpakanaleröffnung	Irrtümliche Eröffnung der → Pulpa (z.B. im Rahmen einer Kariesentfernung) durch Behandler
In vitro	An extrahierten Zähnen im Labor oder nur an tierischen Zähnen durchgeführte Untersuchungen
Irreversibel	Unwiederbringlich
Isthmus	Verengte Stelle
Kaplan-Meier-Methode	Statistisches Prognoseverfahren zur Überlebenszeitanalyse
Karies	Zahnschmelzerweichung (Zahnfäule), durch Mikroorganismen ausgelöst
Karies profunda	Tiefe innere → Karies, das Zahnmark betreffend
Kofferdam	Gummituch zur Isolierung eines Zahns z.B. bei der Wurzelkanalbehandlungen
Konfidenzintervall	Ist der Wertebereich in dem sich der wahre Wert (z.B. Mittelwert) einer Grundgesamtheit mit einer bestimmten Sicherheit (Konfidenzniveau z.B. 95 % oder 99 %) befindet.
Kontamination	Verunreinigung, Verschmutzung
Konventionelle Wurzelkanalbehandlung	Nicht chirurgisches Verfahren zur Aufbereitung und Füllung des Wurzelkanals eines Zahns mit anschließender Versorgung der Zahnkrone
Läsion	Schädigung, Verletzung, Störung
Laterale Kondensation	spezielle Wurzelfüllungstechnik (das Füllmaterial wird durch Druck in den Wurzelkanal eingeführt), um auch ovale Kanalquerschnitte möglichst dicht abfüllen zu können.
Lingual	Der Zunge zugewandte Fläche eines Zahns
Mandibular	Den Unterkiefer betreffend
Maxillar	Den Oberkiefer betreffend
Mesial	Der Mundöffnung zugewandte Fläche eines Zahns
Mikroleakage	Ganz kleine undichte Stelle („Leck“)
Molar	Mahl-, Backenzahn
Morbidität	Erkrankungshäufigkeit
Mortal- und Devitalisierungsverfahren	Sammelbegriff für Methoden zum Abtöten der → Pulpa, des Zahnnerfs mit einem chemischen Mittel.
Mortalextripation	Entfernung der → devitalen, nekrotischen → Pulpa
Nekrotische Pulpa	Abgestorbene → Pulpa
Obturation	Wörtlich „Verschluß“; Überbegriff für die endgültige Wurzelfüllung
Odds Ratio	„Chancenverhältnis“, Anteil der Studienteilnehmer mit Krankheitsereignis in der Behandlungsgruppe an der Anzahl der Studienteilnehmer ohne Krankheitsereignis in der Behandlungsgruppe; dividiert durch den Anteil der Studienteilnehmer mit Krankheitsereignis in der Kontrollgruppe an der Anzahl der Studienteilnehmer ohne Krankheitsereignis in der Kontrollgruppe
Okklusion	Bißlage
Oralepidemiologisch	Die Verteilung von Zahn- Mund- und Kiefererkrankungen betreffend

Osteomyelitis	Knochenmarkentzündung
Palpation	Untersuchung des Zahns durch Betasten
Parodont	Zahnhalteapparat
Parodontopathie	Erkrankung des Zahnhalteapparats
Parodontitis	Zahnbettentzündung
Parodontalspalt	Radiologisch nachweisbarer Spalt zwischen Wurzel u. Wurzelhaut
Peer-reviewed	von Experten begutachtete bzw. rezensierte Studie oder Artikel
Perforation	Durchbohren, Durchbruch, Eröffnen eines geschlossenen Hohlraums
Periapikaler Bereich	Das die Zahnwurzelspitze umgebende Gewebe
Periodontisches Gewebe	Das unmittelbar die Zahnwurzel umgebende Gewebe, vgl. auch → periradikuläres Gewebe
Periradikuläre Pathologie	Überbegriff für eine bestehende → periapikale oder → apikale Zahnbetterkrankung
Periradikuläres Gewebe	Das die → Zahnwurzel umgebende Gewebe, vgl. auch → periodontisches Gewebe
Periradikuläre Küretage	Endodontische Chirurgie, Ausschabung des → periradikulären Gewebes
Persistierend	Anhaltend, dauernd
Phlegmone	Flächenhaft fortschreitende, eitrige Entzündung
Physiologisches Foramen apicale	Normale Öffnung der Wurzelkanalspitze
Premolar	Vormahlzahn, Backenzahn
Primäre Wurzelkanalbehandlung	Erstmalige konventionelle Wurzelkanalbehandlung, bei der keine Revision erfolgt
Pulpa	Zahnmark; die Pulpahöhle im Innern des Zahns ausfüllendes feinfaseriges Bindegewebe, reich an Blutgefäßen und Nervenfasern. Laienhaft auch als Zahnnerv bezeichnet
Pulpanekrose	→ devitale → Pulpa
Pulpitis	Entzündung, Infektion des Zahnmarks
p-Wert	Der p-Wert gibt für verschiedene statistische Tests jeweils die Wahrscheinlichkeit an, mit der die getroffene Hypothese zutrifft → Signifikanz
Radix dentis	Zahnwurzel
Recall	Kontrolluntersuchungen, die in definierten, regelmäßigen Abständen durchgeführt werden
Rekonstruktion	Wiederaufbau der Zahnkrone, z.B. durch eine Überkronung
Resorption	Gewebsrückbildung
Retention	Verankerung
Retrograd	Von der Wurzelspitze her
Revision	Wiederholung der Wurzelkanalbehandlung
Sealer	Pastöses Füllmaterial
Signifikanz	Ein Ergebnis wird in der Regel dann als statistisch signifikant bezeichnet, wenn der → p-Wert $\leq 0,05$ ist, als hoch signifikant, wenn der p-Wert $\leq 0,01$ ist.
Sinusitis maxillaris	Kieferhöhlenentzündung
Submucöses Infiltrat	Entzündung unter der Mundschleimhaut

Vakuole	Radiologisch nachweisbarer Hohlraum im Zahn, zeigt sich als Aufhellung
Via falsa	„Falscher Weg“ → Perforation eines Wurzelkanals
Varietät	Abweichung von der normalen Form (z.B. stark gekrümmter Kanal)
Vitalexstirpation	Entfernung der → vitalen Pulpa mit einer Exstirpationsnadel
Wurzelamputation	Endodontische Chirurgie, Entfernung der gesamten Wurzel
Wurzelresektion	Endodontische Chirurgie, Teilentfernung einer Wurzel (vgl. auch Wurzelamputation)
Wurzelspitzenresektion	Endodontische Chirurgie, bei der der Zahnarzt die apikale Portion der betroffenen Wurzel entfernt und anschließend das Kanalsystem von der Wurzelspitze her bearbeitet (→ Apikoektomie)
Zahnerv	Bestandteil der → Pulpa
Zahntrauma	Gewalteinwirkung, bei der ein Zahn verletzt wird

## 6.5 Danksagung

Viele Personen haben das Autorenteam bei der Erstellung dieses HTA-Berichts unterstützt:

Herr Dr. Alric Rütter, Herr Dr. Eckart Borchering und Frau Sigrid Droste haben als Mitarbeiter der DAHTA Hinweise zur Berichtsstruktur geliefert und bei der Literatursuche und -bestellung geholfen.

Herr Univ. Prof. Dr. Peter Städtler, Vorstand der Klinischen Abteilung für Zahnerhaltung an der Universitätsklinik Graz, der britische CDO Herr Dr. Kenneth Eaton und der deutsche CDO Herr Dr. Michael Krone haben uns beim Einstieg in die Thematik unterstützt.

Herrn Dir. Dr. Derek Richards vom Centre for Evidence-based Dentistry in Oxford und Herrn Dir. Dr. Richard Niederman vom DSM-Forsyth Center for Evidence-Based Dentistry in Boston möchten wir für ihre methodischen Hinweise bzw. für die Nennung von aktuell laufenden endodontische Studien danken.

Die Herren Prof. Dr. Michael Hülsmann und Dr. Dipl.-Ing. Victor Paul Meyer haben uns auf einschlägige deutsche Literatur hingewiesen. Mit Hinweisen behilflich war auch Frau Dorothee Fink vom Institut der Deutschen Zahnärzte.

Frau Tanja Morick von der AOK Niedersachsen hat uns bei der Abschätzung der Kosten von Wurzelkanalbehandlungen geholfen.

Frau Mag. Katja Antony, Herr Mag. Martin Busch, Frau Romana Landauer, Frau Mag. Ingrid Rosian und Herr Dr. Ernest Pichlbauer vom ÖBIG unterstützten die Autorinnen tatkräftig bei Erstellung des Berichts.

## 6.6 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klinische und radiologische Erfolgskriterien der konventionellen Wurzelkanaltherapie.....	19
Tabelle 2:	Klinische und radiologische Kriterien der nicht erfolgreichen Wurzelkanaltherapie.....	20
Tabelle 3:	Klinische und radiologische Kriterien des Misserfolgs der Wurzelkanaltherapie.....	20
Tabelle 4:	Selektionskriterien.....	25
Tabelle 5:	Fragestellung und Ergebnisse - Übersichtsarbeiten.....	27
Tabelle 6:	Fragestellung und Ergebnisse - Primärstudien zur konventionellen Wurzelkanalbehandlung...	29
Tabelle 7:	Fragestellung und Ergebnisse - Primärstudien zur chirurgischen Wurzelkanalbehandlung. ....	32
Tabelle 8:	Einflussgrößen und prognostische Faktoren für die Erfolgswahrscheinlichkeiten von konventionellen Wurzelkanalbehandlungen an Molaren. ....	34

Tabelle 9: Einflussgrößen und prognostische Faktoren für die Erfolgswahrscheinlichkeiten von chirurgisch-endodontischen Wurzelkanalbehandlungen. ....	37
Tabelle 10: Erfolgswahrscheinlichkeiten der Wurzelkanalbehandlung an Molaren. ....	39
Tabelle 11: Komplikationen bei der Wurzelkanalbehandlung von Molaren.....	43
Tabelle 12: Beispielrechnungen für die der Sozialversicherung anfallenden Kosten bei einzelnen Behandlungsschritten. ....	50
Tabelle 13: Auflistung der in die Suche einbezogenen Datenbanken.....	55
Tabelle 14: Suchformulierung in DIMDI-Superbase. ....	55
Tabelle 15: Suchformulierung in Cochrane Bibliothek.....	57
Tabelle 16: Systematische Übersichtsarbeiten (3 Studien).....	58
Tabelle 17: Primärstudien (23 Studien). ....	61

## 6.7 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Grafische Darstellung der Suchstrategie zur Wurzelkanalbehandlung.....	23
Abbildung 2: Darstellung von Behandlungsverläufen beim Ausgangsbefund „irreversibel geschädigte Pulpa“ .....	49

## 7 Literaturverzeichnis

Die unter „Verwendete Literatur“ angeführten Werke umfassen alle neben der analysierten, d.h. bewerteten Literatur (vgl. den gleichnamigen Abschnitt) im Text angeführten Literaturstellen sowie Hintergrund- und Kontextliteratur. Bei der im darauf folgenden Abschnitt aufgelisteten Literatur handelt es sich um die aus der Bewertung ausgeschlossenen Artikel inklusive der neun nicht beschaffbaren Volltexte.

### 7.1 Verwendete Literatur

1. Abbott, PV: **Incidence of root fractures and methods used for post removal**. In: Int.Endod.J. 35 (2002), Nr. 1, S. 63-67.
2. Ahlberg, KF; Rowe, AHR; Pitt Ford, TR; Leigh, B; Stock, JR: **Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment**. In: Int.Endod.J. 27 (1994), S. 115-124.
3. American Dental Association: **1990 Survey of Dental Services Rendered**. Chicago, 1994.
4. Ashley, M; Harris, I: **The assessment of the endodontically treated tooth**. In: Dental update 28 (2001), Nr. 5, S. 247-252.
5. Bader, HI: **Treatment planning for implants versus root canal therapy: a contemporary dilemma**. In: Implant Dent 11 (2002), Nr. 3, S. 217-223.
6. Barbakov, F; Velvart, P: **Qualitätsleitlinien in der Zahnmedizin - Leitlinien Endodontologie**. Bern, 2000.
7. Barthel, CR; Roulet, JF: **Can we fulfil even the basics of endodontic therapy?** In: Annals of the Royal Australasian College of Dental Surgeons 16 (2002), S. 30-36.
8. Borutta, A; Künzel, W; Micheelis, W: **Dringliche Mundgesundheitsprobleme der Bevölkerung im vereinten Deutschland - Zahlen - Fakten - Perspektiven**. Köln, 1991.
9. Brückmann, J; Hahn, B; Süßenberger, U: **Das Klagegeld von den "fehlenden Daten" - aber auch wertvolle Erkenntnisse**. In: Artikulator.Zeitschrift für kritische Zahnmedizin 1. HJ (2002), Nr. 74.
10. Bundesärztekammer: **Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) mit Ergänzungen und einem Auszug aus der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) 2002** [www.zkn.de/Teledienstgesetz/GOZ\\_Euro](http://www.zkn.de/Teledienstgesetz/GOZ_Euro) (18.8.2004)
11. Chandler, NP; Koshy, S: **The changing role of the apicectomy operation in dentistry**. In: Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh 47 (2002), Nr. 5, S. 660-667.
12. DiRenzo, A; Gresla, T; Johnson, BR; Rogers, M; Tucker, D; BeGole, EA: **Postoperative pain after 1- and 2-visit root canal therapy**. In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 93 (2002), Nr. 5, S. 605-610.
13. Eisenmann, B; Mayer, T: **Orthograde Endodontie - eine Standortbestimmung**. In: ZBay 1999 (1999), Nr. 4, S. 29 ff.
14. Eriksen, HM: **Endodontology - epidemiologic consideration**. In: Endod Dent Traumatol 7 (1991), S. 189-195.
15. Eriksen, HM: **Epidemiology of apical periodontitis**. In: Orstavik, D; Pitt Ford, TR (Hrsg.). Essential Endodontology. 1998, S. 179-191.
16. Farzaneh, M; Abitol, S; Lawrence, HP; Friedman, S: **Treatment Outcome in Endodontics-The Toronto Study. Phase II: Initial Treatment**. In: Journal of Endodontics 30 (2004), Nr. 5, S. 302-309.
17. Figdor, D: **Apical periodontitis: A very prevalent problem**. In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 94 (2002), Nr. 6, S. 651-652.
18. Fleming, PS; Dermody, J: **Why endodontic retreatment is less successful than primary root canal therapy**. In: Journal of the Irish Dental Association 49 (2003), Nr. 2, S. 47-51, 53.
19. Friedman, S; Lost, C; Zarrabian, M; Trope, M: **Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer**. In: J.Endod. 21 (1995), Nr. 7, S. 384-390.

20. Friedman, S: **Success and failure of initial endodontic therapy**. In: Ont.Dent. 74 (1997), Nr. 1, S. 35-38.
21. Gisela, C; Kuhlmeier, A; Lauterbach, KW; et al.: **Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten. Über-, Unter- und Fehlversorgung**. In: Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen (Hrsg.). Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit. Baden-Baden. 2001.
22. Heling, I; Gorfil, C; Slutzky, H; Kopolovic, K; Zalkind, M; Slutzky-Goldberg, I: **Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations**. In: The Journal of prosthetic dentistry 87 (2002), Nr. 6, S. 674-678.
23. Hülsmann, M: **Epidemiologische Daten zur Endodontie (III)**. In: Endodontie (1996), Nr. 1, S. 51-62.
24. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung: **KZBV Jahrbuch 2003. Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung**. Köln, 2003.
25. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung: **Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen. Synopse alt / neu 2004**. <http://www.kzbv.de> (24.6.2004)
26. Kirkevang, LL; Horsted-Bindslev, P; Orstavik, D; Wenzel, A: **A comparison of the quality of root canal treatment in two Danish subpopulations examined 1974-75 and 1997-98**. In: Int.Endod.J. 34 (2001), Nr. 8, S. 607-612.
27. KZBV: **Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen gemäß § 87 Abs. 2 und 2d SGB V (BEMA) 2004**. <http://www.kzbv.de/m36.htm?rechtsgrund/m36-2.htm> (12.8.2004)
28. Lewsey, JD; Gilthorpe, MS; Gulabivala, K: **An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration**. In: Community dental health 18 (2001), Nr. 3, S. 131-137.
29. Manning, S: **Creating a space: when to extract**. In: Annals of the Royal Australasian College of Dental Surgeons 15 (2000), S. 240-242.
30. Medizinische Hochschule Hannover, **AKuE: Teilkronen und Inlay 2002**. <http://www.mh-hannover.de> (23.2.2004)
31. Molven, O; Halse, A; Grung, B: **Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery**. In: International Journal of Maxillofacial Surgery 16 (1987), Nr. 4, S. 432-439.
32. Molven, O; Halse, A; Grung, B: **Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery - radiographic findings 8-12 years after treatment**. In: Journal of Endodontics 22 (1996), Nr. 5, S. 264-268.
33. Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Johannes Gutenberg-Universität Mainz: **Behandlungsgebiet - Wurzelkanalbehandlung 2003**. <http://www-klinik.uni-mainz.de/ZMK/Zahnerhaltung/wurzel.html> (15.3.2004)
34. Rud, J; Andreasen, J; Möller Jensen, J: **Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery**. In: International Journal of Maxillofacial Surgery 1 (1972), Nr. 4, S. 195-214.
35. Saenz, D; Nasr, H: **Root resection revisited**. In: The Journal of the Western Society of Periodontology / Periodontal abstracts 49 (2001), Nr. 3, S. 69-74.
36. Sax, G: **Zahnstuserhebung 1998 in Österreich - 18 Jährige**. Wien, 1999.
37. Sax, G; Städler, P: **Zahnstatus 2000 in Österreich - 35-44 Jährige Und 65-74 Jährige**. Wien, 2001.
38. Schröder, E: **Bedarfsermittlung für prothetische Leistungen in der Zahnheilkunde bis zum Jahr 2020. Ein Bericht der I + G Gesundheitsforschung München für die Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde e.V. (DGZPW)**. München, 2001.
39. Seichter, U; Herforth, A: **Is endodontic treatment of molars a long-term tooth preserving measure?** In: Dtsch.Zahnarztl.Z. 40 (1985), Nr. 9, S. 960-962.
40. Sinha, M: **Qualität und Wirtschaftlichkeit in der zahnmedizinischen Versorgung**. In: Bundesverband der Betriebskrankenkassen gefördert durch den Bundesminister für Gesundheit (Hrsg.). Beiträge zur Qualitätssicherung in der Zahnmedizin. Baden-Baden. 2004, S. 1-266

41. Siqueira, J: **Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail.** In: International endodontic journal 34 (2001), Nr. 1, S. 1-10.
42. Städler, P; Arnetzel, G: **Aufbereitung des Wurzelkanals mit dem Excalibur im Vergleich zu manueller Instrumentation.** In: ZWR 100 (1991), S. 773-779.
43. Städler, P: **Zahnerhaltung in Kliniken und Praxis - Endodontie.** Landsberg / Lech, 1994.
44. Strindberg, L: **The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination.** In: Acta Odontologica Scandinavica 14 (1956), Suppl. 21, S. 3-175.
45. Universitätsklinikum Giessen: **Wurzelkanalbehandlung - Patienteninformation 2004.** www.uniklinikum-giessen.de/zmk/wurzelkanal.html (16.3.2004)
46. Velvart, P: **Der tief zerstörte Zahn - Alternativen zur Extraktion - Oberpfälzer Zahnärztetag - Fortbildung (Vortrag).** In: ZBay 2000 (2000), Nr. 9, S. 60 ff.-
47. Waltimo, TMT; Boiesen, J; Eriksen, HM; Ørstavik, D: **Clinical performance of 3 endodontic sealers.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 92 (2001), Nr. 1, S. 89-92.
48. Weiger, R; Löst, C; Hermle, G; Hitzler, S: **Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population.** In: Endodontics & dental traumatology (1997), Nr. 13, S. 69-74.
49. Weiger, R; Geurtsen, W; Heidemann, D; Löst, C; Petschelt, A; Raab, W; Schäfer, E; Hicke, R: **Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen.** Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). In: DZZ 56 (2001), Nr. 4, S. 206-207.
50. Weiß, G: **Epidemiologische Studie zur Häufigkeit von Wurzelkanalbehandlungen in einer Großstadt.** Diss., Med. Fakultät Universität Jena, 2003.
51. WHO: **The World Oral Health Report. Continuous Improvement of Oral Health in the 21st Century - the Approach of the WHO Global Oral Health Programme.** Geneva, 2003.
52. Wu, M-K; Wesselink, WR; Walton, RE: **Apical terminus location of root canal treatment procedures.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 89 (2000), Nr. 1, S. 99-103.

## 7.2 Bewertete Literatur

53. Basmadjian-Charles, CL; Farge, P; Bourgeois, DM; Lebrun, T: **Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature.** In: Int.Dent.J. 52 (2002), Nr 2, S. 81-86.
54. Basten, CH; Ammons, WF, Jr.; Persson, R: **Long-term evaluation of root-resected molars: a retrospective study.** In: Int.J.Periodontics.Restorative.Dent. 16 (1996), Nr. 3, S. 206-219.
55. Blomlöf, L; Jansson, L; Appelgren, R; Ehnevid, H; Lindskog, S: **Prognosis and mortality of root-resected molars.** In: Int.J.Periodontics.Restorative.Dent. 17 (1997), Nr. 2, S. 190-201.
56. Boltacz-Rzepakowska, E; Pawlicka, H: **Radiographic features and outcome of root canal treatment carried out in the Łódź region of Poland.** In: Int.Endod.J. 36 (2003), Nr. 1, S. 27-32.
57. Cheung, GSP: **Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 93 (2002), Nr. 5, S. 596-604.
58. Chueh, L-H; Chen, S-C; Lee, C-M; Hsu, Y-Y; Pai, SF; Kuo, ML; Chen, CS; Duh, BR; Yang, SF; Tung, YL; Hsiao, CK: **Technical quality of root canal treatment in Taiwan.** In: Int.Endod.J. 36 (2003), Nr. 6, S. 416-422.
59. Chugal, NM; Clive, JM; Spangberg, LSW: **Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 96 (2003), Nr. 1, S. 81-90
60. Dammaschke, T; Steven, D; Kaup, M; Ott, KH: **Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years.** In: J. Endod. 29 (2003), Nr. 10, S. 638-643.

61. Field, JW; Gutmann, JL; Solomon, ES; Rakusin, H: **A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment.** In: Int.Endod.J. 37 (2004), Nr. 1, S. 70-82.
62. Friedman, S; Abitbol, S; Lawrence, HP: **Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment.** In: J.Endod. 29 (2003), Nr. 12, S. 787-793.
63. Fristad, I; Molven, O; Halse, A: **Nonsurgically retreated root filled teeth - radiographic findings after 20-27 years.** In: Int.Endod.J. 37 (2004), Nr. 1, S. 12-18.
64. Fritz, UB; Kerschbaum, T: **Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne.** In: Dtsch Zahnärztl Z (1999), Nr. 54, S. 262-264.
65. 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.** In: J Periodontol 72 (2001), Nr. 8, S. 1113-1123.
66. Hoskinson, SE; Ng, YL; Hoskinson, AE; Moles, DR; Gulabivala, K: **A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 93 (2002), Nr. 6, S. 705-715.
67. Kojima, K; Inamoto, K; Nagamatsu, K; Hara, A; Nakata, K; Morita, I; Nakagaki, H; Nakamura, H: **Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 97 (2004), Nr. 1, S. 95-99.
68. Lazarski, MP; Walker, WA, III; Flores, CM; Schindler, WG; Hargreaves, KM: **Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients.** In: J.Endod. 27 (2001), Nr. 12, S. 791-796.
69. Maddalone, M; Gagliani, M: **Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study.** In: Int.Endod.J. 36 (2003), Nr. 3, S. 193-198.
70. Peak, JD; Hayes, SJ; Bryant, ST; Dummer, PM: **The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces (Royal Air Force).** In: British dental journal 190 (2001), Nr. 3, S. 140-144.
71. Peterson, J; Gutmann, JL: **The outcome of endodontic resurgery: a systematic review.** In: Int.Endod.J. 34 (2001), Nr. 3, S. 169-175.
72. Rahbaran, S; Gilthorpe, MS; Harrison, SD; Gulabivala, K: **Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: A retrospective study.** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 91 (2001), Nr. 6, S. 700-709.
73. Rocke, H; Kerschbaum, Th; Fehn, C: **Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne.** In: Dtsch Zahnärztl Z (1997), Nr. 52, S. 783-786.
74. Sjögren, U; Hägglund, B; Sundqvist, G; Wing, K: **Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.** In: J.Endod. 16 (1990), S. 498-504.
75. Testori, T; Capelli, M; Milani, S; Weinstein, RL: **Success and failure in periradicular surgery. A longitudinal retrospective analysis .** In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 87 (1999), Nr. 4, S. 493-498.
76. Travassos, RM; de Caldas, AF; de Albuquerque, DS: **Cohort study of endodontic therapy success.** In: Braz.Dent.J. 14 (2003), Nr. 2, S. 109-113.
77. Weiger, R; Rosendahl, R; Löst, C: **Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions.** In: Int. Endod.J. 33 (2000), Nr. 3, S. 219-226.
78. Wesson, CM; Gale, TM: **Molar apicectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals.** In: Br.Dent.J. 195 (2003), Nr. 12, S. 707-714.

### 7.3 Ausgeschlossene Literatur

79. Berekally, T: **Contemporary perspectives on post-core systems**. In: Australian endodontic journal 29 (2003), Nr. 3, S. 120-127.
80. Chadwick, B; Dummer, P; Dunstan, F; Gilmour, A; Jones, R; Phillips, C; Rees, J; Richmond, S; Stevens, J; Treasure, E: **The Longevity of Dental Restorations. A Systematic Review**. York, 2001.
81. Danin, J; Linder, LE; Lundqvist, G; Ohlsson, L; Ramsköld, LO; Strömberg, T: **Outcomes of periradicular surgery in cases with apical pathosis and untreated canals**. In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 87 (1999), Nr. 2, S. 227-232.
82. Downer, MC; Azli, NA; Bedi, R; Moles, DR; Setchell, DJ: **How long do routine dental restorations last? A systematic review**. In: British Dental Journal 187 (1999), Nr. 8, S. 432-439.
83. Edwards, MJ; Brickley, MR; Goodey, RD; Shepherd, JP: **The cost, effectiveness and cost effectiveness of removal and retention of asymptomatic, disease free third molars**. In: British Dental Journal 187 (1999), Nr. 7, S. 380-384.
84. Farrell, TH; Burke, FJ: **Root canal treatment in the General Dental Service 1948-1987**. In: Br.Dent.J. 166 (1989), Nr. 6, S. 203-208.
85. Friedman, S: **Management of post-treatment endodontic disease: a current concept of case selection**. In: Australian endodontic journal 26 (2000), Nr. 3, S. 104-109.
86. Gesi, A; Bergenholtz, G: **Pulpectomy - studies on outcome**. In: Endodontic Topics 5 (2003), Nr. 1, S. 57-70.
87. Inamoto, K; Kojima, K; Nagamatsu, K; Hamaguchi, A; Nakata, K; Nakamura, H: **A survey of the incidence of single-visit endodontics**. In: J.Endod. 28 (2002), Nr. 5, S. 371-374.
88. Jardine, SJ; Gulabivala, K: **An in vitro comparison of canal preparation using two automated rotary nickel-titanium instrumentation techniques**. In: International endodontic journal 33 (2000), Nr. 4, S. 381-391.
89. Kvist, T; Reit, C: **Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment**. In: Endodontics & dental traumatology 16 (2000), Nr. 2, S. 71-74.
90. Kvist, T: **Endodontic retreatment. Aspects of decision making and clinical outcome**. In: Swedish dental journal. Supplement (2001), Nr. 144, S. 1-57.
91. Luthardt, R; Roediger, J; Siedentop, H; Rychlik, R; Walter, M: **Evaluation der Kosten-Effektivität verschiedener zahnärztlich-prothetischer Therapierverfahren im reduzierten Gebiss**. In: Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement 6 (2001), Nr. 1, S. 1-9.
92. Mannocci, F; Bertelli, E; Sherriff, M; Watson, TF; Ford, TR: **Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration**. In: The Journal of prosthetic dentistry 88 (2002), Nr. 3, S. 297-301.
93. Matthews, DC; Sutherland, S; Basrani, B: **Emergency management of acute apical abscesses in the permanent dentition: a systematic review of the literature**. In: Journal / Canadian Dental Association =Journal de l'Association dentaire canadienne 69 (2003), Nr. 10, S. 660
94. Niederman, R; Theodosopoulou, JN: **A systematic review of in vivo retrograde obturation materials**. In: Int.Endod.J. 36 (2003), Nr. 9, S. 577-585.
95. Pavek, DI; Radtke, PK: **Postreplantation management of avulsed teeth: an endodontic literature review**. In: General dentistry 48 (2000), Nr. 2, S. 176-181.
96. Ramachandran Nair, PN; Sjögren, U; Figdor, D; Sundqvist, G: **Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars**. In: Oral Surg.Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol.Endod. 87 (1999), Nr. 5, S. 617-627.
97. Randall R C; Wilson N H; Vrijhoef M M: **Efficacy of preformed metal crowns vs. amalgam restorations: in primary molars: a systematic review**. In: Journal of the American Dental Association 131 (2000), Nr. 3, S. 337-343.

98. Sjögren, P; Halling, A: **Long-term cost of direct class II molars restorations.** In: Swed Dent J 2002 (2002), Nr. 26, S. 107-114.
99. Sjögren, P; Halling, A: **Survival time of Class II molar restorations in relation to patient and dental health insurance costs for treatment.** In: Swedish dental journal 26 (2002), Nr. 2, S. 59-66.
100. Sriitharan, A: **Discuss that the coronal seal is more important than the apical seal for endodontic success.** In: Australian endodontic journal 28 (2002), Nr. 3, S. 112-115.
101. Steven, D: **Langzeitverweildauer Wurzelkanalgefüllter Zähne. Eine Retrospektive Studie über 10 Jahre.** Münster, Universität, Diss., 2001.
102. Tenca, JI: **Ethics in endodontics -- where do we stand?** In: J.Endod. 17 (1991), Nr. 10, S. 526-527.
103. Von Arx, T; Gerber, C; Hardt, N: **Periradicular surgery of molars: a prospective clinical study with a one-year follow-up.** In: Int.Endod.J. 34 (2001), Nr. 7, S. 520-525.
104. Wieman, M: **Langzeitverweildauer von Wurzelkanalgefüllten Zähnen.** Köln, Universität, Diss., 1998.



Die systematische Bewertung medizinischer Prozesse und Verfahren, *Health Technology Assessment* (HTA), ist mittlerweile integrierter Bestandteil der Gesundheitspolitik. HTA hat sich als wirksames Mittel zur Sicherung der Qualität und Wirtschaftlichkeit im deutschen Gesundheitswesen etabliert.

Seit Einrichtung der Deutschen Agentur für HTA des DIMDI (DAHTA@DIMDI) im Jahr 2000 gehören die Entwicklung und Bereitstellung von Informationssystemen, speziellen Datenbanken und HTA-Berichten zu den Aufgaben des DIMDI.

Im Rahmen der Forschungsförderung beauftragt das DIMDI qualifizierte Wissenschaftler mit der Erstellung von HTA-Berichten, die Aussagen machen zu Nutzen, Risiko, Kosten und Auswirkungen medizinischer Verfahren und Technologien mit Bezug zur gesundheitlichen Versorgung der Bevölkerung. Dabei fallen unter den Begriff Technologie sowohl Medikamente als auch Instrumente, Geräte, Prozeduren, Verfahren sowie Organisationsstrukturen. Vorrang haben dabei Themen, für die gesundheitspolitischer Entscheidungsbedarf besteht.