

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität zu Köln
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. dent. Michael J. Noack

Ein systematisches Map systematischer Übersichtsarbeiten im Be-
reich endodontischer Diagnostik und Intervention

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Corinna Nohl
aus Düsseldorf

promoviert am
12. März 2021

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln 2021.

Die in dieser Arbeit angegebenen Untersuchungen sind nach entsprechender Anleitung durch Herrn Prof. M. J. Noack von mir selbst ausgeführt worden.

Die erhobenen Daten wurden mit Unterstützung von Herrn Prof. Dr. Noack von mir selbst ausgewertet.

Zuallererst möchte ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Noack und Dr. Christoph Zirkel danken.

Weiterhin gilt besonderer Dank meiner Mutter Martina und meinem Mann Kolja für deren Geduld und Unterstützung. Deren gutes Zureden sowie die mentale Unterstützung haben einen enormen Anteil dazu beigetragen, dass dieses Projekt abgeschlossen werden konnte. Auch meiner Cousine Viola und meinen Schwiegereltern, die ebenfalls bei der Entstehung dieser Promotion mitgewirkt haben, gilt besonderer Dank.

Abschließend möchte ich allen danken, die immer wieder zum Ausdruck gebracht haben, dass dieses Projekt zu Ende gebracht werden kann und mich somit positiv beeinflusst haben!

Für meine Mutter Martina

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	14
1 Einleitung	16
2 Literaturübersicht.....	18
2.1 Die evidenzbasierte und evidenzinformierte Praxis.....	18
2.1.1 Die Bedeutung der <i>Evidenzbasierten Medizin</i>	18
2.1.2 Die Entwicklung der evidenzinformierten Praxis	20
2.1.3 Ziele der evidenzbasierten und evidenzinformierten Praxis.....	21
2.2 Systematische Maps	22
2.2.1 Hintergrund.....	22
2.2.2 Grundlagen	24
2.2.3 Aufbau und Durchführung.....	24
2.3 Literaturgrundlagen	25
2.3.1 Systematische Übersichtsarbeiten	25
2.3.2 Randomisierte kontrollierte Studien	27
2.4 Instrumente zur Beurteilung systematischer Übersichtsarbeiten	28
2.4.1 Das PRISMA Statement.....	28
2.4.2 Das Verzerrungsrisiko	28
2.4.3 GRADE: Bestimmung der Qualität der Evidenz	29
2.5 Die Wurzelkanalbehandlung.....	30
2.5.1 Die Pathogenese von pulpalen Erkrankungen.....	30
2.5.2 Die gängigen Schritte einer Wurzelkanalbehandlung	32
2.5.3 Evidenzbasierte Literatur in der Endodontie.....	34
3 Fragestellung.....	38
4 Material und Methoden	40
4.1 Literaturrecherche.....	40
4.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien.....	41
4.1.2 Literatursuchstrategie.....	43
4.1.3 Suche in anderen Quellen.....	43

4.2	Auswahl der systematischen Übersichtsarbeiten	43
4.3	Datenextraktion	44
4.4	Die Beurteilung des Entstehungsprozesses der systematischen Übersichtsarbeiten	44
4.5	Beurteilung des Verzerrungsrisikos	44
4.6	Beurteilung der Qualität der Evidenz	45
5	Ergebnisse	48
5.1	Ergebnisse der Literaturrecherche	48
5.2	Details zu den inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten	50
5.3	Die Beurteilung anhand des PRISMA Statements	54
5.4	Das Verzerrungsrisiko in den eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten	58
5.5	Die Qualität der Evidenz der eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten	64
5.6	Ergebnisse der einzelnen Domänen	67
5.6.1	Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der Pulpa....	67
5.6.2	Anatomie des Wurzelkanalsystems.....	70
5.6.3	Wurzelkanalaufbereitung	70
5.6.4	Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken.....	75
5.6.5	Endodontische Radiologie inklusive der Bestimmung der Arbeitslänge	80
5.6.6	Wurzelkanalobturation.....	80
5.6.7	Postendodontische Versorgungsmöglichkeiten	82
5.6.8	Erfolgsrate.....	85
5.7	Hauptaussagen	89
5.8	Wissenslücken	91
6	Diskussion	94
6.1	Diskussion der Methodik	94
6.2	Diskussion der Resultate.....	96
7	Schlussfolgerung.....	116

8	Zusammenfassung	120
9	Literaturverzeichnis	122
10	Anhänge	142
10.1	Anhang 1: Suchstrategie	142
10.2	Anhang 2: Begründung für den Ausschluss systematischer Übersichtsarbeiten	143
10.3	Anhang 3: Tabellenverzeichnis	148
10.4	Anhang 4: Abbildungsverzeichnis	149
11	Lebenslauf	150

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
SM	Systematisches Map
EBM	Evidenzbasierte Medizin
EBP	Evidenzbasierte Praxis
EIP	Evidenzinformierte Praxis
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
BEMA	Einheitlicher Berechnungsmaßstab für Zahnärzte
GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
AL	Arbeitslänge
WKB	Wurzelkanalbehandlung
WK	Wurzelkanalaufbereitung
WF	Wurzelkanalfüllung
SR	Systematische Übersichtsarbeit (systematic review)
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie (randomized controlled trial)
N-RCT	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie (Non-randomized controlled Trial)
CT	Klinische Studie (Clinical trial)
LS	Laborstudie (Laboratory Studies)
CS	Kohortenstudie (Cohort Studies)
PO	Puls-Oxymetrie
LDF	Laser-Doppler Flowmetrie
CFU	Colony Forming Units
AAE	American Association of Endodontics
EPT	Elektropulpaler Test
CH	Kalzium Hydroxid (Calcium Hydroxide)
MAF	Master Apical File
FABF	First Apical Binding File

1 Einleitung

Der Begriff der *Evidenzbasierten Medizin* (EBM) beschreibt das Zusammenspiel der persönlichen klinischen Expertise und der bedeutsamsten, hochwertigsten externen Evidenz mit dem Ziel im Sinne des Wohlergehens des Patienten die bestmögliche Entscheidung zu treffen [1, 2]. Er wurde in den 1970er Jahren in Kanada von einer Arbeitsgruppe um David Sackett ins Leben gerufen [1, 3, 4]. Jedoch begann erst 1990 die Etablierung des Begriffs. Im Jahr 1995 fand der Begriff *Evidenzbasierte Zahnmedizin* einen relevanten Einzug in die wissenschaftliche Welt. Im Jahr 2000 wurde in Deutschland das *Deutsche Netzwerk für Evidenzbasierte Medizin* (DNEbM) gegründet [3].

Die *evidenceinformed practice* (EIP) entwickelte sich auf Grund von vielseitiger Kritik an der *Evidenzbasierten Medizin* und der *evidencebased practice* (EBP) [5, 6]. Die EIP geht sowohl in ihrer Definition als auch ihrer Umsetzung über die der EBP hinaus (siehe Kapitel 2.1) und scheint diese Praktik immer weiter abzulösen [7-9].

Die Anzahl der Wurzelkanalfüllungen, die in Deutschland jährlich durchgeführt werden, betrug 2017 beinahe 7 Millionen [10]. Der Wunsch nach einem evidenzgestützten Vorgehen im Bereich einer Wurzelkanalbehandlung sowie die im folgenden genannten Schwierigkeiten, die eine adäquate Vorgehensweise in Wissenschaft und Praxis erschweren, erklären die Entwicklung der evidenzbasierten und evidenzinformierten Praxis [11].

Ein Zahnarzt geht in seiner praktischen Tätigkeit die Verpflichtung ein, sich im Rahmen jeder Behandlung im Vorfeld über die nötige Intervention, deren Alternativen sowie Vor- und Nachteile zu informieren. Problematisch daran ist, dass bereits im Jahr 1995 etwa 500 Fachzeitschriften im Bereich der Zahnmedizin existierten [12]. 2008 wurden in der Datenbank *Medline* über 12.600 zahnärztliche wissenschaftliche Artikel veröffentlicht und mehr als 750 zahnmedizinische klinische Studien [13]. Diese Anzahl an neuen Informationen ist für praktizierende Ärzte und Zahnärzte sowie Wissenschaftler nicht zu verarbeiten. Ein weiterer Grund ist der häufig fehlende Zugang zu den Volltexten oder die damit verbundenen hohen Kosten [3, 14]. Hat sich ein Zahnarzt vor einer Behandlung den Zugriff zu relevanten Quellen verschaffen können, ist eine Beurteilung dieser schwierig, aber von großer Relevanz [2]. Eine nicht systematische Vorgehensweise bei

dem Entwurf der Studien sowie Verzerrungsrisiken unterschiedlichen Ursprungs mindern Reproduzierbarkeit, Transparenz und Signifikanz der Resultate [15]. Daher ist eine stets kritische Bewertung dieser Voraussetzung.

Resultierend aus Überangebot, fehlendem Zugang und schlecht beurteilbarer Literatur fällt die stetige Weiterbildung unter Berücksichtigung neuer klinischer Studien vielen Zahnärzten schwer. Das häufige Zurückgreifen auf die eigenen Erfahrungswerte lässt sich unter anderem durch die genannten Gründe erklären [12, 14].

Eine Einbeziehung der Patienten in praktische Entscheidungen wird ebenso erschwert. Im Rahmen der partizipativen Entscheidungsfindung ist der Zahnarzt in seiner praktischen Tätigkeit jedoch dazu verpflichtet. Den Patienten sollten Informationen über die Vor- und Nachteile der jeweiligen Behandlung sowie Details zu einem Verlauf ohne Intervention dargelegt werden. Die Informationen müssen für den Patienten jederzeit einsehbar sein. Leitlinien sind in dieser Hinsicht häufig nicht zeitgemäß, da sie erst Jahre nach den hierzu durchgeführten Untersuchungen veröffentlicht werden [16]. Generell existieren Probleme dieser Natur in der Medizin: Untersuchungen zu einer gewissen Methode oder Intervention und deren Einzug in die praktische Welt finden meist stark zeitversetzt statt [17].

Da eine zuverlässige, auf der bestmöglichen Evidenz basierende Entscheidung im Interesse des Patienten schwierig erscheint, stellt die Herangehensweise der EBP und der EIP ein sinnvolles Mittel dar, mit dem Ziel Wissenschaft und Praxis einander näher zu bringen [14].

2 Literaturübersicht

2.1 Die evidenzbasierte und evidenzinformierte Praxis

2.1.1 Die Bedeutung der *Evidenzbasierten Medizin*

Die *Evidenzbasierte Medizin* wurde von Sackett et al. 1996 beschrieben als „...die gewissenhafte, präzise, umsichtige Verwendung der aktuellen besten Evidenz, um eine bestmögliche Entscheidung in Bezug auf individuelle Patienten zu treffen“¹. Die zunehmende Bedeutung dieser Praxis ist darauf zurück zu führen, dass unsystematische Methoden und Intuition im Rahmen der klinischen Entscheidungsfindung an Stellenwert verloren haben [18]. Der Prozess der EBM ist problemorientiert und von lebenslanger Dauer [7, 17]. Die Bedeutung von Evidenz hierbei beschreibt das Zusammenspiel klinischer Untersuchungen, der Resultate klinischer und experimenteller Studien sowie der eigenen Erfahrung [3]. Die drei Komponenten der EBM und deren Zusammenwirken werden in Abbildung 1 dargestellt.

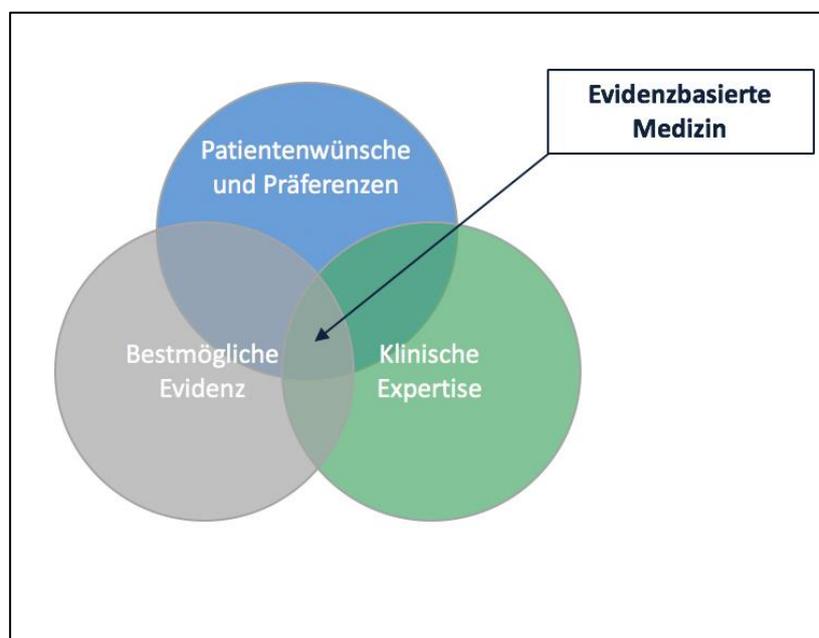


Abb. 1: Evidenzbasierte Medizin.

Abbildung modifiziert nach: <https://sciencebasedmedicine.org/when-evidence-based-guidelines-conflict-with-patient-wishes/>, abgerufen am 11.04.2019.

¹ Sackett et al. (1996): "Evidence based medicine is the conscientious, explicit, and judicious use of current best evidence in making decisions about the care of individual patients." Evidence based medicine- what it is and what it isn't; *BMJ*; Volume 312, Issue 7023: 71-72

Um eine klinische Fragestellung auf Evidenz basierend zu beantworten, müssen diese Komponenten aufeinander aufbauend betrachtet werden und es bedarf wissenschaftlicher Veröffentlichungen mit einem hohen Qualitätslevel [17]. Liegt eine klinische Fragestellung vor, kommt es zu einem Prozess der Evidenzselektion und Entscheidungsfindung, der in Abbildung 2 dargestellt ist.

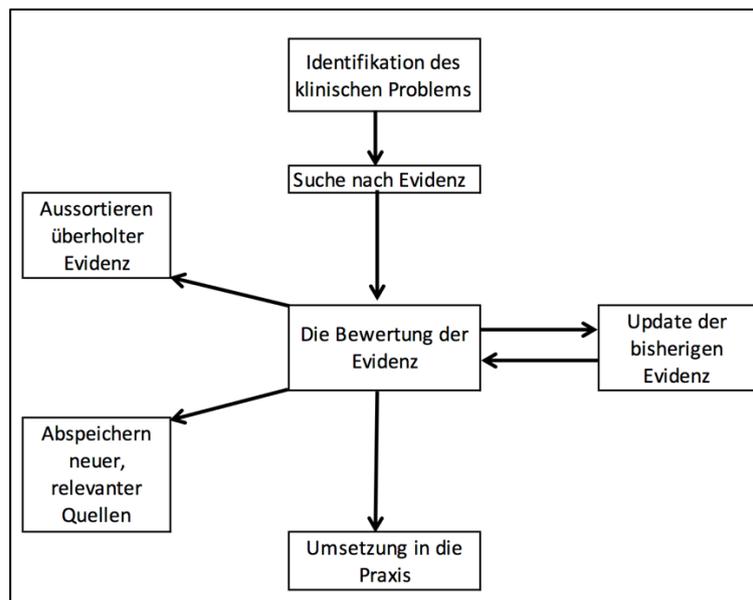


Abb. 2: Entscheidungsfindung in der Evidenzbasierten Zahnmedizin.
Abbildung modifiziert nach: Richards, Lawrence (1995) [12].

Bestandteil der Problemdefinition ist eine Fragestellung. Empfehlenswert ist es, diese nach dem PICO-Schema zu formulieren (<https://www.socialworkdegreeguide.com/faq/what-is-evidence-informed-practice-eip/>; abgerufen am 12.02.2019).

Die anschließende Recherche kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Belsey et al. (2009) schlagen hierfür folgende Möglichkeiten vor:

1. Persönliche Erfahrung
2. Logische Schlussfolgerungen und Intuition
3. Befragen von Kollegen
4. Recherche nach veröffentlichter Evidenz [2].

Auch hierbei ist es von Relevanz die erhaltenen Informationen abzugleichen und zu kombinieren, da die einzelnen Schritte fehleranfällig sein können. Kollegen beispielsweise sind in ihrer Sichtweise eventuell auf gewisse Methoden oder Interventionen fixiert und die Einbeziehung der persönlichen Erfahrung und Intuition ist in der Regel subjektiv. Die

Art von Quelle, die anhand der Literaturrecherche gefunden werden kann, ist von großer Relevanz. Fachbücher müssen aktuell sein. Eine systematische Übersichtsarbeit, die auf mehreren qualitativ hochwertigen randomisierten kontrollierten Studien (aus dem Englischen übersetzt: randomized controlled trials, RCT) basiert, stellt eine gute wissenschaftliche Grundlage für die Bewertung einer Intervention dar [14].

2.1.2 Die Entwicklung der evidenzinformierten Praxis

Die anhaltende Kritik an der EBM und EBP ist vielseitig: Der Patient mit all seinen Werten, Vorstellungen, Wünschen, Emotionen und kulturellen Gegebenheiten stünde hierbei nicht im Mittelpunkt und eine Entscheidungsfindung werde dementsprechend nicht vollständig auf seine Bedürfnisse abgestimmt [8]; die von der EBM übermittelten Informationen seien für den Patienten weder zugänglich noch verständlich [8]; mit Hilfe der EBM könnten zwar ausreichend Quellen ausfindig gemacht werden, eine Bewertung und ein Ausschluss der unqualifizierten Quellen entfalle jedoch [8]; die klinische Erfahrung und Expertise, sowie die Intuition eines jeden Praktikers werde nicht ausreichend in Betracht gezogen [6]; die EBM hinterfrage die Thematik nicht ausreichend und vernachlässige pädagogische Konzepte [19]; die Kosten, die durch die von der EBM vorgeschlagenen Methoden und Charakteristika entstünden, seien zu hoch [8]. Ein weiterer- oft kontrovers diskutierter- Kritikpunkt ist, dass die EBM nur RCT und Meta-Analysen in ihren Analysen berücksichtige [9].

Auf Grund dieser Kritik wird von Miles und Loughlin (2011) eine Ablösung der EBM durch eine klinisch stimmigere und wirtschaftlich nachhaltigere Methode gefordert, die den Patienten in Form einer *person-centred medicine* in den Fokus stellt [8]. Somit dreht sich der Fall um die zu behandelnde Person und nicht primär um die Quantität und Qualität der Evidenz. Laut Woodbury et al. (2014) geht die Definition der EIP weit über die von der EBP hinaus [5]. So beschreibt Epstein (2009), dass der Begriff „evidenzbasiert“ eine Begrenzung des Wissens auf die Recherche impliziert, während „evidenzinformiert“ vielmehr eine Bereicherung bedeutet [20]. Sie kombiniert die bestmögliche externe Evidenz aus einer systematischen Literaturrecherche mit der klinischen Expertise, der Erfahrung des Praktikers, konstruktiver Kritik sowie Patientenwünschen und letztlich jeder anderen Quelle, die eine Entscheidungsfindung erleichtert [7, 21, 22]. Dieser neue Ansatz bietet mehr Transparenz und steigert die Qualität von Diagnostik und Intervention für

den individuellen Patienten [7]. Um Evidenz zur Behandlung der Thematik ausfindig zu machen, sind auch weniger hochwertige Quellen, die keine RCT sind, einzubeziehen [23]. Ein Prozess von der Fragestellung bis hin zur klinischen Entscheidungsfindung in fünf Schritten, wie in der EBP, ist laut Nevo et al. (2009) auf Grund mangelnder Einbeziehung äußerer Umstände, sich stetig ändernden Interessen und den Patientenwerten nicht nötig [22]. Die genaue Betrachtung der einzelnen Faktoren der Patientenanamnese anstelle einer Umformulierung des Problems in eine Fragestellung gestaltet die Lösungsfindung einfacher.

2.1.3 Ziele der evidenzbasierten und evidenzinformierten Praxis

Das bedeutsamste Ziel der evidenzbasierten und evidenzinformierten Praxis ist es eine klinische Entscheidung treffen zu können, die dem Wohle eines Patienten dient, fundiert, also basierend auf ausreichender und hochwertiger Evidenz. Kritisch zu betrachten an dieser Tatsache ist, dass ein Großteil der Literaturquellen qualitative Mängel aufweist. Laut der WHO hängt das Evidenzmaß einer Studie von deren Art und Durchführung ab². Abbildung 3 präsentiert das Maß an Evidenz in verschiedenen Studienarten, von Sutherland (2001) als „Evidenzleiter“ bezeichnet [24].

Ein sinnvoller Umgang der wissenschaftlichen Evidenz in der Praxis ist ebenso von großer Relevanz. Die vorhandenen Ressourcen können besser genutzt werden und die eigene praktische Tätigkeit und Erfahrung entwickelt sich weiter. Bestehende Wissenslücken können durch die EBP und die EIP aufgedeckt und Fehler in der Praxis folglich vermieden werden [12].

² WHO: „...not all evidence is convincing. How convincing evidence is depends on what sorts of observations were made and how well they were made. Research evidence is generally more convincing than haphazard observations because it uses systematic methods to collect and analyse observations.“; <https://www.who.int/evidence/library/en/>; abgerufen am 10.01.2019

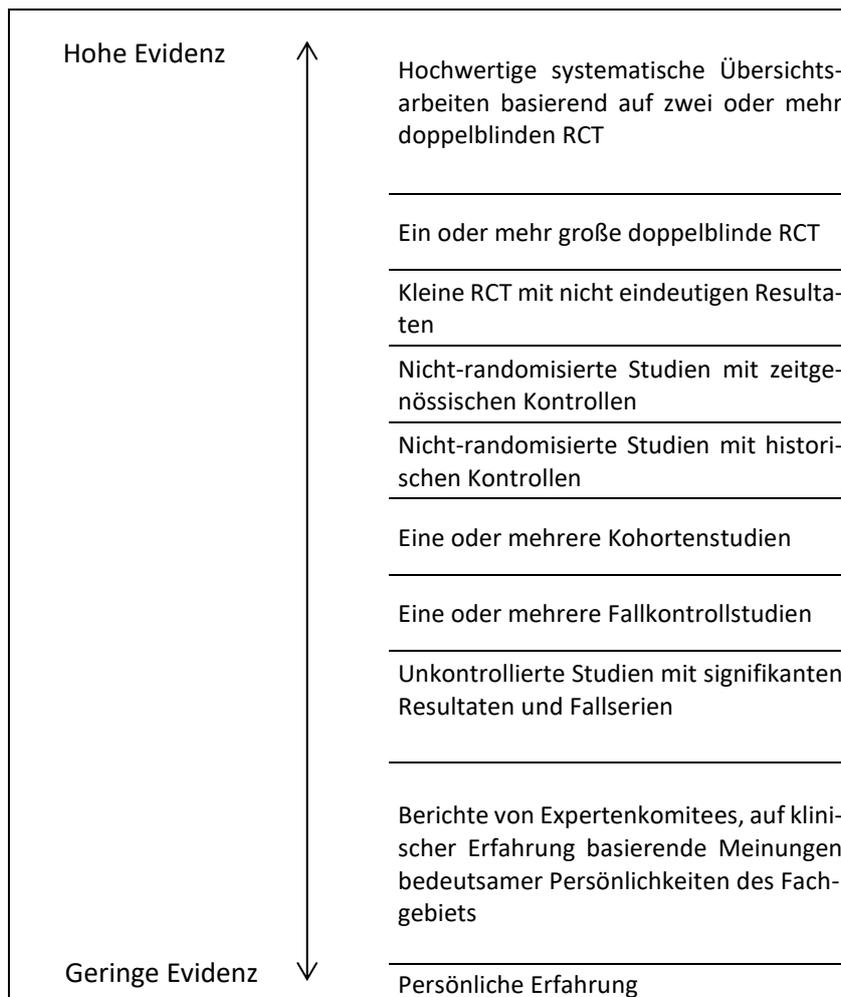


Abb. 3: Evidenzleiter.

Abbildung modifiziert nach: Sutherland (2001), Tranfield et al. (2003) [24, 25].

2.2 Systematische Maps

2.2.1 Hintergrund

Die hohe Quantität an Literatur im medizinischen und zahnmedizinischen Bereich kann eine zufriedenstellende Interpretation erschweren. Viele medizinische Interventionen sind nicht ausreichend evidenzbasiert, wodurch die jeweilige Therapie in Frage gestellt werden muss [26]. Es ist folglich notwendig unzureichende Literaturquellen ausfindig zu machen und Wissenslücken aufzudecken [27]. Laut der SBU (Swedish Council for Health Technology Assessment and Assessment of Social Service) liegt eine „wissenschaftliche Unsicherheit“ vor, wenn diese mit Hilfe von „systematischen Übersichtsarbeiten aufge- deckt wurde oder es aber in gewissen medizinischen Fachgebieten vollständig an

systematischen Übersichtsarbeiten mangelt³ [28]. Besonders diagnostische Maßnahmen und medizinische Interventionen stellen sowohl für den Patienten als auch für den Behandler ein gewisses Risiko dar, wenn sie in der Wissenschaft nicht ausreichend durch Evidenz belegt sind [28, 29].

Systematische Maps, die genau diese Thematik behandeln, stellen einerseits Primär- und Sekundärliteratur eines Fachgebiets vor, weisen andererseits auf existierende Wissenslücken hin [30-32]. Das systematische Map wurde erstmals vom EPPI-Zentrum (Evidence for Policy and Practice Information and Coordinating) entwickelt [33] und anschließend vom SCIE (Social Care Institute for Excellence) übernommen [30]. Ursächlich für die Notwendigkeit von systematischen Maps war, dass systematische Übersichtsarbeiten in Zeiten der stetig wachsenden Menge an wissenschaftlicher Literatur alleine nicht ausreichend große Themenbereiche abdecken konnten. Im Vergleich zu den Übersichtsarbeiten kann mit einem Map eine breit gefächerte Fragestellung betrachtet werden, da mehrere Populationen, Interventionen, Einschlusskriterien und Ausgangskriterien inkludiert werden können [30, 34]. Im Prozess der Entstehung sind die beiden Studienarten ähnlich aufwendig [35], da es sich jeweils um „sehr strikte, objektive und transparente Prozesse“ handelt, die die „Fehler von traditionellen Literaturübersichten verhindern“⁴. Systematische Übersichtsarbeiten untersuchen eine spezifische Fragestellung, wobei sie im Gegensatz zu den systematischen Maps auf Primärliteratur basieren und im Verlauf eine Evidenzsynthese dieser Literatur durchführen [36]. In Bereichen, in denen die Menge vorhandener Literatur stetig zunimmt und diese qualitativ nicht hochwertig genug ist für eine systematische Übersichtsarbeit, kann ein systematisches Map recht sinnvoll sein [37]. Ein systematisches Map kann als Vorarbeit für eine systematische Übersichtsarbeit dienen und stellt auf Grund des Umfangs an Wissen eine Informationsquelle für ein großes Publikum dar [30, 34].

³ Swedish Council for Health Technology Assessment and Assessment of Social Service (SBU): “A scientific uncertainty means that:

Systematic literature reviews reveal uncertain effects

Systematic literature reviews are not available“, <http://www.sbu.se/en/publications/scientific-uncertainties/>; abgerufen am 05.03.2018

⁴ James et al. (2016): „Systematic mapping follows the same rigorous, objective and transparent processes as do systematic reviews to capture evidence that is relevant to a particular topic, thus avoiding the potential pitfalls of traditional literature reviews (e.g. reviewer and publication bias).“, A methodology for systematic mapping in environmental sciences; *Environmental Evidence*, 5 (1)

2.2.2 Grundlagen

Systematische Maps verfolgen das Ziel, sämtliche, aktuell zu einem Thema existierende Primär- und Sekundärliteratur vorzustellen und somit dem Leser einen Überblick über einen großflächigen Themenbereich zu verschaffen [34, 36, 38]. Eine kritische Bewertung kann optional in begrenztem Maße erfolgen, indem die interne Validität beurteilt wird. Eine intensive Synthese der Literatur in Form einer Qualitätsbewertung ist von untergeordneter Bedeutung und kann in der Regel auf Grund des immensen inhaltlichen Umfangs nicht durchgeführt werden [30, 39]. Anhand der analysierten Literatur können Wissenslücken, Wissensgruppen und Wissensüberschüsse festgestellt werden. Die aufgedeckten Wissenslücken stellen Interventionen und diagnostische Maßnahmen in Frage und präsentieren die Notwendigkeit neuer evidenzbasierter Literatur [31, 38]. Somit wird eine Basis für zukünftige Recherchen geschaffen [37]. Dank der systematischen Vorgehensweise bei der Entwicklung eines systematischen Maps sind die Schritte im Nachhinein nachvollziehbar und replizierbar [40]. Eine Einschränkung auf ein bestimmtes Studiendesign ist meist nicht sinnvoll [34]. Neben Volltexten empfehlen James et al. (2016) auch die Abstracts als Basis für ein systematisches Map zu verwenden. Ein systematisches Map ist zeitlich begrenzt und weniger aufwendig als eine systematische Übersichtsarbeit [29, 34]. Maps können sowohl für praktizierende Ärzte, Zahnärzte, Wissenschaftler und Kostenträger als auch für Politiker aufschlussreich im Rahmen einer Entscheidungsfindung sein. Die Nachfrage und der Nutzen nach publizierten systematischen Maps wird auch daran erkennbar, dass deren Anzahl steigt [37, 39].

2.2.3 Aufbau und Durchführung

Der Titel dieses Studiendesigns integriert ein für den Entstehungsprozess bedeutendes Kriterium: die Systematik. Der gesamte Prozess ist klar strukturiert und bestenfalls auf einem zuvor entworfenen Protokoll basierend [39]. Es existieren diverse Leitfäden und Richtlinien zum Entwurf eines systematischen Maps [29, 30, 34, 35, 37]. James et al. (2016) empfehlen den Entwurf einer Datenbank, die die einzelnen Studien und deren Meta-Daten -extrahierte deskriptive Daten- beinhaltet [34]. In der folgenden Tabelle werden Ansätze verschiedener Autoren bezüglich des Aufbaus eines systematischen Maps zusammengetragen.

Schritt	Vorgehen
1. Definition der Fragestellung mit Hilfe des PICO-Schemas	<ul style="list-style-type: none"> • „Comparison“ (C) und „Outcome“ (O) entfallen, da sämtliche existierende Literatur zu einer Fragestellung und nicht nach spezifischen Outcome-Kriterien gesucht werden soll. Ein Vergleich verschiedener Interventionen ist nicht sinnvoll. • Das „Studiendesign“ (S) kann additiv hinzugefügt werden, ist aber bei systematischen Maps nicht generell von Nöten [29, 40].
2. Literaturrecherche	<ul style="list-style-type: none"> • Entwurf einer Suchstrategie. • Recherche auf mehreren Datenbanken. • Zusätzliche Handsuche, eine Suche nach laufenden Studien und eine Suche in Referenzlisten. • Möglichst großer Bereich muss mit Hilfe der Recherche abgedeckt werden [29, 32].
3. Studienselektion	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screening Titel und Abstract 2. Volltextscreening [29].
4. Datenextraktion	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Gutachter [29]. • In der Regel ist keine Extraktion von Resultaten nötig, lediglich von Meta-Daten [34, 39].
5. Qualitätsbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Nur begrenzt sinnvoll und notwendig [29, 30, 36, 38].
6. Ergebnisdarstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Graphische oder tabellarische Form [38].

Tab. 1: Aufbau eines systematischen Maps.

Die Veröffentlichung des systematischen Maps ist im Anschluss an die Erstellung ein letzter bedeutsamer Schritt. Er integriert das Verbreiten der Information über die Veröffentlichung der Arbeit und die Präsentation der Ergebnisse vor verschiedenen Arbeitsgruppen [30].

2.3 Literaturgrundlagen

2.3.1 Systematische Übersichtsarbeiten

Dieses systematische Map basiert auf systematischen Übersichtsarbeiten. Systematische Übersichtsarbeiten (im Folgenden ebenfalls SR genannt: „systematic reviews“) gehören zu dem Goldstandard in der Wissenschaft mit dem höchsten Maß an Evidenz [1,

14, 40-42]. Sie zählen zu den „Integrativen Publikationen“ und präsentieren den aktuellen Forschungsstand zu einem spezifischen Thema [41, 43]. Ursächlich für das hohe Maß an Evidenz ist, dass dank der systematischen Literaturrecherche und der daraus resultierenden objektiven Herangehensweise des Autors der größtmögliche Überblick über das untersuchte Themengebiet dargestellt und das Verzerrungsrisiko minimiert werden kann [15, 29]. In ihrer Struktur folgen sie einer klaren Gliederung [13, 44]. Hierfür werden vor Beginn eine, sich an dem PICO-Schema orientierende, genau definierte Fragestellung sowie Ein- und Ausschlusskriterien gewählt [29, 43, 45]. Die systematische Literaturrecherche durchsucht nicht nur Literaturdatenbanken wie Medline, sondern integriert gleichermaßen eine Handsuche und eine Suche in Referenzlisten [41]. In der Regel wird ein bestimmtes Studiendesign, meist RCT, eingeschlossen.

Bei einer systematischen Übersichtsarbeit muss eine Vorauswahl und Qualitätsbewertung der einzuschließenden Studien durchgeführt werden [29]. Das AMSTAR Tool kann die methodische Qualität mit Hilfe einer Checkliste eruieren [46]. Das PRISMA Statement soll dem Leser aufzeigen inwiefern bei der Entwicklung einer systematischen Übersichtsarbeit systematisch vorgegangen wurde [46, 47]. Zur Bestimmung des Verzerrungsrisikos in der systematischen Übersichtsarbeit kann die Vorgehensweise der Cochrane Collaboration oder das ROBIS System angewandt werden [48, 49]. Im Anschluss an die Qualitätsbewertung erfolgt eine Darstellung der Ergebnisse. Dies kann deskriptiv oder bei ausreichender Homogenität der Resultate in Form einer Meta-Analyse erfolgen [29].

Zu den Funktionen systematischer Übersichtsarbeiten gehören neben der Zusammenfassung und Bewertung von Primärliteratur eines spezifischen Themenbereichs die Untersuchung der Generalisierbarkeit von Interventionen in der Bevölkerung. Systematische Übersichtsarbeiten gewinnen zunehmend an Bedeutung, da ausgesprochene Empfehlungen durch das geringe Verzerrungsrisiko signifikant werden. Diese Empfehlungen dienen unter anderem der Entscheidungsfindung und der Formulierung von Leitlinien [50].

Vorzüge einer systematischen Übersichtsarbeit sind, dass sie durch ihre klare Systematik hochwertige evidenzbasierte Primärliteratur zusammenfassen und es so dem einzelnen Arzt, Zahnarzt, Wissenschaftler und Patienten erleichtern, einen Überblick über das große Angebot an täglich neu erscheinenden RCT zu verschaffen [15, 42, 50].

Systematische Übersichtsarbeiten haben einen überschaubaren finanziellen Aufwand. Das Vorgehen dieses Studientyps ist stets sehr präzise und auf Grund der klar definierten Struktur replizierbar [50]. Sie können explizite klinische Fragen lösen, indem sie Erfolge bestimmter Therapien und diagnostischer Maßnahmen zeitnah eruieren [50]. Zur erfolgreichen Umsetzung des neu erworbenen Wissens in der Praxis ist eine ausreichende Erfahrung des anwendenden Arztes oder Zahnarztes vorauszusetzen [51]. Nachteilig zu betrachten ist, dass der Zeitaufwand zur Erstellung einer systematischen Übersichtsarbeit hoch ist. Außerdem ist die Aussagekraft stark abhängig von der Qualität der eingeschlossenen Studien. Basieren diese auf qualitativ mangelhaften Primärstudien oder beinhalten sie ein hohes Maß an Verzerrung, ist auch das Resultat der systematischen Übersichtsarbeit kritisch zu bewerten [14, 50].

2.3.2 Randomisierte kontrollierte Studien

Randomisierte kontrollierte Studien (im Folgenden RCT genannt) stellen die Primärliteratur mit dem höchsten Maß an Evidenz dar [41]. Sie existieren in der Wissenschaft bereits seit über 50 Jahren und die Bedeutung von RCT nimmt stetig zu [52]. Der Name des Studiendesigns beschreibt ein relevantes Detail: Die Einteilung der Probanden oder Medikamente erfolgt per Zufallsprinzip (Randomisierung) [41, 53].

RCT verfolgen zwei Ziele. Zum einen werden genau definierte Untersuchungsmethoden auf deren Effizienz überprüft. Hierfür werden entweder verschiedene Interventionen miteinander oder mit einer Kontrollgruppe verglichen, indem Daten vor und nach der Intervention erhoben werden. Zum anderen kann mit Hilfe eines RCT ein Medikament auf dessen Zulassungstauglichkeit untersucht werden [54, 55]. Damit ein RCT angemessen durchgeführt werden kann und für die Praxis signifikante Resultate erzielt, ist neben der Randomisierung die Verblindung zu beachten. Hierdurch kann das Verzerrungsrisiko zusätzlich minimiert werden. Verblindung bedeutet, dass Studienärzte, Studienteilnehmer und Auswerter der Studienresultate über die Zuteilung der Studienteilnehmer nicht in Kenntnis gesetzt wurden. Je nachdem wie vielen Teilnehmergruppen der Studie diese Information vorenthalten wurde, spricht man von einfachblind oder doppelblind. Abzugrenzen von der Verblindung ist die Geheimhaltung der Randomisierungsliste. Vorteile der Verblindung sind eine objektivere Erwartungshaltung und erhöhte Compliance der Studienteilnehmer, eine nicht wertende Einstellung der Studienärzte gegenüber den

Interventionen und eine neutrale Auswertung der Resultate durch das jeweilige Personal [56]. Wird in einem RCT von einer Verblindung gesprochen, sollte die Information über die Art der Verblindung und der hierdurch erzielte Effekt nicht fehlen.

Die hohe Nachfrage nach RCT birgt das Risiko, dass entscheidende Kriterien bei der Durchführung nicht eingehalten werden und folglich die Aussagekraft und klinische Relevanz an Bedeutung verlieren [52].

2.4 Instrumente zur Beurteilung systematischer Übersichtsarbeiten

2.4.1 Das PRISMA Statement

Das PRISMA Statement dient dem Berichten von systematischen Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen mit Hilfe eines Flussdiagramms und einer Checkliste bestehend aus 27 Punkten [47]. Diese thematisieren den Entstehungsprozess der Arbeit. Schritte der Arbeit wie eine Fragestellung, eine Suchstrategie, die Benennung der Auswahlkriterien, die Beurteilung des Verzerrungsrisikos, ein Flussdiagramm, eine Darstellung der relevanten Resultate sowie ein Hinweis auf die finanzielle Unterstützung werden in der Liste erfragt. Ziel ist eine einheitliche und übersichtliche Struktur der Arbeiten sowie das Verhindern qualitativ mangelhafter systematischer Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen. Es stellt kein Werkzeug zur Qualitätsbewertung dar [57]. Ursprünglich entwickelte sich das PRISMA Statement aus dem QUORUM Statement und enthält im Vergleich zu diesem mehr Details zu dem Hintergrund und der Entwicklung der Arbeit [58]. Ursächlich für die Entstehung war eine Untersuchung im Jahr 1987, bei der sich herausstellte, dass die Mehrzahl der in führenden medizinischen Zeitschriften veröffentlichten Übersichtsarbeiten Mängel aufweisen [57]. Außerdem war das Berichten der Schlüsselinformationen nicht in zufriedenstellendem Maße erfolgt [58].

2.4.2 Das Verzerrungsrisiko

Die Methode zur Bestimmung des Verzerrungsrisikos wurde von einer Arbeitsgruppe der Cochrane Collaboration zwischen 2005 und 2007 entwickelt [49] und wird ständig überarbeitet. Im Cochrane Handbuch existieren zwei Arten der Bestimmung des Verzerrungsrisikos: die der Beurteilung von RCT und die der Beurteilung von nicht-randomisierten Studien. Das Instrument zur Beurteilung beinhaltet die für die Thematik und

Methodik relevanten Domänen, auf die die Primärliteratur untersucht und von den Autoren bewertet wird. Da das exakte Maß an Verzerrung nicht festgestellt werden kann, ist diese persönliche Einschätzung wichtig [49]. Problematisch bei dem beschriebenen Prozess ist, dass gewisse Faktoren oftmals von den Autoren der Primärliteratur nicht genannt werden. In Tabelle 5 werden die für unser systematisches Map relevanten Verzerrungsrisiken erläutert.

2.4.3 GRADE: Bestimmung der Qualität der Evidenz

Das GRADE System (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) wurde im Jahr 2004 veröffentlicht [59]. Das System verfolgt den Zweck, die Qualität der Evidenz in systematischen Übersichtsarbeiten und Leitlinien zu erörtern und Empfehlungen auszusprechen [60, 61]. Dies kann zur Formulierung und Bewertung von Leitlinien dienen [62]. Ebenso sind die Empfehlungen hilfreich bei der Übertragbarkeit von Studienergebnissen in die Praxis [63]. Gesellschaften wie die WHO und die Cochrane Collaboration verwenden das GRADE System. Begründet auf den vielseitigen Einsatz von GRADE sind deren Transparenz im Anwendungsprozess. Außerdem handelt es sich um ein einfaches, klar strukturiertes System, das jedoch auf eine ausreichende Bewertung durch den Anwender angewiesen ist [62, 64, 65]. Hierdurch kann eine Subjektivität bei der Anwendung nicht vermieden werden und wird sogar vorausgesetzt. Der Prozess, den das GRADE System vorsieht, beginnt mit einer nach dem PICO Schema formulierten Fragestellung [63]. Relevante Literatur wird den zu untersuchenden Endpunkten zugeordnet. Es erfolgt eine Qualitätsbewertung der Evidenz jedes einzelnen Endpunktes [84]. Diese ist unter anderem abhängig von dem Studiendesign. RCT wird automatisch eine hohe Qualität der Evidenz zugeteilt, während Beobachtungsstudien als niedrig eingestuft werden [62]. Im Anschluss wird die gesamte Evidenzlage qualitativ bewertet. Das Aussprechen und Bewerten einer Empfehlung ist im Folgenden von der zuvor festgelegten Qualität der Evidenz, dem Gleichgewicht zwischen Nutzen und Schaden und individuellen Werten und Präferenzen abhängig [63]. Eine Empfehlung, resultierend aus der Verwendung von GRADE, kann „stark“ oder „abgeschwächt“ sein [62]. Hierbei steht eine „starke“ Empfehlung dafür, dass die positiven Konsequenzen die negativen überwiegen, eine „abgeschwächte“ Empfehlung besagt unsichere Konsequenzen und einen ungewissen Gesamtnutzen [62]. Die Qualität der Evidenz wird in 4 Level kategorisiert: hoch-

moderat-niedrig-sehr niedrig. Mit aufsteigender Wahrscheinlichkeit verändert weitere Forschung den beobachteten Behandlungseffekt. Daher ist der Behandlungseffekt für das Level „sehr niedrig“ sehr ungewiss (<https://bestpractice.bmj.com/info/us/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/>; abgerufen am 07.03.2019). GRADE war das erste System, bei dem Kriterien die Qualität der Evidenz positiv oder negativ beeinflussen [65]. Ein Herabstufen der Qualität der Evidenz erfolgt durch Mängel in der Studienmethodik, heterogene Ergebnisse, indirekte Evidenz, fehlende Präzision und Publikationsbias. Ein positiver Einfluss wird durch einen bedeutsamen Effekt sowie eine Dosis-Wirkungs-Beziehung erzielt [60].

Kritiker des GRADE Systems bemängeln, dass deren Aussagekraft nicht ausreichend durch Literatur bestätigt wird [66]. Daher empfehlen sie, Leitlinien anhand der eigenen Erfahrung, der klinischen Expertise, dem Zusammenhang zur Praxis sowie der aufgeführten Interessenkonflikte zu bewerten.

Im folgenden Kapitel erfolgt die Vorstellung der Ätiologie, Pathogenese und Therapie einer WKB sowie die Inzidenz der endodontischen Intervention in medizinischen Datenbanken.

2.5 Die Wurzelkanalbehandlung

2.5.1 Die Pathogenese von pulpalen Erkrankungen

Eine Wurzelkanalbehandlung ist vonnöten, wenn es zu einer irreversiblen Schädigung der Pulpa gekommen ist. Diese kann begleitet werden von klinischen oder radiologischen Symptomen in Form von Veränderungen des periradikulären Gewebes. Auch eine Wurzelspitzenresektion, eine Wurzelamputation oder Hemisektion, sowie eine spezielle prothetische Versorgung stellen eine Indikation für eine endodontische Intervention dar [67, 68].

Eine Pulpitis, die in bis zu 90% der Fälle die Ursache von endodontischen Problemen ist [69], tritt in drei verschiedenen Formen auf: infektiös, traumatisch oder iatrogen.

Ursächlich für die *infektiöse Pulpitis* ist zumeist eine Karies. Je nach Ausdehnung der Karies im Zahn treten unterschiedliche Effekte auf. Im Dentin kann es zu einer Sklerose, einer Verkalkung der Tubuli, kommen. An der Pulpa-Dentin Grenze führt die Karies zur Bildung von Tertiärdentin und in der Pulpa kommt es zu einer Entzündung. Diese

entspricht der allgemeinen Pathogenese einer Entzündung: Hyperämie, Rubor, Plasmaextravasation, Anstieg des Gewebedrucks und Dolor [70]. Die einzige Differenz ist die räumliche Begrenzung durch die Zahnhartsubstanz [71]. Im akuten Stadium einer Pulpitis treffen neutrophile Granulozyten und Leukozyten am Ort der Entzündung ein. Kommt es zu einer Chronifizierung, besteht die Zellvielfalt primär aus Lymphozyten, Makrophagen und Plasmazellen. Die unterschiedlichen Stadien einer infektiösen Pulpitis können parallel ablaufen [70].

Die *traumatische Pulpitis* kann durch Verletzungen der Zahnhartsubstanz unterschiedlicher Ausdehnung ausgelöst werden. Hierzu gehören Dentinsprünge, unkomplizierte und komplizierte Kronen- und Wurzelfrakturen und Kontusionen sowie Luxationen. Das Eindringen von Bakterien, die Bildung eines Blutgerinnsels und die Unterbindung der Blutzirkulation sind ursächlich für das Auftreten einer traumatischen Pulpitis.

Eine *iatrogen ausgelöste Pulpitis* steht im Zusammenhang mit der Präparation eines Zahnes: zu hohe Geschwindigkeit, zu viel Anpressdruck, starke Austrocknung der Pulpa durch Überhitzung sind hierbei die Ursachen.

Doch auch gewisse dentale Materialien sowie diagnostische Maßnahmen wie der Kälte- und Wärmetest können bei gesunden Pulpen in einer Pulpitis resultieren [70]. Eine Pulpitis kann von einem reversiblen Zustand in einen irreversiblen übergehen. Dies wird bei Diagnostik und Therapie deutlich: Während Patienten mit einer reversiblen Pulpitis über einen gelegentlich und leicht bis mäßig auftretenden Schmerz und einen Schmerzanstieg durch Kälte klagen, überdauert der Schmerz bei einer irreversiblen Pulpitis den Reiz, ist deutlich stärker und tritt spontan auf [72-74]. Typisch für die irreversible Form ist ein Nachtschmerz und eine Exazerbation der Symptome durch Wärme. Ergab die Anamnese diese Informationen, ist eine Wurzelkanalbehandlung unumgänglich. Eine reversible Pulpitis kann unter Umständen mit einer Füllungstherapie versorgt werden [72]. Eine *Pulpanekrose* beschreibt die Konsequenz einer Entzündung oder eines Traumas des pulpalen Gewebes. Die durch ein Trauma ausgelöste Nekrose wird Koagulationsnekrose genannt, während nach dem Kontakt mit Mikroorganismen von einer Kolliquationsnekrose gesprochen wird [70]. Der Übergang von einer Pulpitis zu einer Pulpanekrose ist ein langsam ablaufender Prozess [70, 71]. Auch im Falle einer Pulpanekrose ist eine Wurzelkanalbehandlung notwendig, wobei Hülsmann & Schäfer (2007) diese Behandlung in mehreren Sitzungen empfehlen [72]. Zahlreiche andere Quellen sprechen sich jedoch

für eine WKB in einer Sitzung aus oder aber sie konnten nachweisen, dass die Anzahl der Sitzungen irrelevant ist (s. Kap. 5.6.8 und Kap. 6.2).

2.5.2 Die gängigen Schritte einer Wurzelkanalbehandlung

Obwohl jeder Zahnarzt oder Endodontologe im Hinblick auf die verschiedenen Interventionsschritte Präferenzen hat, ist der Ablauf einer Wurzelkanalbehandlung generell ähnlich. Sie beginnt mit der Aufnahme der Anamnese, einer intra- und extraoralen Befundaufnahme und einer ausführlichen Diagnostik [75].

Die American Association of Endodontics (AAE) empfiehlt eine Diagnostik in zwei Schritten: die Feststellung des Zustandes des pulpalen sowie des periapikalen Gewebes [76]. Daraufhin erfolgen die Anästhesie und die Isolation des zu behandelnden Zahnes durch einen Kofferdam [67, 68]. Es erfolgt die primäre und sekundäre Zugangskavität mit Hilfe derer vorerst die Pulpakammer und anschließend das Kanalsystem dargestellt wird [77]. Dabei ist darauf zu achten, dass ein geradliniger Zugang zu den Kanälen geschaffen wird, der den Abtrag der Zahnhartsubstanz auf ein Minimum reduziert [77, 78]. Ein Ausgangsröntgenbild muss vor Beginn der Behandlung vorliegen [67]. Nach der Darstellung werden die Kanäle sondiert und eventuelle Dentinüberhänge entfernt [79]. Die Erweiterung der koronalen Kanalareale dient dem Zugang zu engen Kanälen [80].

Im Rahmen der folgenden Aufbereitung der Kanäle muss die Arbeitslänge bestimmt werden. Auch hier existieren unterschiedliche Methoden, die radiologische und die elektrische Längenmessung. Als obsolet betrachtet wird heutzutage die taktile Messung, bei der die apikale Konstriktion in Form der Zement-Dentin-Grenze ertastet wird. Diese ist zu ungenau und führt regelmäßig zu Unter- oder Überinstrumentierung [81, 82]. Es ist essentiell, dass bei mehrwurzeligen Zähnen sämtliche Kanäle und deren Längen bei der radiologischen Längenmessung dargestellt werden.

Für die Präparation der Wurzelkanäle existieren manuelle, maschinelle Systeme mit starrem oder flexiblem Bewegungsablauf, Schallvibration sowie vollrotierende Systeme [83]. Die Kanalform soll im Anschluss durchgängig konisch sein und im Bereich des Apex den geringsten Durchmesser aufweisen [80]. Hierbei erschweren Kriterien wie der mangelnde Überblick über die Situation und anatomische Besonderheiten die Situation [84]. In sehr regelmäßigen Abständen und großen Mengen muss die Spülung des Wurzelkanalsystems erfolgen. Die Spülung ist der bedeutsamste Schritt im Rahmen der Reinigung

des Endodonts [85]. Die maschinelle oder manuelle Aufbereitung erreicht nur einen Bruchteil der in den Kanälen befindlichen Mikroorganismen, da sie bis zu 800µm in die Tiefe der Tubuli penetrieren können [86]. Außerdem erfüllen Spüllösungen die Funktion einer Schmierwirkung, wodurch ein Verkeilen der Feilen im Kanal verhindert werden kann.

Nach der intensiven Aufbereitung und Spülung aller Kanäle kann entweder eine medizinische Einlage gewählt werden oder es folgt die Füllung der Wurzelkanäle. Bei der Wahl einer Behandlung in mehreren Sitzungen muss ein temporärer Verschluss erfolgen. Für die Wurzelfüllung existiert eine Vielzahl an Methoden:

- Die Single-Cone Technik [85]
- Die kalte laterale Verdichtung [85]
- Die passive laterale Verdichtung (ohne Anwendung eines Spreaders; diese Technik ist nicht ausreichend erforscht) [85]
- Warme vertikale Verdichtung [85]
- Trägerbasierte Systeme (wie z.B. Thermafil: ein Kunststoffkern ist von Gutta-percha umgeben) [85].

Im Allgemeinen hat eine Wurzelkanalfüllung das Ziel einen dichten Verschluss zwischen Wurzelkanalwand und Wurzelfüllmaterial zu schaffen, um so die Penetration von Mikroorganismen, Speichel und Blut von der Mundhöhle in das Wurzelkanalsystem und das periapikale Gewebe zu verhindern [85]. Ein Kontrollröntgenbild nach der Wurzelfüllung ist unerlässlich und entscheidend für den folgenden Schritt.

Eine zufriedenstellende postendodontische Versorgung ist von besonders großer Relevanz. Bleibt sie aus, ist das Risiko eines flare-up oder einer Fraktur des Zahnes erhöht [87]. Von einer adhäsiv befestigten Füllung über die Einbringung eines Stiftsystems bis hin zu laborgefertigten Kronen oder Höcker übergreifenden Onlays existieren zahlreiche Optionen für die Versorgung. Die DGZMK empfiehlt Wurzelkanalstifte nur bei ausgedehnten Verlusten der Zahnhartsubstanz zu wählen, da sie ein Perforationsrisiko zur Folge haben können [78]. Von dem Einsatz von Amalgam sowie von Inlays wird Abstand genommen. Die Art der Versorgung sollte abhängig von dem endodontischen und parodontalen Zustand, dem Zahnhartsubstanzverlust, der Restaurationsfähigkeit sowie der Restbezaehlung und bereits vor Durchführung der Wurzelkanalbehandlung gewählt werden [78]. Der sogenannte Fassreifeneffekt bei der Präparation eines Zahnes ist

entscheidend für eine gute Prognose [87]. Der Zeitpunkt der Versorgung des Zahnes nach Abschluss der Wurzelkanalbehandlung gilt als sofort zu wählen, da weder proviso- rische Füllungsmaterialien noch Wurzelfüllmaterial die Penetration von Mikroorganis- men und Flüssigkeiten langfristig verhindern kann [78].

Im Anschluss muss ein auf den Patienten und die Behandlung zugeschnittenes Recall festgelegt werden [82].

Die einzelnen beschriebenen Schritte müssen jeweils sowohl auf den Patientenfall als auch auf den Behandler und die vorhandenen apparativen Mittel und Materialien zuge- schnitten werden und können nicht verallgemeinert werden.

2.5.3 Evidenzbasierte Literatur in der Endodontie

Unter dem Suchbegriff „endodontic therapy“ findet man auf der Suchplattform Pubmed insgesamt 8244 Veröffentlichungen im Zeitraum von 1947 bis zum 13.11.2018. Zum größten Teil sind dies in absteigender Reihenfolge Fallberichte, Vergleichsstudien, Über- sichtsarbeiten, randomisierte und nicht-randomisierte kontrollierte Studien und syste- matische Übersichtsarbeiten (Quelle: Pubmed, Stand: 13.11.2018). Die Verteilung von randomisierten kontrollierten Studien und systematischen Übersichtsarbeiten bezogen auf die gesamte Menge an Veröffentlichungen wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Pubmed - "endodontic therapy": Anzahl der ins- gesamt veröffentlichten Literatur von 1947- 2018: 8244				Pubmed - "endodontic therapy": Anzahl der veröf- fentlichten systematischen Übersichtsarbeiten von 1992-2018: 207		Pubmed - "endodontic therapy": Anzahl der veröf- fentlichten randomisierten kontrollierten Studien von 1980-2018: 390	
Jahr	Anzahl	Jahr	Anzahl	Jahr	Anzahl	Jahr	Anzahl
2018	217	1983	114	2018	17	2018	1
2017	392	1982	86	2017	25	2017	31
2016	400	1981	92	2016	25	2016	33
2015	367	1980	80	2015	18	2015	29
2014	399	1979	92	2014	2	2014	16
2013	342	1978	83	2013	12	2013	3
2012	293	1977	70	2012	3	2012	35
2011	318	1976	70	2011	8	2011	21
2010	283	1975	65	2010	13	2010	14
2009	261	1974	71	2009	12	2009	16
2008	282	1973	46	2008	11	2008	23
2009	236	1972	49	2007	12	2007	15

2006	227	1971	53	2006	5	2006	16
2005	178	1970	46	2005	3	2005	9
2004	232	1969	42	2004	7	2004	15
2003	162	1968	39	2003	4	2003	11
2002	137	1967	40	2002	3	2002	5
2001	123	1966	40	2001	3	2001	5
2000	125	1965	16	2000	1	2000	8
1999	127	1964	6	1999	1	1999	8
1998	144	1963	2	1997	2	1998	3
1997	153	1962	2	1994	2	1997	4
1996	116	1961	5	1992	1	1996	6
1995	125	1960	3			1995	3
1994	104	1959	5			1994	2
1993	95	1958	7			1993	3
1992	113	1957	2			1992	2
1991	138	1956	2			1991	3
1990	189	1955	2			1990	4
1989	168	1954	1			1989	2
1988	144	1951	1			1988	2
1987	94	1948	1			1987	3
1986	112	1947	1			1985	1
1985	99					1983	1
1984	119					1980	1

Tab. 2: Anzahl veröffentlichter Literatur auf Pubmed zu dem Suchbegriff „endodontic therapy“. Abbildung basierend auf dem Stand der Suche vom 13.11.2018.

Es wird offensichtlich, dass sowohl die Anzahl der Veröffentlichungen im Allgemeinen sowie auch speziell die Anzahl an systematischen Übersichtsarbeiten und randomisierten kontrollierten Studien stetig zunimmt. Obwohl dies darauf hindeutet, dass das Interesse nach neuer wissenschaftlicher endodontischer Literatur steigt, erschwert dieses Quantum zugleich die Bewertung der vorhandenen Quellen.

Das Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) zeigt auf, dass die Anzahl der mit den Kassenzahnärztlichen Vereinigungen der einzelnen Bundesländer abgerechneten Wurzelkanalfüllungen in Deutschland in den letzten Jahrzehnten insgesamt stabil geblieben ist. Im Jahr 1991 wurden 6.910 Millionen Wurzelfüllungen abgerechnet, im Jahr 2018 waren es 6.749 Millionen. Bezieht man die Anzahl der abgerechneten Wurzelkanalfüllungen auf die Anzahl der Mitglieder, ist ein Rückgang um 13% zu erkennen [88]. Die GOZ Analyse aus dem Jahr 2018 ergab, dass in diesem Jahr 0,89 Millionen Wurzelkanalfüllungen privat abgerechnet wurden [89]. Im Vergleich zu der am häufigsten

durchgeführten BEMA-Position 01 (*Untersuchung*), die mit einer Häufigkeit von 66,05/100 Fälle durchgeführt wird, tritt die Position 32 (*Wurzelkanalaufbereitung*) im KZBV Jahrbuch 2018 in 8,97/100 Fälle auf, die Position 35 (*Wurzelkanalfüllung*) hingegen nur in 7,19/100 Fälle [90].

3 Fragestellung

In der Zahnmedizin findet die Methodik des systematischen Mappings nur vereinzelt Anwendung. In der Kinder- sowie in der Alterszahnmedizin und der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie konnten Wissenslücken mit Hilfe dieser Charakteristik ausgearbeitet und die Unerlässlichkeit neuer evidenzbasierter Literatur dargestellt werden [91-93]. Im Bereich der Endodontologie mangelt es an einem Hilfsmittel zur Bewertung und Einordnung der vorhandenen Literatur. Die einzelnen Interventionsschritte einer endodontischen Therapie sind in der Literatur im Hinblick auf die Quantität als auch auf die Qualität unterschiedlich stark vertreten.

Ziel dieser Arbeit ist die vollständige Abbildung aller systematischen Übersichtsarbeiten, die sich mit praxisüblichen Arbeitsschritten im Bereich der Diagnostik und Behandlung von pulpitischen und nekrotischen Zähnen im Rahmen einer Wurzelkanalbehandlung beschäftigen.

Als Outcome Parameter wird die Anzahl der eingeschlossenen SR angegeben inklusive der darin abgebildeten Menge an Primärstudien und den behandelten Patientenfällen. Die Daten sollen anschaulich dargestellt werden.

Um das genannte Ziel zu erreichen, wird ein systematisches Map erstellt.

4 Material und Methoden

4.1 Literaturrecherche

Um zu dem genannten Ziel zu gelangen, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Hierfür wurden aus den Standardwerken der Endodontie zunächst obligate klinische Arbeitsschritte, die im Rahmen der Wurzelkanalbehandlung erfolgen, ausgewählt [94-96]. Suchbegriffe und Mesh-Terms wurden aus bereits existierenden endodontischen systematischen Übersichtsarbeiten und deren Referenzlisten extrahiert. Ergänzt wurden Suchbegriffe durch eine Umfrage der Mitarbeiter der Abteilung „Zahnerhaltung und Parodontologie“ der Zahnklinik der Universitätsklinik Köln sowie durch die Abrechnungspositionen des *Einheitlichen Bewertungsmaßstabes für zahnärztliche Leistungen* (BEMA) und der *Gebührenordnung für Zahnärzte* (GOZ) [97].

Die folgenden 10 Begriffe wurden als die Domänen dieser Arbeit festgelegt.

Domäne	BEMA/GOZ-Position
Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustands der dentalen Pulpa	/
Anatomie des Wurzelkanalsystems	/
Vergrößerungstechniken in der Endodontie	/
Trepanation	BEMA Nr. 31, GOZ Nr. 2390
Wurzelkanalaufbereitung	BEMA Nr. 32 bzw. GOZ Nr. 2410
Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken	BEMA Nr. 34, GOZ Nr. 2420 (Phys), 2430 (Medikamentöse Einlage), 2020 (Temporärer Verschluss einer Kavität)
Endodontische Radiologie inklusive der Bestimmung der Arbeitslänge	GOZ Nr. 2400
Wurzelkanalobturation	BEMA Nr. 35, GOZ Nr. 2440
Postendodontische Versorgung	GOZ Nr. 2180, 2190, 2195
Erfolgsrate	/

Tab. 3: Domänen und deren BEMA/GOZ Positionen.

4.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Nur systematische Übersichtsarbeiten wurden inkludiert. Um bei der Literatursuche auf zufriedenstellende Ergebnisse zu stoßen, wurde eine Fragestellung anhand des PICO-Schemas formuliert. In der Literatur zum Thema systematisches Map findet sich hierzu die Information, dass die PICO-Formulierung in abgewandelter Form benötigt wird. Einerseits sollen keine Interventionen miteinander verglichen werden („Comparison“), da sämtliche in dem medizinischen Bereich anfallende Interventionsschritte beleuchtet werden sollen. Andererseits sind laut Schmucker et al. (2013) die Endpunkte („Outcome“) der inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten von zweitrangiger Bedeutung [29]. Primär soll mit Hilfe eines systematischen Maps die vorhandene, auf die Einschlusskriterien zutreffende Literatur, dargestellt werden. Entgegen der genannten Empfehlungen wurden in diese Arbeit die Kriterien „Comparison“ und „Outcome“ integriert, um die Suchergebnisse besser zuordnen und differenzieren zu können. Schmucker et al. (2013) empfehlen das Studiendesign (S) in die Formulierung einzubeziehen [29]. Somit ergibt sich für unser systematisches Map folgendes Schema (Tab. 4):

PICOS-Formulierung	Einschlusskriterien
Population	Patienten mit permanenter Dentition, die in der Primärliteratur der systematischen Übersichtsarbeiten untersucht wurden
Intervention	Gängige Arbeitsschritte im Bereich endodontischer Diagnostik und Intervention
Comparison	Vergleich verschiedener Methoden zu einer Intervention
Outcome	Systematische Übersichtsarbeiten inklusive der darin abgebildeten Menge an Primärstudien und den behandelten Patientenfällen
Studiendesign	Systematische Übersichtsarbeiten

Tab. 4: PICOS-Formulierung.

Eine präzise Auflistung der Ein- und Ausschlusskriterien sowie der Ausgangskriterien, die in den systematischen Übersichtsarbeiten gegeben sein mussten, ist in Abbildung 4 zu

erkennen. Grundsätzlich wurde nach systematischen Übersichtsarbeiten gesucht, die auf RCT basieren. Die systematischen Übersichtsarbeiten in den Domänen „Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustands der dentalen Pulpa“ und „Anatomie des Wurzelkanalsystems“ schlossen in der Regel klinische Studien und Laborstudien ein, da die jeweils erwünschten Resultate nicht mit Hilfe von randomisierten kontrollierten Studien zu untersuchen sind. War die Information bezüglich der Primärliteratur nicht vorhanden, wurden die Autoren der systematischen Übersichtsarbeiten kontaktiert.

Einschlusskriterien:

- Klinische Untersuchungen an Patienten
- Permanente Dentition
- Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum
- Systematische Übersichtsarbeiten
- In den Domänen Trepanation bis Erfolgsrate systematische Übersichtsarbeiten basierend auf mindestens einer randomisierten kontrollierten Studie mit einem klar definierten Endergebnis

Untersuchte Endpunkte:

- Sensitivität
- Spezifität
- Anatomische Besonderheiten
- Freiheit von radiologischen Befunden
- Heilungsrate
- Erfolgsrate
- Verbleib des Zahnes in der Mundhöhle
- Rückgang der antimikrobiellen Besiedlung
- Auftreten kurz- und langfristiger Komplikationen und Schmerzen
- Bedarf an Analgetika

Ausschlusskriterien:

- Milchzähne
- Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum
- Zähne, die im Rahmen einer Revision, einer Traumabehandlung oder der regenerativen Therapie untersucht wurden
- Behandlung von Resorptionsvorgängen
- Endodontische Chirurgie
- Laserbehandlung
- Photodynamische Therapie
- Nicht auffindbarer Volltext
- Veröffentlichungen, bei denen es sich nicht um systematische Übersichtsarbeiten handelt
- Systematische Übersichtsarbeiten ohne klar definiertes Endergebnis

Abb. 4: Ein-/Ausschlusskriterien sowie untersuchte Endpunkte in den SR.

4.1.2 Literatursuchstrategie

Die Literaturrecherche erfolgte im Februar 2018 und wurde im März 2019 erneuert. Hierfür wurden *Medline* und die *Cochrane Database of Systematic Reviews* als Datenbanken gewählt. *Medline* wurde mit Hilfe der Plattform PubMed durchsucht.

Die beschriebenen Suchbegriffe wurden durch Mesh-Terms kombiniert und in einer Suchstrategie zusammengefasst (s. Anhang 1).

Es wurden keine Einschränkungen im Hinblick auf die Sprache der jeweiligen systematischen Übersichtsarbeit festgelegt. Wurden systematische Übersichtsarbeiten in anderen Sprachen gefunden, wurden sie übersetzt.

4.1.3 Suche in anderen Quellen

Es erfolgte keine Suche nach unveröffentlichter Literatur. Veröffentlichte Literatur wurde mit Hilfe von Literaturverzeichnissen relevanter systematischer Übersichtsarbeiten sowie mit Hilfe grauer Literatur und auf *Google scholar* ausfindig gemacht.

4.2 Auswahl der systematischen Übersichtsarbeiten

Die Selektion der systematischen Übersichtsarbeiten wurde von zwei Gutachtern durchgeführt (M.J.N, C.N). Nachdem die Referenzen anhand der Literatursuche ausgewählt wurden, erfolgte vorerst ein Ausschluss der Duplikate. Anschließend wurden Titel und Abstracts untersucht und nach Relevanz sortiert. Mindestens einer der beiden Gutachter musste sich für die Aufnahme eines Abstracts aussprechen, damit der Volltext gesucht und durchgearbeitet wurde. Stellte sich während der Durchsicht des Volltextes heraus, dass die Inhalte nicht auf unsere festgelegten Einschlusskriterien (Tab. 4, Abb. 4) zutrafen, wurde die systematische Übersichtsarbeit ausgeschlossen. Insbesondere die Vorgabe, dass die Primärliteratur aus randomisierten kontrollierten Studien bestand, stellte die Gutachter vor Schwierigkeiten. In diesem Fall wurden die Autoren der systematischen Übersichtsarbeit kontaktiert und mit dieser Fragestellung beauftragt. Erhielten wir keine Antwort, wurde die jeweilige systematische Übersichtsarbeit exkludiert. Grund für das strenge Einschlusskriterium ist, dass randomisierte kontrollierte Studien als der sogenannte „Goldstandard“ der Primärliteratur bezeichnet wird [55]. Die methodische Vorgehensweise einer randomisierten kontrollierten Studie ist sehr anspruchsvoll [41].

4.3 Datenextraktion

Nachdem die zu inkludierenden systematischen Übersichtsarbeiten von zwei Gutachtern ausgewählt wurden, wurden sie vorerst einer der in Tabelle 3 benannten Domänen zugeteilt. In einem nächsten Schritt wurden folgende Daten aus ihnen extrahiert: Anzahl der einbezogenen Studien, Anzahl der Versuchsgrößen in den jeweiligen Studien, Verzerrungsrisiko, Qualität der Evidenz, Daten des Entstehungsprozesses, Ziel der Untersuchung, Hauptresultate und eventuelle Wissenslücken.

4.4 Die Beurteilung des Entstehungsprozesses der systematischen Übersichtsarbeiten

Um den Entstehungsprozess systematischer Übersichtsarbeiten zu bewerten, haben wir das PRISMA Statement angewandt (s. Kap. 2.4.1). Neben der Erstellung eines Flussdiagramms, das den Prozess der Literaturselektion darstellt, wurde die eingeschlossene Literatur mittels der 27-Punkte Checkliste eruiert. Die einzelnen Punkte der Checkliste wurden in jeder systematischen Übersichtsarbeit überprüft und fehlende Informationen sowie Mängel in der Vorgehensweise wurden notiert.

4.5 Beurteilung des Verzerrungsrisikos

Orientierend an dem Cochrane Handbuch haben wir das Verzerrungsrisiko mit Hilfe eines auf unterschiedlichen Domänen basierenden Werkzeugs beurteilt (s. Kap. 2.4.2).

In Tabelle 5 werden verschiedene Arten von Verzerrungsrisiken, die in der Primärliteratur auftreten können, genannt und erläutert. Bestandteil dieses systematischen Maps ist es zu überprüfen, ob die systematischen Übersichtsarbeiten die Primärliteratur auf unterschiedliche Verzerrungsrisiken untersucht haben. Je nachdem ob dieser Prozess erfolgte oder nicht, wurden drei verschiedene Symbole zugeordnet:

 : das Kriterium wurde untersucht

 : das Kriterium wurde nicht untersucht

 : es besteht Ungewissheit, ob das Kriterium untersucht wurde.

Folglich erfolgt eine Festlegung des Verzerrungsrisikos als „gering“, „hoch“ oder „unklar“ [49].

Die Einstufung erfolgte folgendermaßen:

- Geringes Verzerrungsrisiko – alle Kriterien wurden in dem SR untersucht.
- Unklares Verzerrungsrisiko – ein oder mehrere Kriterien wurden als „unklar“ beschrieben.
- Hohes Verzerrungsrisiko – ein oder mehrere Kriterien wurden nicht untersucht.

Art des Verzerrungsrisikos	Domänen im Cochrane HB	Erläuterung
Selektionsbias	allocation concealment random sequence generation	Nicht-adäquate Durchführung des Zufallsprinzips; externe und interne Validität können verletzt werden.
Performance Bias	Verblindung des Personals	Durchführung einer begleitenden Therapie, die nicht im Rahmen der Studie erfolgt; diese muss immer Erwähnung finden im Studienprotokoll.
Informations-/Detektionsbias	Verblindung des auswertenden Personals	Durch eine gewisse Exposition wird das Auftreten eines Outcomes beeinflusst.
Reporting Bias	Selektives Berichten der Endpunkte	Ein Überbegriff für verschiedene Bias-Formen; Veröffentlichungen sind hierbei abhängig von den Charakteristika einer Untersuchung und der Ergebnismatur; im Fall des Publikationsbias werden nur positive und signifikante Studien veröffentlicht.
Attritionsbias	Unvollständige Abschlussdaten	Abbruch der Studie durch Teilnehmer in nur einer der Versuchsgruppen; bestehende Assoziation zwischen der Intervention oder den Outcomes und dem Ausscheiden.

Tab. 5: Erläuterung Verzerrungsrisiken in der Primärliteratur.

Quelle: Glossar des DNEbM (2011) [53]; Higgins et al. (2017) [49]. Cochrane HB: Cochrane Handbook.

4.6 Beurteilung der Qualität der Evidenz

Um die Qualität der Evidenz der inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten beurteilen zu können, wurde das GRADE System verwendet (s. Kap. 2.4.3). Hierfür ist der Entwurf einer präzisen Fragestellung (PICOS, s. Tab. 4) notwendig. Nach der Literaturrecherche werden die ausgewählten Quellen verschiedenen Endpunkten zugeordnet (s. Abb. 4). Im Anschluss wird die Qualität der Evidenz der Endpunkte bestimmt [61]. Hierfür werden die Daten aus den systematischen Übersichtsarbeiten, die diesen Endpunkt untersuchen, übernommen. Für den Fall, dass keine Bewertung der Qualität der Evidenz

durchgeführt wurde, wurde dies angegeben und es erfolgte eine Einstufung in „sehr niedrig“. Wurde in einer systematischen Übersichtsarbeit ein abweichendes System zur Bewertung der Qualität verwendet, wurde dies anhand der folgenden Kriterien auf das GRADE System übertragen:

- Starke Qualität der Evidenz: GRADE hoch
- Moderate Qualität der Evidenz: GRADE moderat
- Limitierte Qualität der Evidenz: GRADE niedrig
- Ungenügende, ungewisse, nicht eindeutige Qualität der Evidenz: GRADE sehr niedrig [62].

Die untersuchten Endpunkte sind in der Abbildung 4 zu finden. Die Endpunkte „Freiheit von radiologischen Befunden“ und „Heilungsrate“ wurden zusammengefasst als „Heilungsrate definiert anhand der Freiheit radiologischer Befunde“, da in allen SR die Heilungsrate radiologisch beurteilt wurde.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der Literaturrecherche

Die Literaturrecherche diente der Selektion und Erörterung von systematischen Übersichtsarbeiten zur Einstufung der Evidenz der praxisüblichen Arbeitsschritte einer Wurzelkanalbehandlung. Im Rahmen dieser Literatursuche wurden mittels Datenbanksuche sowie in zusätzlichen Quellen 1705 Literaturquellen ausfindig gemacht. 594 Duplikate wurden entfernt. Die Einsicht von Titel und Übersichten resultierte im Ausschluss von weiteren 1027 Artikeln. Insgesamt 92 systematische Übersichtsarbeiten wurden dem Volltextscreening unterzogen. Abschließend wurden 34 systematische Übersichtsarbeiten in das systematische Map aufgenommen, wobei 26 per Datenbanksuche und 8 mittels Handsuche gefunden wurden. Diese sind ausschließlich in englischer Sprache verfasst.

Eine systematische Übersichtsarbeit in chinesischer Sprache [98] wurde nach dem Volltextscreening exkludiert, da die festgelegten Endpunkte als irrelevant für unser systematisches Map angesehen wurden.

Dieser Prozess von den anfänglichen Resultaten der Suchstrategie bis zur Auswahl der final eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten ist in einem Flussdiagramm (Abb. 5) dargestellt. Im Anhang (Anhang 2) befindet sich eine Auflistung der exkludierten systematischen Übersichtsarbeiten mit jeweiliger Begründung des Ausschlusses.

In die Domänen „Trepanation“ und „Vergrößerungstechniken in der Endodontie“ konnten keine, den Einschlusskriterien entsprechenden, systematischen Übersichtsarbeiten aufgenommen werden.

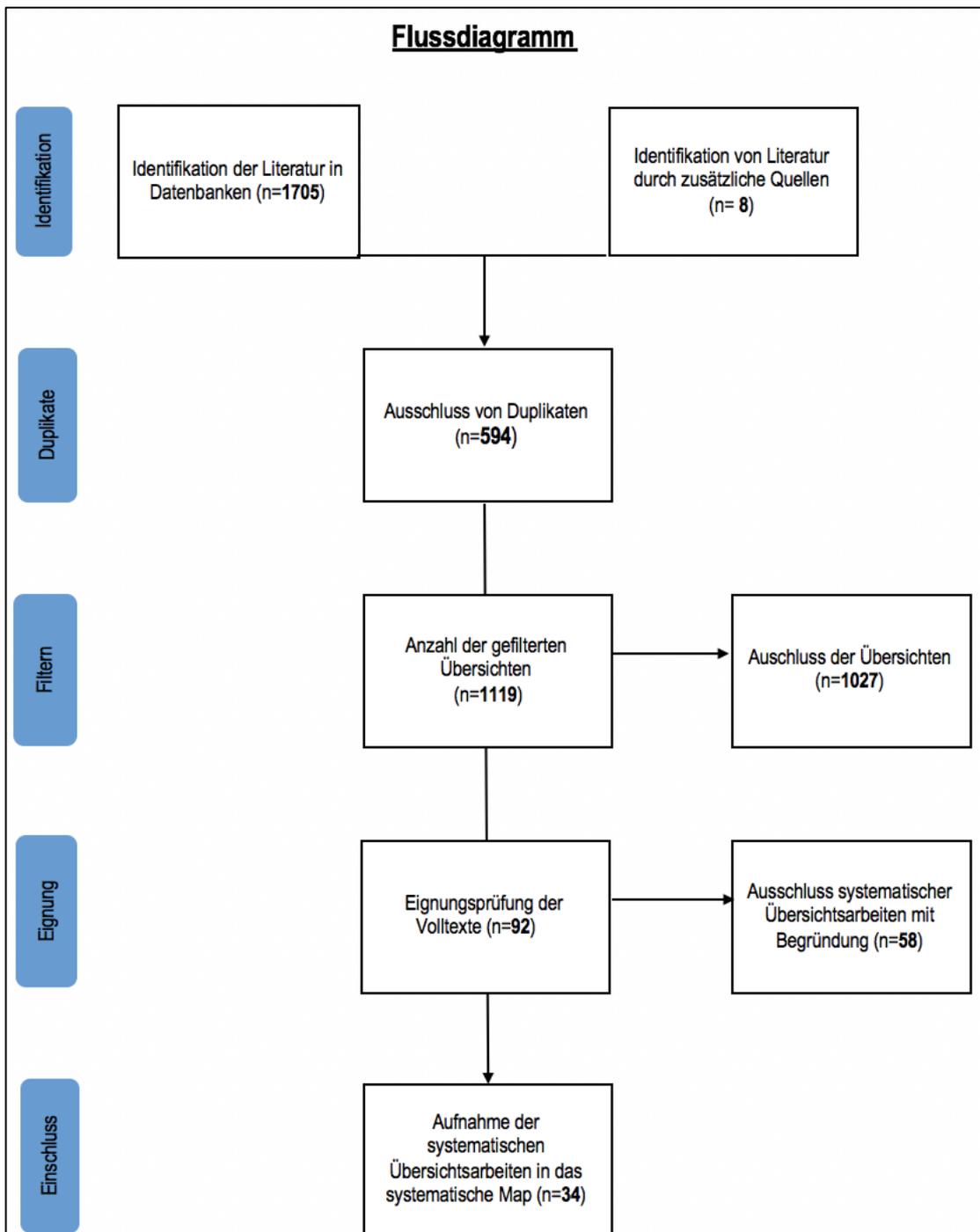


Abb. 5: Prozess zur Literatursuche für das systematische Map dargestellt in einem Flussdiagramm.

5.2 Details zu den inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten

Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht der eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten dar. Die Anzahl der in die jeweilige Domäne eingeschlossenen SR sowie Anzahl und Studienart der Primärliteratur werden angegeben. Zusätzlich beinhaltet die Tabelle Informationen über die Versuchsgröße der einzelnen SR. Das Maß des Verzerrungsrisikos (s. Kap. 2.4.2 und Kap. 5.4) wird mit „hoch“, „gering“ oder „unklar“ angegeben.

Domäne	# SR	Auflistung SR	# Primärliteratur in SR	Versuchsgrößen in den SR		Bias Risiko
				Patienten	/ Zähne	
Diagnostik*	3	<i>Levin et al., 2009</i>	n/a	n/a	n/a	Hoch
		<i>Mejare et al., 2012</i>	18 CS		2627 (keine Kontrollgruppe)	Hoch
		<i>Mainkar et al., 2018</i>	28 Studien unbekanntes Studiendesigns		2080	Hoch
Anatomie*	3	<i>de Pablo et al., 2010</i>	41 LS		18781	Hoch
		<i>Kottoor et al., 2013</i>	44 LS, 11 CT		12752 4er; 6646 5er	Hoch
		<i>Naseri et al., 2013</i>	6 LS		1062	Hoch
Trep.*		Es wurde kein SR in diese Domäne aufgenommen.				
Vergrößerung*		Es wurde kein SR in diese Domäne aufgenommen.				
Wurzelkanalaufbereitung*	3	<i>Aminoshariae und Kulid, 2015 [99]</i>	1 RCT, 3 CT	339	Zusätzlich 501 Wurzeln	Unklar
		<i>Caviedes-Bucheli et al., 2016</i>	2 RCT, 9 LS		628	Unklar
		<i>Sun et al., 2018</i>	9 RCT, 8 CT		3024	Gering
Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken*	7	<i>Fedorowicz et al., 2012 [100]</i>	11 RCT		879	Gering
		<i>Gonçalves et al., 2016</i>	4 RCT, 1 CT	187		Hoch
		<i>Matthews et al., 2003</i>	8 RCT	531		Unklar
		<i>Cope et al., 2018</i>	2 RCT	62		Unklar
		<i>Agnihotry et al., 2016</i>	1 RCT		40 (2 Gruppen à 20)	Gering
		<i>Sathorn et al., 2007</i>	1 RCT, 7 CT		251	Hoch

		<i>Anjaneyulu und Nivedhitha, 2014</i>	8 RCT, 1 CT	140	+1051 (+356 Proben unbekanntes Ursprungs)	Unklar
Radiologie + AL*	1	<i>Martins et al., 2014</i>	5 RCT, 16 CT		2378 (+148 Wurzelkanäle)	Hoch
Wurzelkanal-obturation*	1	<i>Peng et al., 2007</i>	10 RCT		4017	Hoch
Postendodontische Versorgung*	6	<i>Theodosopoulou et al., 2009</i>	6 RCT + 2 N-RCT + 2 CS		1106 (Kontrollgruppe), 2335 (Versuchsgruppe)	Hoch
		<i>Figueiredo et al., 2015</i>	7 RCT + 7 CS	3202		Gering
		<i>Fedorowicz, et al., 2012 [101]</i>	1 RCT	117		Gering
		<i>Sequeira-Byron et al., 2015 (Update des SR von Fedorowicz et al., 2012)</i>	1 RCT	117	104	Gering
		<i>Naumann et al., 2018 [102]</i>	11 RCT, 3 CT	n/a	n/a	Hoch
		<i>Naumann et al., 2018 [103]</i>	7 RCT, 1 CT		1932	Hoch
Erfolgsrate*	10	<i>Sathorn et al., 2005</i>	3 RCT		146	Unklar
		<i>Figini et al., 2008</i>	12 RCT	1787		Hoch
		<i>Schwendicke et al., 2017</i>	6 RCT, 22 CT	4341		Gering
		<i>Sathorn et al., 2008</i>	6 RCT, 10 CS		5081	Hoch
		<i>Su et al., 2011</i>	10 RCT		1194	Unklar
		<i>Manfredi et al., 2016 (Update des SR von</i>	25 RCT	3751		Hoch

<i>Figini et al., 2007)</i>				
<i>Ng et al., 2007</i>	6 RCT, 48 CT, 7 CS		9697 Zähne + 16102 Wurzeln	Hoch
<i>Ng et al., 2008</i>	6 RCT, 48 CT, 7 CS		9697 Zähne + 16102 Wurzeln	Hoch
<i>Pak, White 2011</i>	insgesamt 72 Studien inklusive (keine genaue Angabe)	72 Studien inklusive RCT (keine genaue Angabe)	in etwa 14055 Patienten (keine durchgängige Einheit)	Hoch
<i>Nagen-drababu et al., 2017</i>	16 RCT, 5 CT, 1 CS, 2 Case series	2	4974	Hoch

Tab. 6: Verteilung und Auflistung der SR in den Domänen und deren Details zu Versuchsgröße, Verzerrungsrisiko und Primärliteratur.

SR: Systematic review, RCT: Randomized controlled trial, N-RCT: Non-randomized controlled trial, CT: Clinical trial, LS: Laboratory studies, CS: Cohort studies, WK: Wurzelkanalaufbereitung, AL: Arbeitslänge, WF: Wurzelfüllung, Comp.: Composite, Am: Amalgam; mit *markierte Begriffe entsprechen den in Tab. 3 benannten Domänen.

5.3 Die Beurteilung anhand des PRISMA Statements

Die systematischen Übersichtsarbeiten wurden anhand der 27-Punkte Checkliste des PRISMA Statements untersucht (s. Kap. 2.4.1). In Tabelle 7 werden Details sowie vorhandene Mängel der inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten aufgelistet.

Domäne	Auflistung der SR	PRISMA Checkliste
Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der vitalen Pulpa	Levin et al., 2009	<p>Titel: Kein Hinweis auf die Art der Studie.</p> <p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Benennung des zeitlichen Rahmens der Literaturrecherche; keine Ein-/Ausschlusskriterien; nicht-englische Literatur wurde exkludiert; keine Information bezüglich der Datenextraktion, der Bestimmung des Verzerrungsrisikos sowie der Anzahl der Gutachter.</p> <p>Resultate: Keine Information zu der Anzahl der inkludierten Studien sowie deren Charakteristika und Versuchsgrößen; kein Flussdiagramm.</p> <p>Diskussion: Keine Details bezüglich der Bestimmung und des Evidenzlevels.</p>
	Mejare et al., 2012	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Graue Literatur wurde exkludiert.</p> <p>Resultate: Keine ausreichende Information zu der Kontrollgruppengröße.</p>
	Mainkar et al., 2018	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie, keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Keine Information zu der Versuchsgröße in der Primärliteratur und dem Verzerrungsrisiko.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Anatomie des Wurzelkanalsystems	de Pablo et al., 2010	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Ein-/Ausschlusskriterien; keine Information bezüglich der Datenextraktion und der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Details bezüglich der Auswahl der Studien; keine Hinweise auf das Verzerrungsrisiko.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Kottoor et al., 2013	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Literatursuche erfolgte nur auf einer Datenbank; keine Suchstrategie; keine Ein-/Ausschlusskriterien; keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p>

		<p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Details zu den inkludierten systematischen Übersichtsarbeiten; keine Information zum Verzerrungsrisiko.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Naseri et al., 2013	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information zum Verzerrungsrisiko.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Wurzelkanalaufbereitung	Aminoshariae and Kulild, 2015 [99]	<p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich des Zeitpunktes der Literaturrecherche und der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p>
	Caviedes-Bucheli et al., 2016	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Sun et al., 2018	<p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken	Fedorowicz et al., 2012 [100]	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Goncalves et al., 2016	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Matthews et al., 2003	<p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Cope et al., 2018	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Agnihotry et al., 2016	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Sathorn et al., 2007	<p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm.</p>
	Anjaneyulu und Nivedhitha, 2014	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.

Endodontische Radiologie inkl. AL Bestimmung	Martins et al., 2014	<p>Material & Methoden: Keine Informationen bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos und der Datenextraktion.</p> <p>Resultate: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Peng et al., 2007	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos und der Studiencharakteristika.</p>
Wurzelkanalobturation	Theodosopoulou et al., 2009	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p>
	Figueiredo et al., 2015	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Fedorowicz et al., 2012 [101]	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Sequeira-Byron et al., 2015	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Naumann et al., 2018, [102]	<p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Informationen bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos und der Datenextraktion.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Naumann et al., 2018, [103]	<p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Sathorn et al., 2005	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Postendodontische Versorgung	Figini et al., 2008	<p>Resultate: Kein Flussdiagramm.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
	Schwendicke et al., 2017	Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.
	Sathorn et al., 2008	Material & Methoden: Keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.
Erfolgsrate		

	<p>Resultate: Keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Su et al., 2011	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Manfredi et al., 2016	<p>Keine Hinweise auf Mängel im Entstehungsprozess.</p>
Ng et al., 2007 Ng et al., 2008	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie; nur englische, deutsche und chinesische Publikationen wurden berücksichtigt; keine Informationen bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p>
Pak, White ,2011	<p>Material & Methoden: Keine Information bezüglich des Zeitpunktes der Literaturrecherche, der Datenextraktion und der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm; keine Details bezüglich der Versuchsgrößen; keine Information bezüglich des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>
Nagendrababu et al., 2017	<p>Einleitung: Keine präzise Fragestellung inklusive PICO-Schema.</p> <p>Material & Methoden: Keine Suchstrategie, keine Information bezüglich der Bewertung des Verzerrungsrisikos.</p> <p>Resultate: Kein Flussdiagramm.</p> <p>Diskussion: Keine Information bezüglich des Evidenzlevels.</p>

Tab. 7: PRISMA Checkliste.

AL: Arbeitslänge.

Es wird deutlich, dass insbesondere eine präzise Fragestellung, die Bewertung des Verzerrungsrisikos und der Qualität der Evidenz in einigen SR mangelhaft ausfällt oder vollständig fehlt.

5.4 Das Verzerrungsrisiko in den eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten

Jede systematische Übersichtsarbeit wurde auf verschiedene Biasformen, die die größte Relevanz in dem Kontext dieses systematischen Maps haben, überprüft (s. Tab.5, Kap. 4.5). Es wurde untersucht, ob die Autoren Details bezüglich der Randomisierung, wie beispielweise eine verdeckte und/oder zufällige Zuteilung der Studienteilnehmer zu den Versuchsgruppen, aufgeführt haben. Gab es Hinweise zu einer Verblindung innerhalb der Studien, wurde eruiert ob es sich um eine Einfach- oder Doppelverblindung handelt und ob Details zu der Art der Umsetzung der Verblindung vorlagen. Hinsichtlich des allgemeinen Verzerrungsrisikos in den systematischen Übersichtsarbeiten wurde nach einer Einstufung der Primärliteratur gesucht. Anschließend wurde überprüft, welche verschiedenen Biasformen Teil der Untersuchung waren. Die Bezeichnung „Kein Hinweis“ bedeutet eine mangelhafte oder fehlende Information zu den jeweiligen Kriterien in den SR. Tabelle 8 stellt die systematischen Übersichtsarbeiten einschließlich deren Details bezüglich der in Tabelle 5 benannten Biasformen dar. Tabelle 6 beinhaltet die Einstufung des Verzerrungsrisikos.

Studie	Randomisierungshinweis	Überprüfung der Verblindung	Überprüfung und Spezifizierung des Verzerrungsrisikos
Levin et al., 2009	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Mejare et al., 2012	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Kein Hinweis.	Verzerrungsrisiko im Allgemeinen wurde untersucht; Publikationsbias wurde im Rahmen von GRADE erörtert.
Mainkar et al., 2018	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Verblindung des Personals wurde untersucht.	Kein Hinweis.
de Pablo et al., 2010	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Es handelt sich um Laborstudien; da die anatomischen Besonderheiten in verschiedenen Ethnien untersucht wurden, wäre eine Angabe der Randomisierung, der Verblindung und des Verzerrungsrisikos möglich.

Kotloor et al., 2013	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Keine Untersuchung des Verzerrungsrisikos, obwohl der Hinweis, dass Sekundärliteratur anfällig für Verzerrungsrisiken ist, gemacht wurde.
Naseri et al., 2013	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Ami-noshariae and Kulid, 2015 [99]	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Caviedes-Bucheli et al., 2016	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Verblindung wurde untersucht; Unterteilung in "doppelblind"/ "verblindet" / "Nicht doppelblind".	Verzerrungsrisiko im Allgemeinen wurde untersucht; keine Spezifizierung der Biasformen.
Sun et al., 2018	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Performancebias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias.
Fedorowicz et al., 2012 [100]	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Verzerrungsrisiko im Allgemeinen wurde untersucht; Publikationsbias konnte nicht untersucht werden, da Anzahl der Primärstudien zu gering.
Gonçalves et al., 2016	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Verblindung wurde untersucht; es fehlt jedoch eine Spezifizierung.	Kein Hinweis.
Matthews et al., 2003	Methode der Randomisierung wurde eingestuft als: beschrieben/ nicht beschrieben/ nicht angemessen.	Bei der Einstufung Unterscheidung zwischen einfach- und doppelblind.	Verzerrungsrisiko im Allgemeinen wurde untersucht; keine Spezifizierung der Biasformen.
Cope et al., 2018	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Performancebias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias.
Agnihotry et al., 2016	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Performancebias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias.

Sathorn et al., 2007	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Publikationsbias konnte nicht untersucht werden, da die Anzahl der Primärstudien zu klein.
Anjaneyulu, Nivedhitha 2014	Methode der Randomisierung wurde eingestuft als: ja-adäquat beschrieben; nein-nicht adäquat beschrieben; unklar- nicht beschrieben.	Verblindung der Ergebnisauswertung wurde untersucht.	Allgemeines Verzerrungsrisiko wurde untersucht.
Martins et al., 2014	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Keine Angaben zum Verzerrungsrisiko in Primärstudien, keine Nennung spezifischer Biasformen.
Peng et al., 2007	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Das Kriterium "doppelblind" wurde untersucht.	Kein Hinweis.
Theodosopoulou et al., 2009	Randomisierungsmethode wurde untersucht, keine Details hierzu.	Verblindung der Studienteilnehmer und des Personals wurde untersucht	Kein Hinweis auf Untersuchung des Verzerrungsrisikos
Figueiredo et al., 2015	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias; andere Biasformen.
Fedorowicz et al., 2012 [101]	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias; andere Biasformen.
Sequeira-Byron et al., 2015	allocation concealment und random sequence generation wurden untersucht.	Verblindung der Studienteilnehmer, des Personals und der Ergebnisauswerter wurde untersucht.	Selektionsbias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias; andere Biasformen.
Naumann et al., 2018, [102]	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Allgemeines Verzerrungsrisiko wurde untersucht.
Naumann et al., 2018, [103]	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Allgemeines Verzerrungsrisiko wurde untersucht.
Sathorn et al., 2005	Randomisierungsmethode wurde untersucht, aber nicht in jeder Primärstudie Hinweise auf Details.	Verblindung wurde untersucht; es fehlt jedoch eine Spezifizierung und es wird von keiner zusätzlichen	Publikationsbias konnte nicht untersucht werden, da die Anzahl der Primärstudien zu klein; die Autoren beschreiben "Unterschiede in Charakteristika-eigenschaften" als potentielle

		Informationseinholung berichtet.	Biasform, die sie untersucht haben.
Figini et al., 2008	allocation concealment.	Kein Hinweis.	Das Verzerrungsrisiko wurde nur anhand des allocation concealment und des Studienabbruchs durch Teilnehmer bewertet.
Schwendicke et al., 2017	random sequence generation und allocation assignment, implementation.	Verblindung des Personals wurde untersucht, die Autoren gaben an, dass eine Verblindung der Pat. und des auswertenden Personals unmöglich ist.	Publikationsbias; Selektionsbias; Attritionsbias; Reporting bias.
Sathorn et al., 2008	random sequence generation und allocation assignment, implementation.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Su et al., 2011	Die Methode der Randomisierung wurde in jeder inkludierten Studie untersucht.	Eine Untersuchung der Verblindung im Allgemeinen erfolgte; eine Differenzierung der Verblindungsformen fehlt.	Das Verzerrungsrisiko im Allgemeinen wurde untersucht, es fehlen aber Details zu der Bestimmung des Verzerrungsrisikos; Hinweis zum Publikationsbias.
Manfredi et al., 2016	random sequence generation und allocation concealment.	Verblindung der Ergebnisauswertung wurde untersucht.	Selektionsbias; Informationsbias; Attritionsbias; Reporting Bias; andere Biasformen.
Ng et al., 2007 (1)	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Ng et al., 2008 (2)	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.
Pak, White 2011	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Es wird angegeben, dass Autoren über das Verzerrungsrisiko diskutiert haben, hierzu fehlen aber genauere Informationen und Details.
Nagen-drababu et al. 2017	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.	Kein Hinweis.

Tab. 8: Bestimmung des Verzerrungsrisikos.

Tabelle 9 stellt, in Anlehnung an das Ampelsystem der Cochrane Collaboration [49], dar in welcher systematischen Übersichtsarbeit welche Kriterien aus Tabelle 5 erörtert

wurden (+), in welchen diese Details unklar sind (**unklar**), und in welchen SR die Informationen vollständig fehlen (-) (s. Kap. 4.5).

Auflistung der SR	random sequence generation	allocation concealment	Verblindung der Studienteilnehmer + Mitarbeiter	Verblindung des auswertenden Personals	Andere Biasformen
Levin et al., 2009	-	-	-	-	-
Mejare et al., 2012	?	?	-	-	+
Mainkar et al., 2018	?	?	+	-	-
de Pablo et al., 2010	-	-	-	-	-
Kottoor et al., 2013	-	-	-	-	-
Naseri et al., 2013	-	-	-	-	-
Aminoshariae und Kulid, 2015	?	?	-	-	-
Caviedes-Bucheli et al., 2016	?	?	+	+	+
Sun et al., 2018	+	+	+	+	+
Fedorowicz et al., 2012 [100]	+	+	+	+	+
Gonçalves et al., 2016	?	?	?	?	-
Matthews et al., 2003	?	?	+	+	+
Cope et al., 2018	?	?	+	+	+
Agnihotry et al., 2016	+	+	+	+	+

Sathorn et al., 2007	-	-	-	-	?
Anjaneyulu und Nived- hitha 2014	?	?	?	?	+
Martins et al., 2014	-	-	-	-	-
Peng et al., 2007	?	?	+	+	-
Theodoso- poulou et al., 2009	?	?	+	-	-
Figueiredo et al., 2015	+	+	+	+	+
Fedorowicz et al., 2012 [101]	+	+	+	+	+
Sequeira-By- ron et al., 2015	+	+	+	+	+
Naumann et al., 2018, [102]	-	-	-	-	+
Naumann et al., 2018, [103]	-	-	-	-	+
Sathorn et al., 2005	?	?	?	?	?
Figini et al., 2008	?	+	-	-	+
Schwendicke et al., 2017	+	+	+	+	+
Sathorn et al., 2008	+	+	-	-	-
Su et al., 2011	?	?	?	?	+
Manfredi et al., 2016	+	+	-	+	+
Ng et al., 2007	-	-	-	-	-

Ng et al., 2008	—	—	—	—	—
Pak, White 2011	—	—	—	—	?
Na- gendrababu et al., 2017	—	—	—	—	—

Tab. 9: Ampelsystem modifiziert nach der Cochrane Collaboration.

Quelle: https://handbook-5-1.cochrane.org/chapter_8/figure_8_6_c_example_of_a_risk_of_bias_summary_figure.htm (abgerufen am 12.03.2019).

5.5 Die Qualität der Evidenz der eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten

Die Evaluation der Qualität der Evidenz der systematischen Übersichtsarbeiten ergab für zwei Endpunkte eine niedrige Qualität der Evidenz und für die restlichen Endpunkte eine sehr niedrige Qualität der Evidenz.

Erfolgte in dem jeweiligen SR keine Bestimmung der Qualität der Evidenz, wurde diesem SR automatisch eine „sehr niedrige“ Qualität der Evidenz zugewiesen. Der Endpunkt „Schwellung“ wurde mit einer niedrigen Qualität eingestuft, da das SR von Manfredi et al. (2016) zu diesem Resultat gelangte und auf Grund seiner deutlich größeren Menge an inkludierten Primärstudien eine höhere Gewichtung hat.

Endpunkt	SR, die diesen Endpunkt untersucht haben	Bestimmung der Qualität in den SR	GRADE
Sensitivität	Levin et al., 2009	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	Mainkar et al., 2018	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Mejare et al., 2012	sehr niedrig	
Spezifität	Levin et al., 2009	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	Mainkar et al., 2018	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	

	Mejare et al., 2012	sehr niedrig	
Anatomische Besonderheiten	Naseri et al., 2013	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	de Pablo et al., 2010	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Kottoor et al., 2013	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
Heilungsrate definiert anhand der Freiheit radiologischer Befunde	Aminoshariae et al., 2015 [99]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	Fedorowicz et al., 2012 [100]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Manfredi et al., 2016	sehr niedrig	
Erfolgsrate	Fedorowicz et al. 2012, [101]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	Sequeira-Byron et al., 2015	sehr niedrig	
	Naumann et al., 2018 [102]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Naumann et al., 2018 [103]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
Zahnerhalt	Manfredi et al., 2016	sehr niedrig	Sehr niedrig 
Rückgang der antimikrobiellen Besiedlung	Fedorowicz et al., 2012 [100]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Sehr niedrig 
	Sathorn et al., 2007	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
Auftreten von Komplikationen: Schmerzen	Fedorowicz et al., 2012 [100]	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	Niedrig 
	Agnihotry et al., 2016	niedrig	
	Cope et al., 2018	sehr niedrig	
	Matthews et al., 2013	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Anjaneyulu et al., 2014	Bestimmung erfolgte anhand der Studien und nicht anhand der Endpunkte: sehr niedrig	
	Peng et al., 2007	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	

	Manfredi et al., 2016	moderat (Schmerz bis zu 72 Stunden nach Behandlung)	
	Manfredi et al., 2016	niedrig (Schmerz bis zu 1 Woche nach der Behandlung)	
	Schwendicke et al., 2018	moderat	
	Sun et al., 2018	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Nagendrababu et al., 2017	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
			Niedrig
Auftreten von Komplikationen: Schwellung	Cope et al., 2018	sehr niedrig	
	Manfredi et al., 2016	niedrig	
	Agnihotry et al., 2016	niedrig	
Analgetika Bedarf	Peng et al., 2007	Keine Bestimmung erfolgt: sehr niedrig	
	Manfredi et al., 2016	moderat	

Tab. 10: Die Qualität der Evidenz nach GRADE.

5.6 Ergebnisse der einzelnen Domänen

Anhand der im folgenden dargestellten Blasendiagramme können zwei oder mehrere Interventionen einander gegenübergestellt und variierende Resultate für die Endpunkte dargestellt werden. Die Y-Achse gibt den jeweiligen Endpunkt an, auf der X-Achse befinden sich die Testverfahren/Untersuchung (Abb. 6,7, 8, 9, 10, 11, 12, 14) der Zeitraum der Untersuchung (Abb. 13, 16) oder die Quelle (Abb. 10, 15). Da die Blasengröße die Versuchsgröße repräsentiert, fallen stark voneinander abweichende Versuchsgrößen besonders auf. Die Versuchsgrößen befinden sich jeweils in der Tabelle über dem Blasendiagramm. Zusätzlich hierzu enthalten die Blasendiagramme Informationen zu der Anzahl der Primärliteratur, die innerhalb der SR den jeweiligen Endpunkt untersucht haben. Wenn vorhanden, wird im Text die statistische Signifikanz der Resultate in Form des p-Wertes angegeben.

5.6.1 Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der Pulpa

In diese Domäne wurden drei systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen [104-106]. Diagnostische Verfahren zum Nachweis pulpitischer und gangränöser Erkrankungen wurden eruiert und Wissenslücken wurden extrahiert.

Mejare et al. (2012) und Mainkar et al. (2018) untersuchten die Effektivität diagnostischer Maßnahmen zur Bestimmung des Pulpazustandes. Für die quantitative Darstellung der Resultate wurden für unser systematisches Map die diagnostischen Maßnahmen „Kältetest“, „Wärmetest“, sowie der „Elektropulpale Test“ (EPT) gewählt, da sie zu den gängigen Methoden in der Praxis gehören und in nahezu allen genannten Primärstudien auftraten (Abb. 6). In dem SR von Mejare et al. (2012) liegen die berechneten Durchschnittswerte für die Sensitivität für den Kältetest bei 81,9%, für die Spezifität bei 67,9%, für die Sensitivität für den Wärmetest bei 83,4%, für die Spezifität bei 38,7%, für die Sensitivität für den EPT bei 71%, für die Spezifität bei 92,6%. Somit kann ein gesunder Zahn mittels eines Kältetests als wirklich gesund (Spezifität) weniger gut beurteilt werden als ein Zahn, der eine irreversible Pulpitis hat (Sensitivität). Für den Wärmetest kann dieselbe Aussage getroffen werden mit dem Unterschied, dass die Einzelwerte starke Abweichungen beinhalten und somit auch die Durchschnittswerte kritisch zu betrachten sind. Der EPT beurteilt gesunde Zähne in höherem Maß richtig und diagnostiziert seltener einen irreversiblen Schaden der Pulpa korrekt. Es ist jedoch bei der Betrachtung der

einzelnen Resultate für Sensitivität und Spezifität in den Primärstudien von großer Relevanz, dass die Ergebnisse stark variieren und ein Mittelwert demnach kaum aussagekräftig ist. Die Autoren betonen, dass auf Grund der geringen Qualität der Evidenz der Primärstudien die Bewertung des Zustandes der dentalen Pulpa anhand der untersuchten Verfahren nur schwerlich erfolgen kann.

Mainkar et al. (2018) fanden in ihrer systematischen Übersichtsarbeit heraus, dass der Wärmetest im Durchschnitt die Methode mit den unzuverlässigsten Aussagen (Sensitivität: 77,8%, Spezifität: 66,5%) ist und die Pulsoxymetrie (PO) (Sensitivität 97,3%, Spezifität: 95,4%) und die Laser-Doppler Flowmetrie (LDF) (Sensitivität: 97,5%, Spezifität: 95,0%) die akkuratesten Methoden sind. Die Werte für den Kältetest und den EPT sind einander ähnlich (Sensitivität Kältetest: 86,7%, Spezifität 84,3%; Sensitivität EPT 72,0%, Spezifität 92,8%), wobei mittels des EPT deutlich schlechter ein devitaler Zahn diagnostiziert werden kann. Zwischen den beiden systematischen Übersichtsarbeiten liegt bei der Spezifität des Kältetests eine große Diskrepanz vor (Mejare et al.: 67,9%; Mainkar et al.: 84,3%).

In dem Blasendiagramm in Abbildung 6 werden die diagnostischen Verfahren LDF und PO nicht dargestellt, da sie in dem SR von Mejare et al. (2012) nur durch eine Primärstudie eruiert werden und dadurch die Werte für die Sensitivität und Spezifität nicht repräsentativ sind.

Levin et al. (2009) untersuchten mit welcher diagnostischen Maßnahme der Zustand der Pulpa schnell und einfach eruiert werden kann. Als Resultat zeigte sich, dass einheitliche Klassifizierungsmöglichkeiten zur Bewertung des pulpalen Schmerzes sowie des Gesundheits- oder Entzündungszustandes nicht existieren. Die quantitative Darstellung in Form eines Diagramms ist anhand dieser Daten nicht möglich.

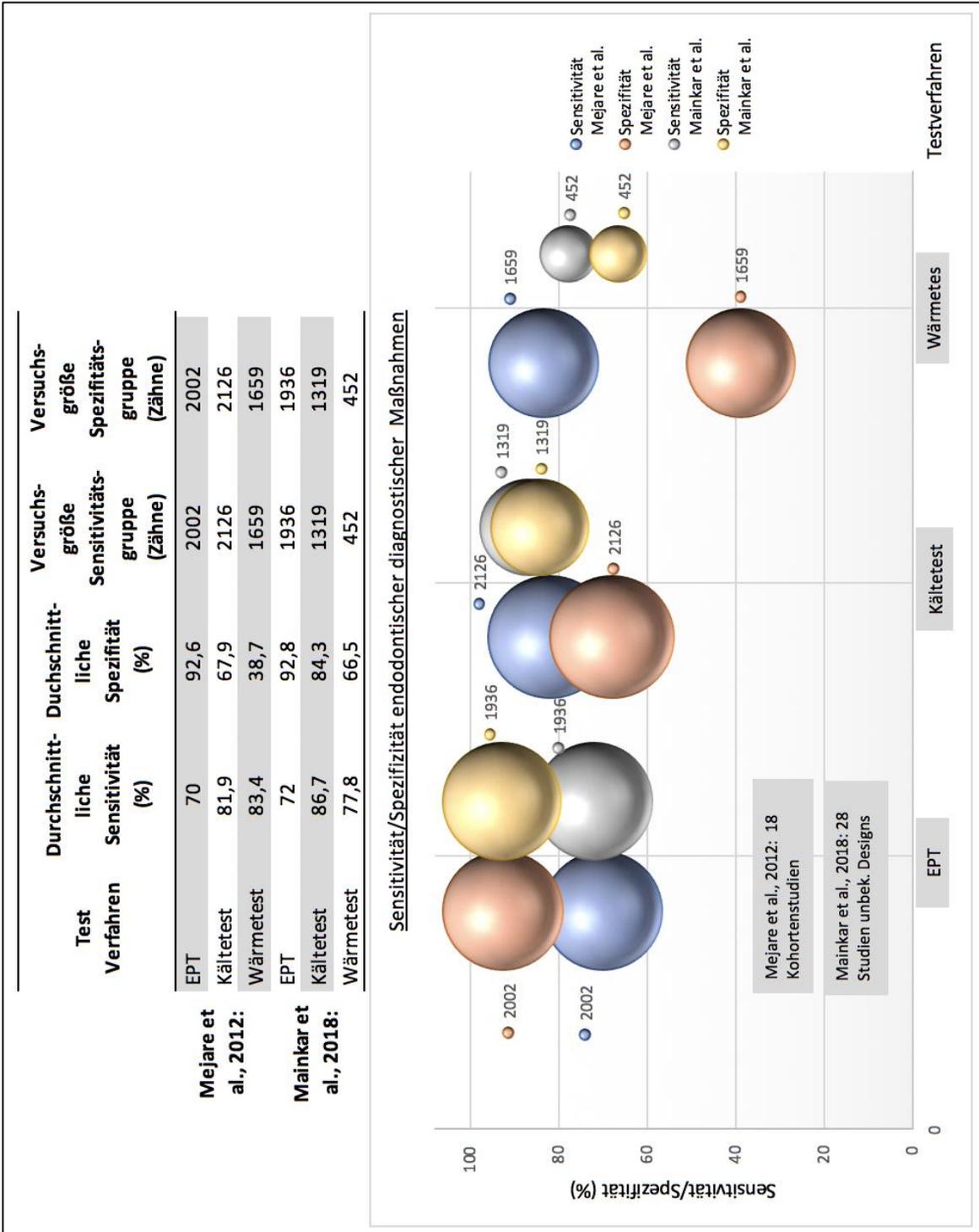


Abb. 6: Sensitivität und Spezifität endodontischer diagnostischer Maßnahmen dargestellt in einem Blasen-diagramm.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne.

5.6.2 Anatomie des Wurzelkanalsystems

Ziel dieser Domäne ist, die in den SR veröffentlichten Informationen bezüglich anatomischer Besonderheiten des Wurzelkanalsystems zu erörtern und die SR zu bewerten. Drei SR wurden aufgenommen [107-109]. Die Resultate ergaben, dass anatomische Besonderheiten, wie beispielsweise C-förmige Kanäle, drei Wurzeln in unteren ersten Molaren sowie ein *dens invaginatus* vermehrt bei gewissen ethnischen Gruppen wie Mongoloiden, Eskimos, Chinesen und den Ureinwohnern Amerikas auftreten. Das Geschlecht spielt in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle.

Die klinische Bedeutung der Resultate dieser Domäne ist fraglich, da die Endpunkte nicht miteinander vergleichbar sind und demnach die Aussagen nur auf einzelnen Untersuchungen mit kleinen Versuchsgrößen basieren.

5.6.3 Wurzelkanalaufbereitung

Systematische Übersichtsarbeiten mit der Thematik „Wurzelkanalaufbereitung“ wurden im Rahmen dieser Domäne auf deren Aussagekraft, Qualität und bestehende Wissenslücken untersucht.

Drei systematische Übersichtsarbeiten wurden eingeschlossen [99, 110, 111].

Diese beschäftigten sich mit sehr unterschiedlichen Kriterien. Während Aminoshariae und Kulid (2015) die Heilungsrate infizierter Wurzelkanäle in Abhängigkeit von der Größe der letzten Feile der Aufbereitung untersuchten (Abb. 7), stellten Caviedes-Bucheli et al. (2016) unterschiedliche Aufbereitungssysteme im Hinblick auf die Verdrängung von Debris über den Apex hinaus einander gegenüber (Abb. 8). Sun et al. (2018) verglichen die manuelle und maschinelle Aufbereitung hinsichtlich der Schmerzinzidenz, der Schmerzhöhe und der Einnahme von Analgetika im Anschluss an die WKB (Abb. 9). Folglich lassen sich die drei systematischen Übersichtsarbeiten sowohl qualitativ als auch quantitativ nicht miteinander vergleichen.

Aminoshariae und Kulid (2015) beurteilten die variierende Heilungsrate anhand von drei *in-vivo* Studien und einer randomisierten kontrollierten Studie (RCT). In dem RCT von Saini et al. (2012) wurde die klinische und radiologische Heilungsrate in einem Zeitraum von bis zu einem Jahr nach der Wurzelkanalaufbereitung mit unterschiedlichen MAF-Größen (Master Apical File) gemessen und dargestellt. Sie fanden heraus, dass bei einer Vergrößerung der FABF (First Apical Binding File) bis zum 3-fachen Faktor eine signifikant

gesteigerte Heilungsrate bei nekrotischen Pulpitiden und periapikalen Läsionen auftritt ($p=0.001$, Regressionsanalyse). Die weitere Steigerung der apikalen Aufbereitung resultierte in keiner signifikanten Steigerung der Heilungsrate (Abb. 7). Die Untersuchungskriterien in den übrigen Primärstudien weichen voneinander ab, sodass sie den Resultaten des RCT nicht gegenübergestellt werden können.

Die systematische Übersichtsarbeit von Caviedes-Bucheli et al. (2016) vergleicht vier Aufbereitungssysteme (ProTaper Universal, Mtwo, WaveOne, Reciproc). In drei der vier in die Meta-Analyse aufgenommenen Laborstudien wurde ein signifikant höheres Maß an Extrusion von Debris für die reziproken Ein-Feilen-Systeme (WaveOne, Reciproc) im Vergleich zu den rotierenden Mehr-Feilen-Systemen (Mtwo, ProTaper) festgestellt (Standardisierte Mittelwertsdifferenz, $SMD > 0.70$) (Abb. 8). Der Querschnitt der Feilen spielte jedoch eine bedeutendere Rolle als die Anzahl der Feilen bei der Beurteilung der Extrusion von Debris. Dreieckige Feilen (Pro Taper und WaveOne) resultierten in einer höheren Rate der Expression der Neuropeptide SP (Substanz P) und CGRP (Calcitonin Gene-Related Peptide) im parodontalen Ligament als s-förmige Feilen (Mtwo und Reciproc). Diese Neuropeptide wurden sowohl durch Ein- als auch durch Mehrfeilensysteme exprimiert. Jedoch konnte eine signifikant höhere Rate nach der Anwendung von Pro Taper gemessen werden ($p < 0.0001$).

Sun et al. (2018) verglichen manuelle und maschinelle Aufbereitungssysteme in Bezug auf die Schmerzinzidenz, die Schmerzhöhe und die Einnahme von Analgetika. Es zeigte sich, dass rotierende NiTi-Systeme eine signifikant geringere Schmerzinzidenz nach sich ziehen als manuelle Feilensysteme aus Edelstahl ($p=0.0005$) (Abb. 9). Rotierende Mehr-Feilen-Systeme führten zu signifikant weniger Schmerzen als reziproke Ein-Feilen-Systeme ($p < 0.0001$). Hinsichtlich der Schmerzintensität ließen sich keine signifikanten Aussagen treffen. Die Inzidenz, Intensität sowie die Anzahl an notwendigen Analgetika waren nach der manuellen Aufbereitung höher als nach der rotierenden Aufbereitung. Eine grafische Darstellung der Daten von Sun et al. (2018) ist in Abbildung 9 zu sehen. Diese beinhaltet Daten von neun Untersuchungen, die von Sun et al. (2018) in die Meta-Analysen aufgenommen wurden. Trotz der kleinen Versuchsgrößen und der jeweils nur einzelnen Primärstudien, die die Aufbereitungsarten miteinander verglichen, kann klar erkannt werden, dass die Schmerzinzidenz nach rotierender Aufbereitung mittels Crown-Down Technik deutlich geringer ist.

Eine definitive, für die Praxis relevante, Aussage dieser Domäne ist schwer zu verfassen, da die untersuchten Endpunkte variieren und die Anzahl der eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten sehr klein ist.

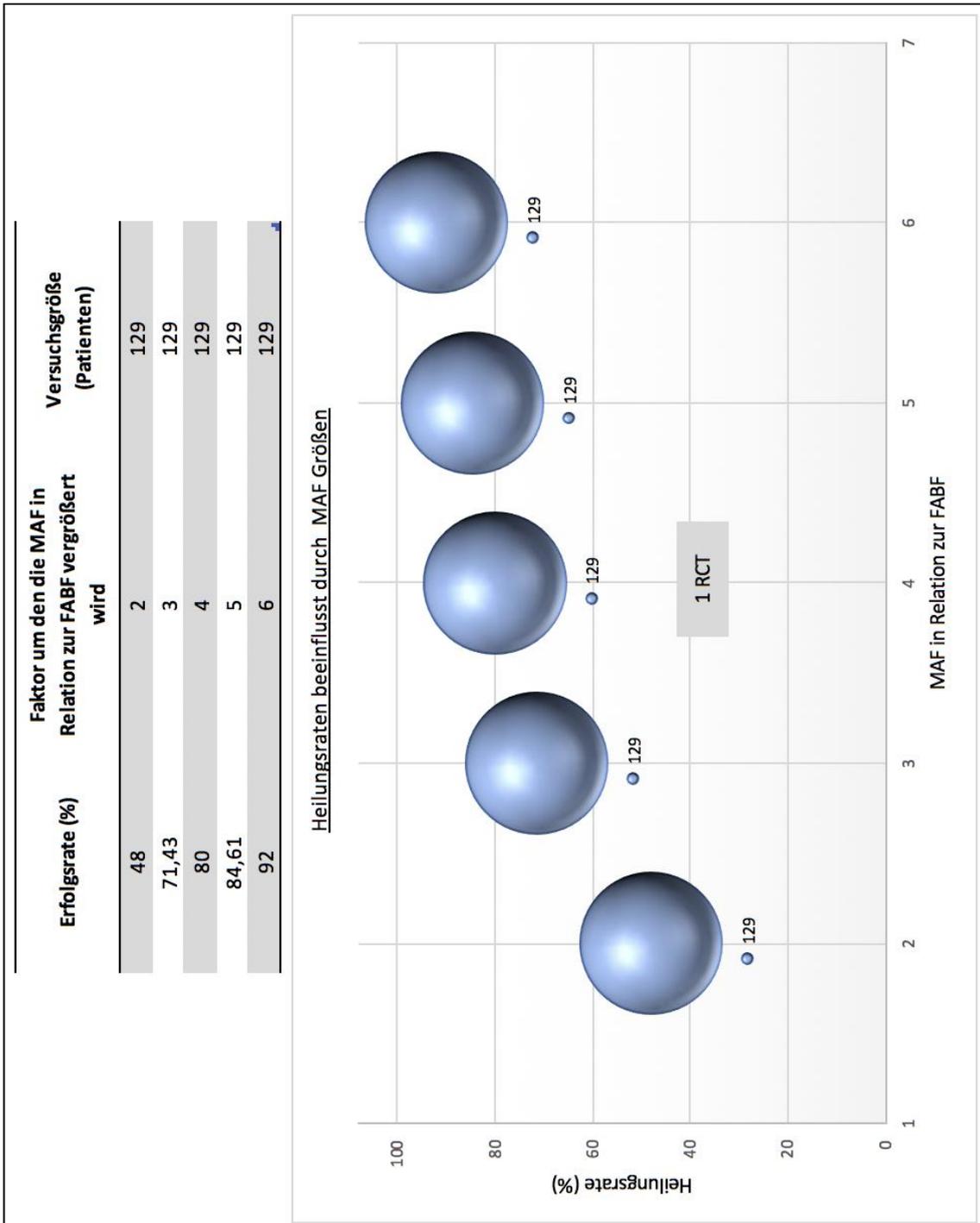


Abb. 7: Heilungsrate abhängig von verschiedenen MAF Größen.

MAF: Master Apical File; FABF: First Apical Binding File.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Patienten. Insgesamt wurden 129 Patienten untersucht, eine Zuordnung der Versuchsgröße zu den verwendeten Feilengrößen fehlt.

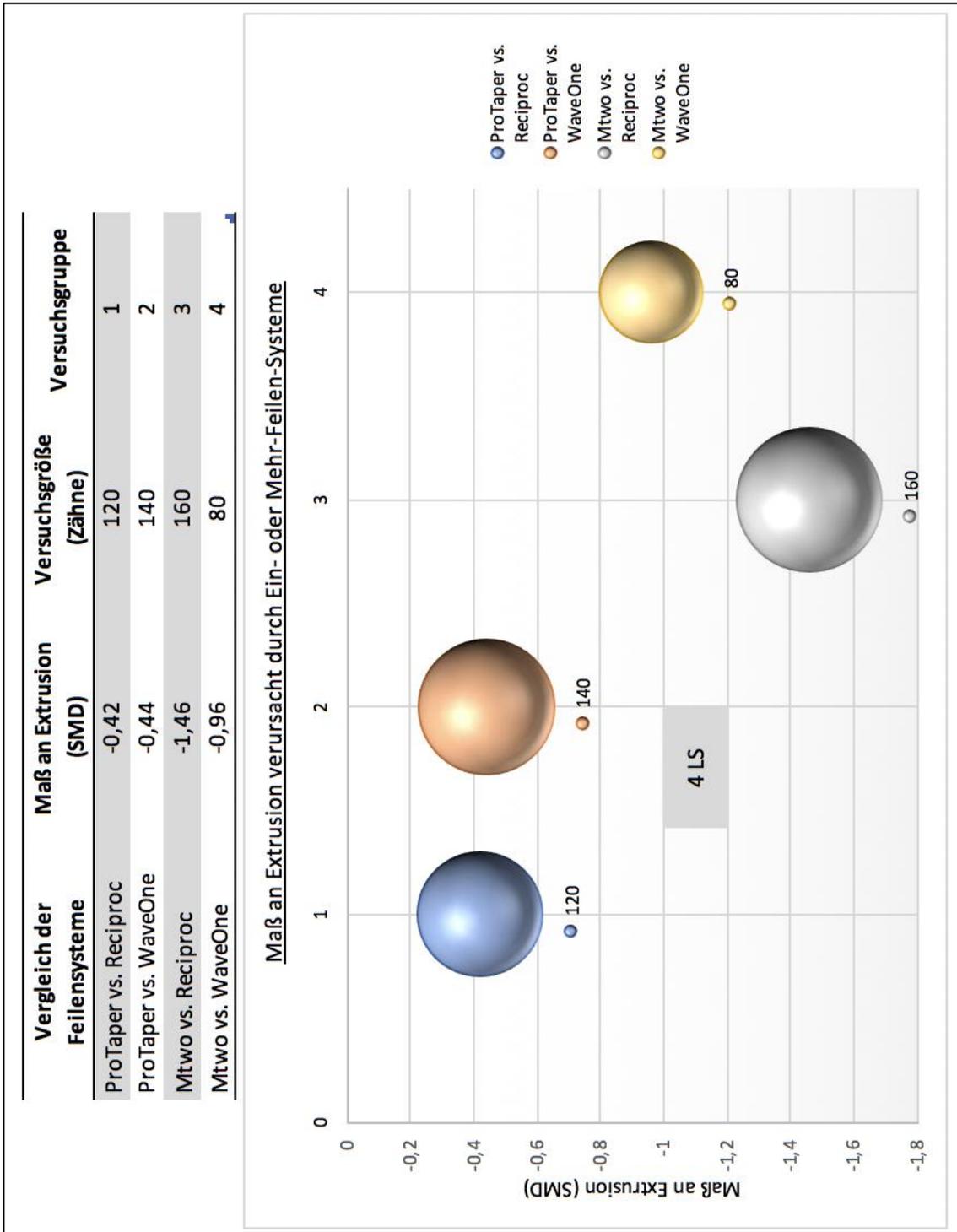


Abb. 8: Maß an Extrusion verursacht durch verschiedene Feilensysteme.

SMD: Standardisierte Mittelwertsdifferenz.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne.

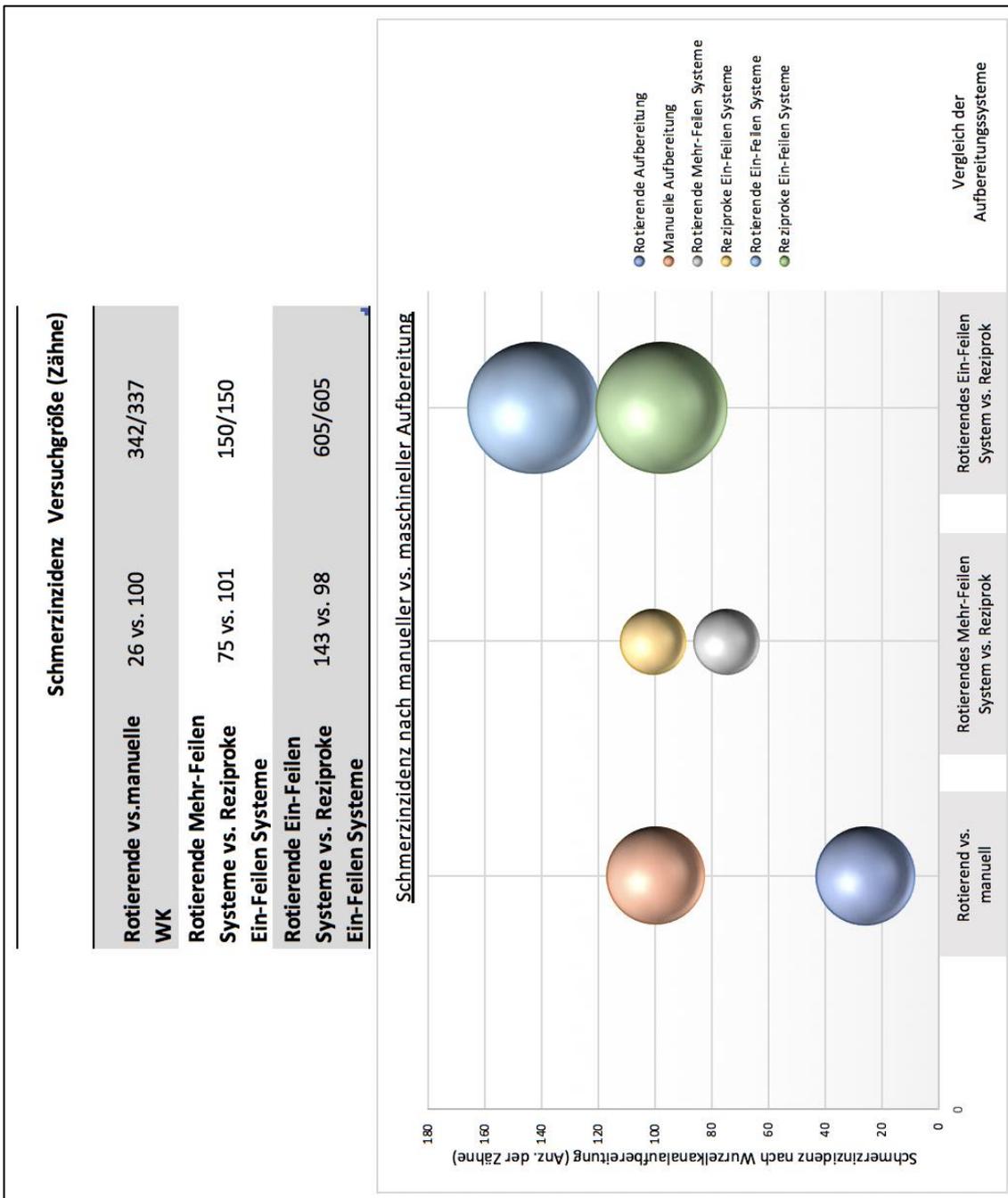


Abb: 9: Schmerzinzidenz nach manueller, rotierender und reziproker Aufbereitung.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne.

5.6.4 Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken

In diese Domäne wurden sieben systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen und eruiert. Es wurden jeweils abweichende Kriterien behandelt [100, 112-117].

Zwei systematische Übersichtsarbeiten verglichen die Effektivität von Spüllösungen im Hinblick auf das Bakterienwachstum, positive radiologische Befunde, Schmerzen und sonstige Komplikationen (Fedorowicz et al. 2012; Gonçalves et al., 2016). Beide SR stellten die beiden Spüllösungen NaOCl und CHX einander gegenüber. Nur in der Arbeit von Fedorowicz et al. (2012) wurden die quantitativen Daten der Bakterienkulturen nach der Spülung mit NaOCl und nach der Spülung mit CHX angegeben. In dem RCT von Ercan (2004), eine der Primärliteraturquellen des SR von Fedorowicz et al. (2012), wurden die Bakterienkulturen spezifiziert: *Enterococcus faecalis*, *Actinomyces israelii*, *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus salivarius*. Abbildung 10 stellt die Ergebnisse von diesem und einem weiteren RCT aus der systematischen Übersichtsarbeit von Fedorowicz et al. (2012) dar. In Bezug auf die Anzahl positiver Bakterienkulturen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Spüllösungen Chlorhexidin und Natriumhypochlorit ($p=0.41$, RR). Ein wichtiger Faktor bei der Betrachtung der Resultate von Fedorowicz et al (2012) ist, dass die Konzentration der Spüllösungen NaOCl und CHX nicht in beiden RCT identisch war [100]. In das SR von Goncalves et al. (2016) wurden ebenfalls die RCT von Vianna et al. (2006) und Ercan et al. (2004) aufgenommen. Jedoch fehlen die quantitativen Daten der Bakterienkulturen. In dieses SR wurden weitere Primärquellen aufgenommen, die jeweils unterschiedliche Konzentrationen der Spüllösungen CHX und NaOCl verwendeten. Die Resultate der Untersuchungen variierten stark, wodurch keine eindeutige Aussage getroffen werden kann. Die systematische Übersichtsarbeit von Fedorowicz et al. (2012) verglich weitere Spüllösungen miteinander (NaOCl 1% vs. 2,5% und vs. 5%; NaOCl 5,25% vs. NaOCl 5,25% + H₂O 3%; NaOCl 5,25% vs. NaOCl + proteolytisches Enzym; NaOCl 1% + CHX 2% vs. NaOCl 1% + Kochsalzlösung; NaOCl 1,3% + MTAD vs. Kochsalzlösung, NaOCl 5,25% + EDTA vs. NaOCl 1,3% + MTAD, CHX 0,2% vs. Kochsalzlösung). Zu den einzelnen untersuchten Endpunkten konnten entweder keine Daten in der Primärliteratur gefunden werden oder aber die Resultate waren nicht signifikant.

Drei systematische Übersichtsarbeiten untersuchten den zusätzlichen Effekt von systemischen Antibiotika zur Behandlung von irreversiblen Pulpitiden und apikalen

Parodontiden oder Abszessen (Agnihotry et al. 2016; Cope et al. 2014; Matthews et al. 2003). Abbildung 11 stellt den durchschnittlichen Bedarf an Analgetika nach systemischer Antibiotikagabe dar. Die Patienten erhielten im Anschluss an die Behandlung Ibuprofen und sollten bei anhaltenden Beschwerden in den darauffolgenden Tagen Paracetamol+Codein einnehmen. Agnihotry et al. (2016) und Cope et al. (2014) konnten zwischen der Antibiotika- und der Kontrollgruppe keinen signifikanten Unterschied feststellen (Agnihotry et al. (2016): Mann-Whitney Wilcoxon Test, $p=0.84$ (Ibuprofen), $p=0.19$ (Paracetamol+Codein; Cope et al. (2014): Mittelwertsdifferenz, $p=0.62$ (Ibuprofen), $p=0.87$ (Paracetamol+Codein)). Matthews et al. (2003) verglichen ein systemisches Antibiotikum mit einem Placebo. Auch hierbei konnte durch die Antibiotika-Gabe kein Vorteil konstatiert werden. Ein direkter quantitativer Vergleich mit den beiden systematischen Übersichtsarbeiten von Cope et al. (2014) und Agnihotry et al. (2016) war nicht möglich. Obwohl die genannten Resultate für eine nicht signifikante Steigerung der Wirksamkeit durch Antibiotika im Rahmen der Behandlung von irreversiblen Pulpitiden sprechen, ist dieses Ergebnis auf Grund der kleinen Versuchsgröße kritisch zu betrachten.

Sathorn et al. (2007) sowie Anjaneyulu und Nivedhitha (2014) untersuchten in ihren SR die Wirksamkeit der medikamentösen Einlage Calciumhydroxid (CH). Anjaneyulu und Nivedhitha (2014) prüften den Effekt auf das Schmerzlevel nach der Behandlung und stellten fest, dass Calciumhydroxid in Kombination mit CHX oder CMCP in einer Reduzierung der Schmerzen resultiert, während CH in alleiniger Form einen geringen Einfluss auf das Schmerzlevel hat. Auf Grund fehlender Daten zu Untersuchungsmethoden, Endpunkten, Zeitpunkten und verwendete Lösungen ist eine grafische Darstellung der Resultate von Anjaneyulu und Nivedhitha (2014) nicht möglich. Sathorn et al. (2007) setzten sich mit dem durch Calciumhydroxid bewirkten Rückgang positiver Bakterienkulturen auseinander. Der Einfluss auf die Bakterienkulturen erwies sich als nicht signifikant ($p=0.12$, RR), wobei jedoch die Einzelergebnisse betrachtet werden müssen: sechs der acht eingeschlossenen klinischen Studien wiesen einen signifikanten Rückgang der Bakterienkulturen nach. Die übrigen zwei Studien stellten einen unbedeutenden Unterschied der Anzahl der Bakterien vor und nach der Medikation mit Calciumhydroxid fest (Abb. 12). Die beiden SR dieser Domäne zur Thematik „Calciumhydroxid“ untersuchten unterschiedliche Endpunkte weshalb eine Gegenüberstellung nicht möglich ist.

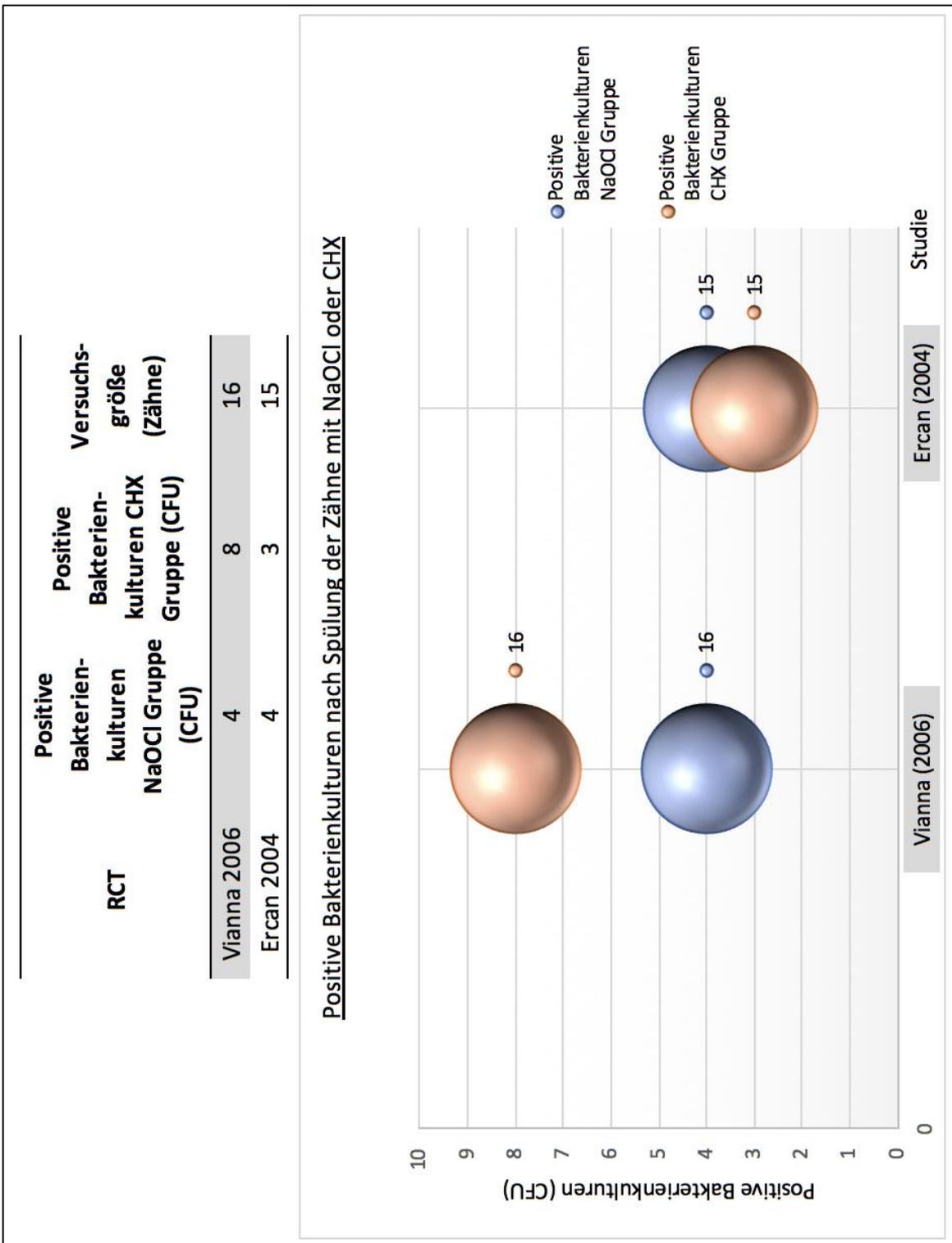


Abb. 10: Einfluss von NaOCl und CHX auf das Bakterienwachstum.

CFU: Colony Forming Unit.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne.

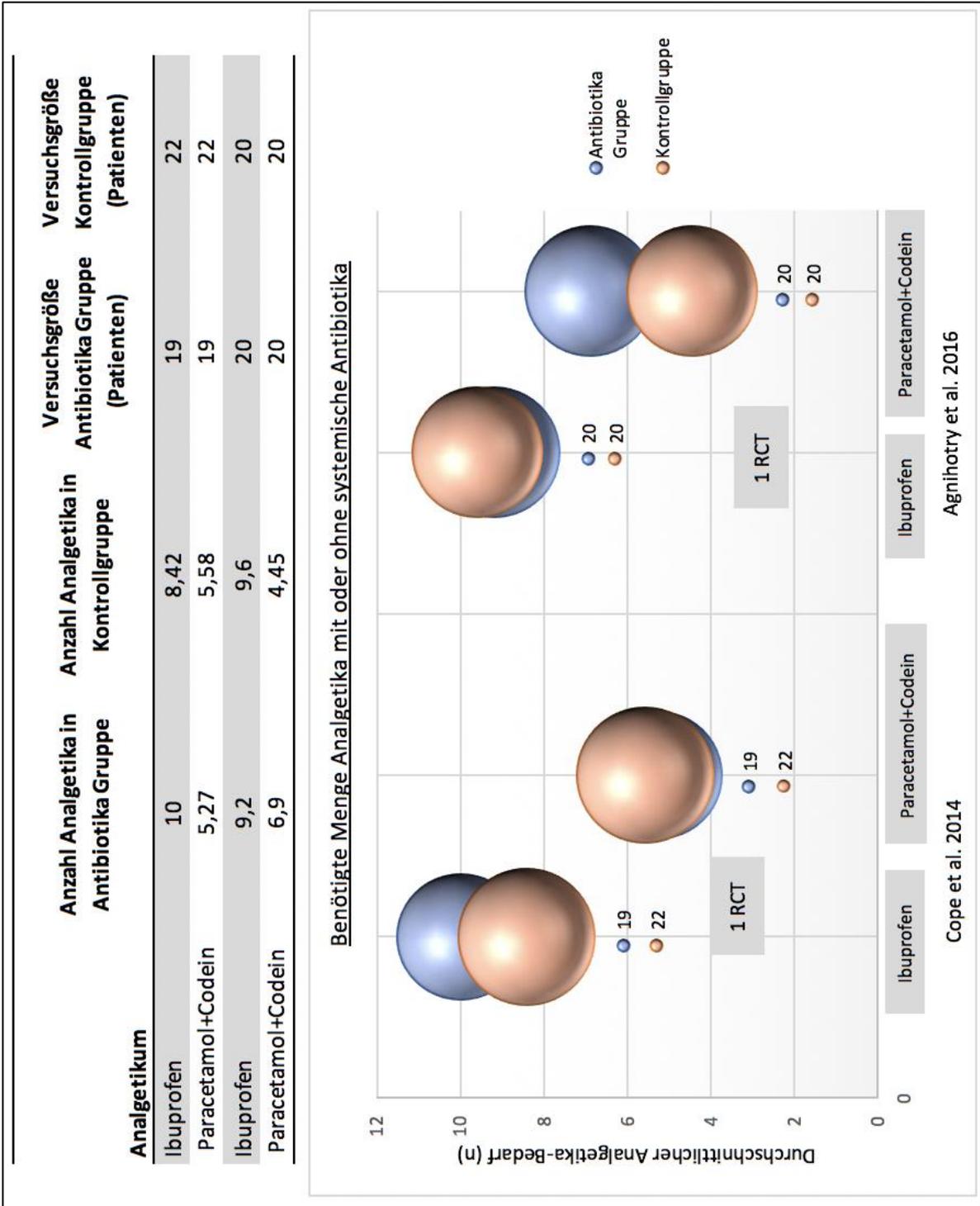


Abb. 11: Einfluss systemischer Antibiotika auf den Analgetika-Bedarf.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Patienten.

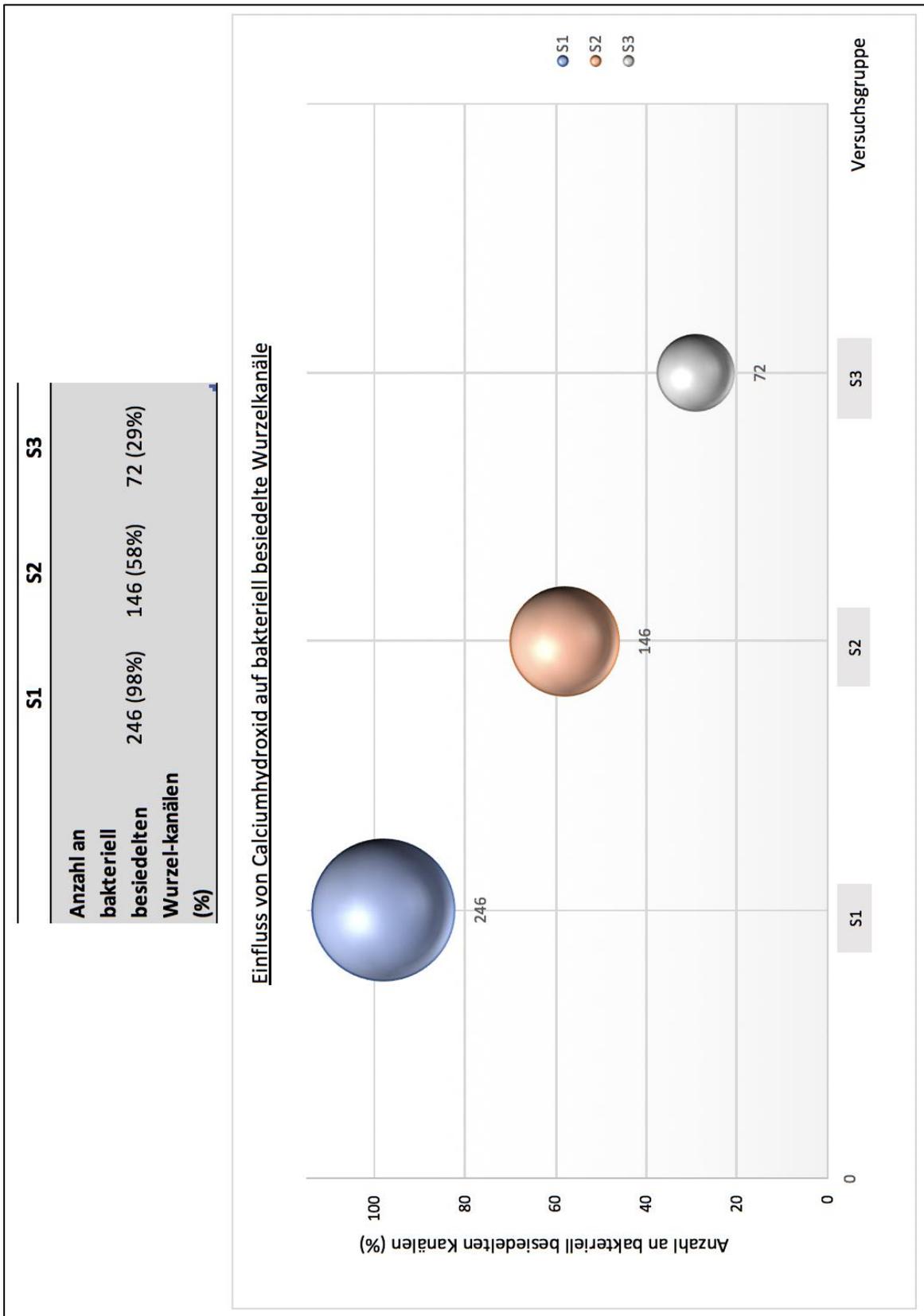


Abb. 12: Einfluss von Calciumhydroxid auf bakteriell besiedelte Wurzelkanäle.

S1: Initiale Bakterienanzahl; **S2:** Anzahl nach WK und Spülung der Kanäle; **S3:** 1-4 Wochen nach Medikation mit Calciumhydroxid. Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Patienten.

5.6.5 Endodontische Radiologie inklusive der Bestimmung der Arbeitslänge

Ziel dieser Domäne ist die gefundenen SR zu analysieren und die enthaltenen Informationen sowie bestehende Wissenslücken zu extrahieren.

Systematische Übersichtsarbeiten, die sich ausschließlich mit dem Thema der Radiologie in der Endodontie beschäftigen, wurden nicht ausfindig gemacht. Eine systematische Übersichtsarbeit konnte aber eingeschlossen werden [118]. In dieser wurde die Bestimmung der Arbeitslänge untersucht. Die Auswertung ergab, dass die elektrische Arbeitslängenbestimmung geringfügig Vorteile gegenüber der alleinigen Verwendung von Röntgenbildern hinsichtlich der Präzision der Arbeitslängenbestimmung aufweist. Die Anzahl der angefertigten Röntgenbilder kann durch die EAL ebenfalls reduziert werden. Die Darstellung der Daten in einem Diagramm ist nicht möglich, da die Einheit der Versuchsgruppen variiert.

5.6.6 Wurzelkanalobturation

In die Domäne „Wurzelobturation“ konnte eine systematische Übersichtsarbeit aufgenommen werden, welche bereits im Jahr 2007 von Peng et al. publiziert wurde [119]. In dieser wurde die Wurzelfüllung mittels kalter lateraler Kondensation mit der mit warmem Guttapercha hinsichtlich unterschiedlicher Endpunkte verglichen. In dem Blasendiagramm in Abbildung 13 stellt die Y-Achse die Misserfolgsrate dar, die X-Achse beschreibt den mittleren Beobachtungszeitraum. In Bezug auf die Kriterien „postoperativer Schmerz“, „Langzeitergebnisse“ sowie das „Versagen der Wurzelfüllung“ wurden für beide Methoden ähnliche Resultate erzielt (Postoperativer Schmerz: $p=0.66$, Füllungs-misserfolg: $p=0.77$, Langzeitergebnisse: $p=0.10$, RR). Der Endpunkt „Überextension“ trat signifikant seltener nach der kalten lateralen Kondensation auf ($p=0.0007$, RR). Da sich nur ein SR mit dem Thema der Wurzelkanalfüllung befasst und dieses bereits vor mehr als 10 Jahren veröffentlicht wurde, sind die beschriebenen Resultate schwer in die Praxis zu übertragen.

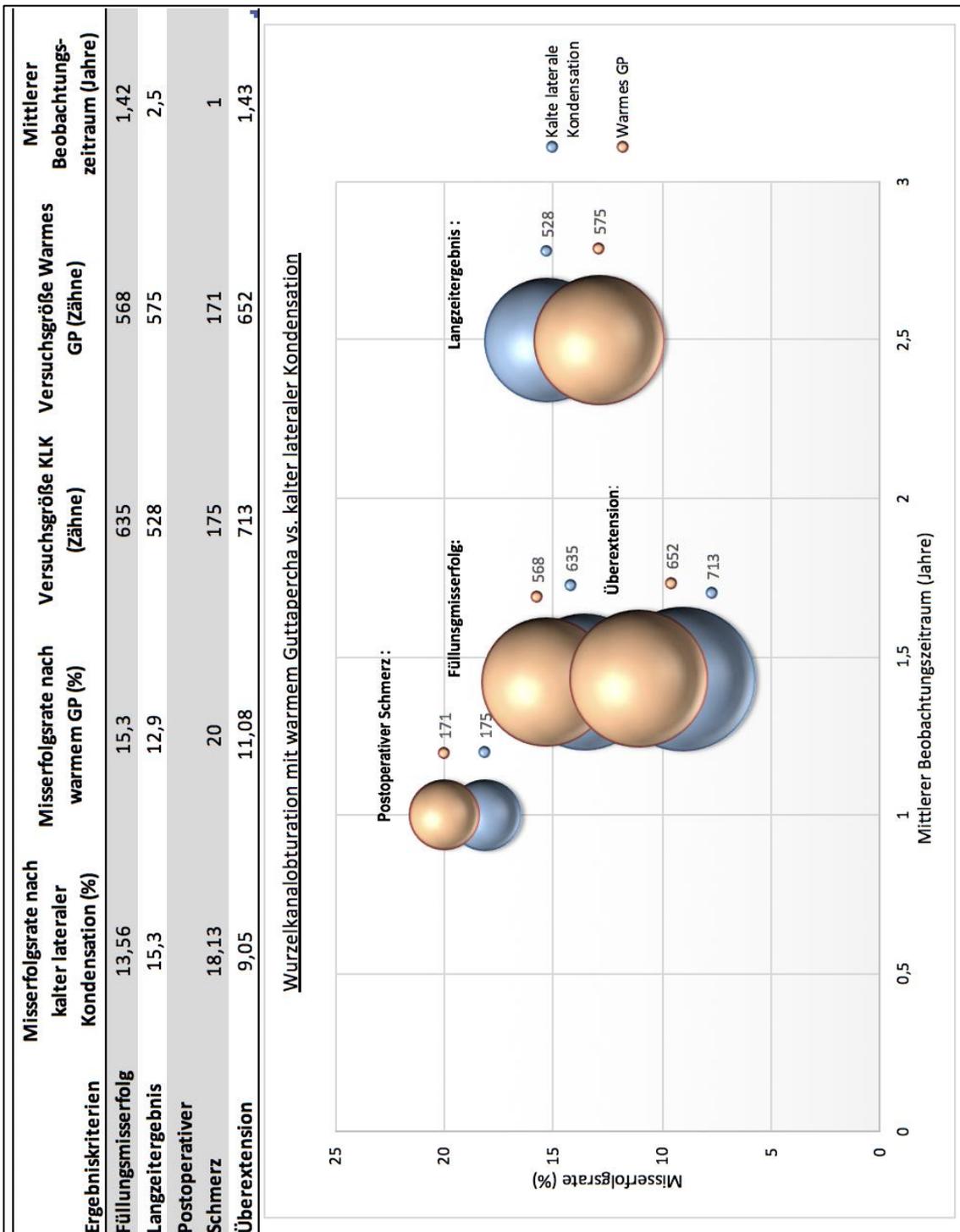


Abb. 13: Vergleich Wurzelkanalobturation mittels kalter lateraler Kondensation oder warmem Guttapercha.

KLK: Kalte laterale Kondensation; GP: Guttapercha.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne.

5.6.7 Postendodontische Versorgungsmöglichkeiten

In diese Domäne wurden sechs systematische Übersichtsarbeiten eingeschlossen [101-103, 120-122], wobei das SR von Sequeira-Byron et al. (2015) ein Update des SR von Fedorowicz et al. (2012) [101] darstellt. Die SR wurden analysiert, bewertet und auf bestehende Wissenslücken untersucht.

Die Endpunkte in den SR weichen voneinander ab und lassen sich nicht miteinander vergleichen.

Theodosopoulou et al. (2009) verglichen unterschiedliche Stiftsysteme miteinander in Bezug auf die Fraktur des Stiftsystems, die Fraktur der Wurzel, den Verlust des Stiftes und radiologische periapikale Veränderungen. Sie wiesen einen signifikanten Vorteil von Karbonfaserstiften in Harzmatrix gegenüber gegossenen Stiftsystemen aus Edelmetalllegierungen nach. Signifikante Vorzüge bestanden ebenfalls bei Glasfaserstiften im Vergleich zu verschraubten Metallstiften und bei gegossenen Goldlegierungsstiften gegenüber Karbonfaserstiften. Vorgefertigte Metallstifte weisen im Vergleich zu gegossenen Metallstiften nur einen unbedeutenden Vorteil auf. Eine grafische Darstellung der Daten war nicht möglich, da die einzelnen Kontroll- und Versuchsgruppen nicht miteinander vergleichbar waren.

Figueiredo et al. (2015) stellten faserverstärkte Stiftsysteme Metallstiften gegenüber und untersuchten diese hinsichtlich des Frakturrisikos. Insgesamt konnten in Bezug auf die katastrophale Frakturgefahr keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Vorgefertigte Metallstifte und Karbonfaserstifte wiesen jedoch im Gegensatz zu Glasfaserstiften und gegossenen Metallstiften ein zweifach erhöhtes Risiko der Wurzelfraktur auf.

Naumann et al. (2018) konnten keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Erfolgsrate von postendodontischen Versorgungen mit oder ohne Stiftsystem auch für Zähne ohne verbliebene Dentinwände nachweisen. Die Beobachtungszeiträume betragen bis zu 17 Jahre. Die Versuchsgröße wurde in diesem SR nicht durchgängig angegeben [102].

In einem weiteren SR von Naumann et al. (2018) wurde der positive Effekt des Fassreifeneffekts nachgewiesen: nach einem Beobachtungszeitraum von 5 Jahren war die Überlebensrate von Zähnen mit eingehaltenem „ferrule“ und erhaltenen Wänden signifikant größer als ohne „ferrule“ ($p=0.04$). Ein signifikanter Effekt von Wurzelstiften konnte in der Mehrzahl der Primärstudien nicht nachgewiesen werden [103].

Die systematischen Übersichtsarbeiten von Fedorowicz et al. (2012) sowie das Update dieses SR von Sequeira-Byron et al. (2015) verglichen zwei verschiedene Restaurationsarten endodontisch behandelter Zähne miteinander: metallkeramische Vollkronen inklusive Stiftsystem und Compositfüllungen inklusive Stiftsystem. Zu den Endpunkten gehörten der katastrophale sowie der nicht-katastrophale Misserfolg, Sekundärkaries, der parodontale Zustand und die Patientenzufriedenheit. Das Risiko des nicht-katastrophalen Misserfolgs war in beiden Versuchsgruppen nach dem 3-jährigen Kontrollzeitraum ähnlich gering (Misserfolg der Restauration: $p=0.33$, Misserfolg des Stiftsystems: $p=0.58$, RR) (Abb. 14). In keinem der untersuchten Fälle trat ein katastrophaler Misserfolg auf. Jedoch war in dieser Gruppe die Follow-up Rate sehr gering. Die sekundären Endpunkte (Sekundärkaries, Kosten, parodontaler Zustand und die Patientenzufriedenheit) wurden in den eingeschlossenen RCT nicht überprüft.

Auf Grund der nicht miteinander vergleichbaren Kriterien und Endpunkte in den systematischen Übersichtsarbeiten, die in diese Domäne aufgenommen werden konnten, ist eine valide Aussage bezüglich der klinischen Relevanz verschiedener postendodontischer Versorgungsmöglichkeiten schwer zu treffen.

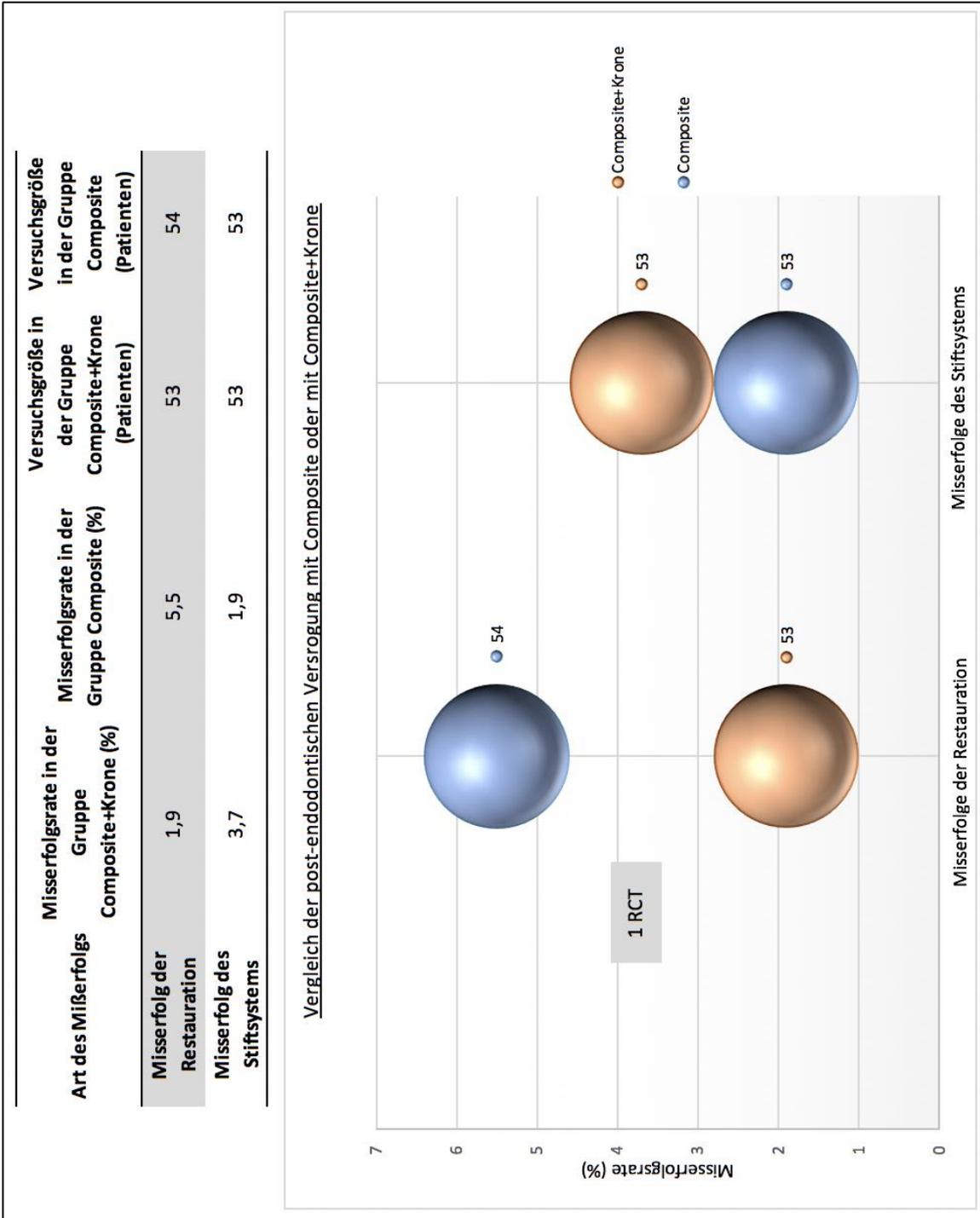


Abb. 14: Gegenüberstellung der Misserfolgsrate direkter und indirekter post-endodontischer Versorgung nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Patienten.

5.6.8 Erfolgsrate

In diese Domäne wurden zehn systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen [123-132]. Figini et al. (2008), Manfredi et al. (2016), Su et al. (2011), Sathorn et al. (2005), Sathorn et al. (2008) und Schwendicke et al. (2017) verglichen die Wurzelkanalbehandlung (WKB) in einer oder mehreren Sitzungen unter anderem hinsichtlich der radiologisch sichtbaren Heilung, der Inzidenz von Schmerzen nach der Wurzelfüllung, der Einnahme von Schmerzmitteln im Anschluss an die Behandlung und des Wiederaufflammens einer Entzündung nach einer abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlung.

In der systematischen Übersichtsarbeit von Su et al. (2011) wird eine deutlich geringere Schmerzprävalenz direkt im Anschluss an die Behandlung in einer Sitzung festgestellt ($p < 0.05$, Z-Test). Die Untersuchungen von Figini et al. (2007), Manfredi et al. (2016), Schwendicke et al. (2017) und Sathorn et al. (2008) wiesen keine Differenz der Schmerzinzidenz und des Bedarfs an Schmerzmitteln zwischen den zwei Behandlungsmöglichkeiten nach. Diese Unterschiede hinsichtlich des Endpunktes „Schmerzprävalenz“ führen dazu, dass die Resultate kritisch in Bezug auf die klinische Bedeutung betrachtet werden müssen. In Abbildung 15 sind die Daten der SR von Manfredi et al. (2016) und Schwendicke et al. (2017) für die Schmerzrate bis zu 72 Stunden nach einer single- oder multiple-visit Behandlung dargestellt.

In Abbildung 16 ist die Erfolgsrate nach einer Wurzelkanalbehandlung in einer oder mehreren Sitzungen gegenübergestellt. Die Erfolgs- oder Heilungsrate wird definiert als der Rückgang von radiologisch erkennbaren periapikalen Läsionen und die Freiheit von klinischen Symptomen. Die grafischen Daten dieser Abbildung basieren auf den SR von Su et al. (2011), Sathorn et al. (2005), Figini et al. (2008) und Manfredi et al. (2016). Hierbei konnten in keiner der vier eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten signifikante Unterschiede festgestellt werden. Dies deutet darauf hin, dass die Erfolgsrate einer endodontischen Therapie durch die Anzahl der Behandlungssitzungen nicht bedeutungsvoll beeinflusst wird.

Ng et al. (2007) und Ng et al. (2008) eruierten in zwei aufeinander aufbauenden SR den Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die Erfolgsrate einer Wurzelkanalbehandlung. Sie wiesen nach, dass die Höhe der Erfolgsrate einer WKB ein Jahr nach der Therapie zwischen 68-85% schwankte. Der Ausgang einer WKB wird durch die Abwesenheit einer periapikalen Läsion, eine dichte Wurzelfüllung, die bis 2mm vor den Apex reicht, sowie

eine suffiziente koronale Versorgung positiv beeinflusst. Diese Aussage basiert lediglich auf den zwei genannten systematischen Übersichtsarbeiten und sollte in Zukunft anhand von weiterer wissenschaftlicher Literatur bestätigt werden.

Die systematische Übersichtsarbeit von Pak und White (2011) untersuchte das Auftreten und die Stärke von Schmerzen vor, während und nach dem Abschluss einer WKB. Sie fanden heraus, dass Schmerzlevel und -stärke zum Zeitpunkt vor der WKB am höchsten sind. Nach der Behandlung nimmt der Schmerz, besonders in den ersten zwei Tagen, rasant ab. Da die Anzahl der hier eingeschlossenen Primärstudien unbekannt ist, und die genannten Kriterien nur in diesem SR erörtert wurden, ist die Übertragbarkeit auf die Praxis schwierig.

Nagendrababu et al. (2017) stellten in ihrem SR fest, dass gewisse präexistierende und nicht beeinflussbare Faktoren die postobturative Schmerzinzidenz erhöhen: das Geschlecht (weiblich>männlich), ein höheres Alter, Molaren, Unterkieferzähne, bereits vor der Behandlung existierende Beschwerden und die Abwesenheit einer periapikalen Radioluzenz. Beeinflussbare Faktoren hingegen sind prophylaktisch eingenommene Schmerzmittel vor der Behandlung, die Art des Analgetikums und der Anästhesie, die Art der Arbeitslängenbestimmung (radiologisch oder mittels elektronischem Apex Locator (EAL)), die Art der Instrumentierung und der Wurzelkanalspülung, der Gebrauch eines Lasers, das Füllungsmaterial sowie eine okklusale Reduktion.

Trotz der recht hohen Anzahl an SR und Primärquellen ist die Aussagekraft einiger SR in dieser Domäne ungewiss.

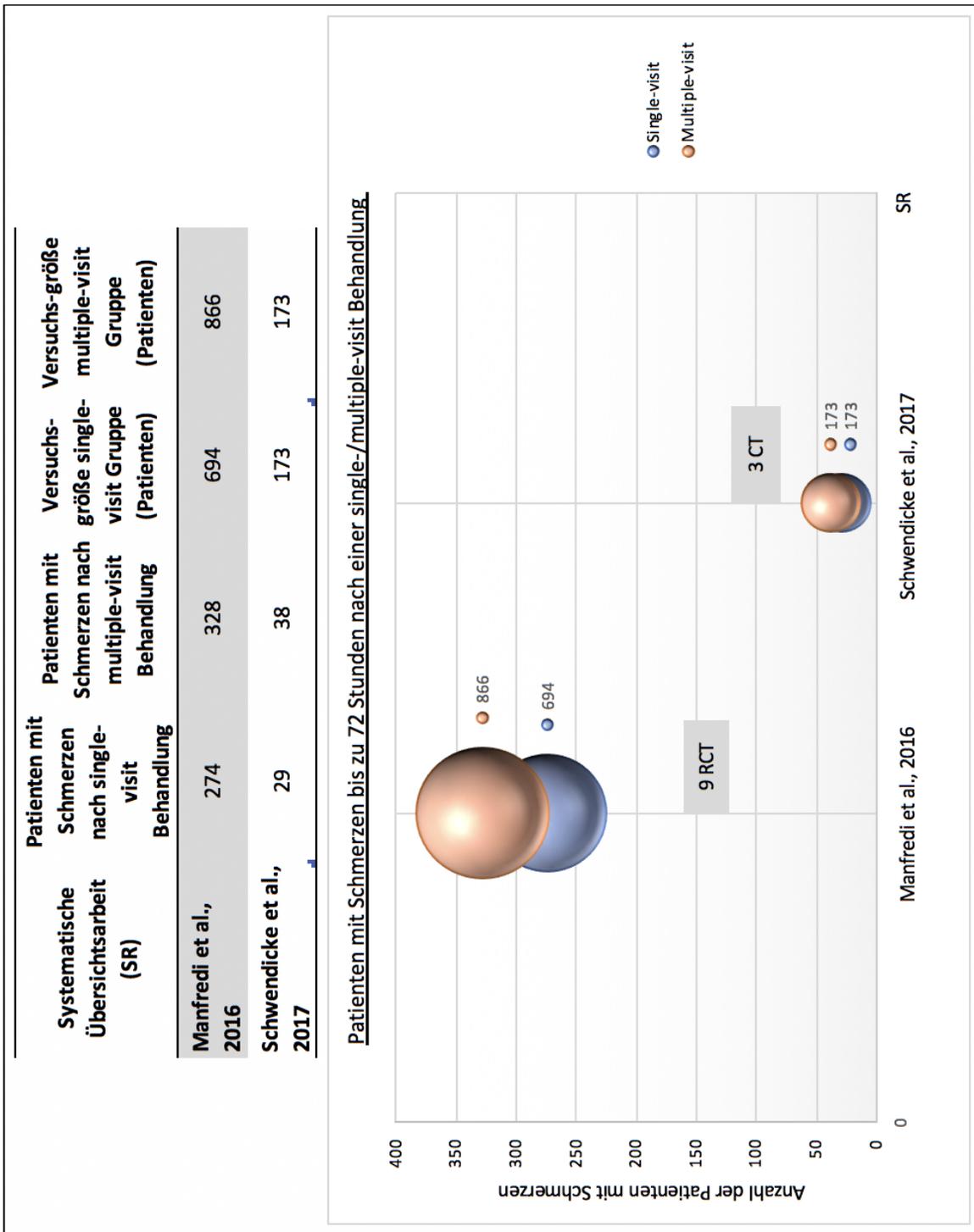


Abb. 15: Postoperativer Schmerz nach single-/multiple-visit Behandlung.

Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Patienten.

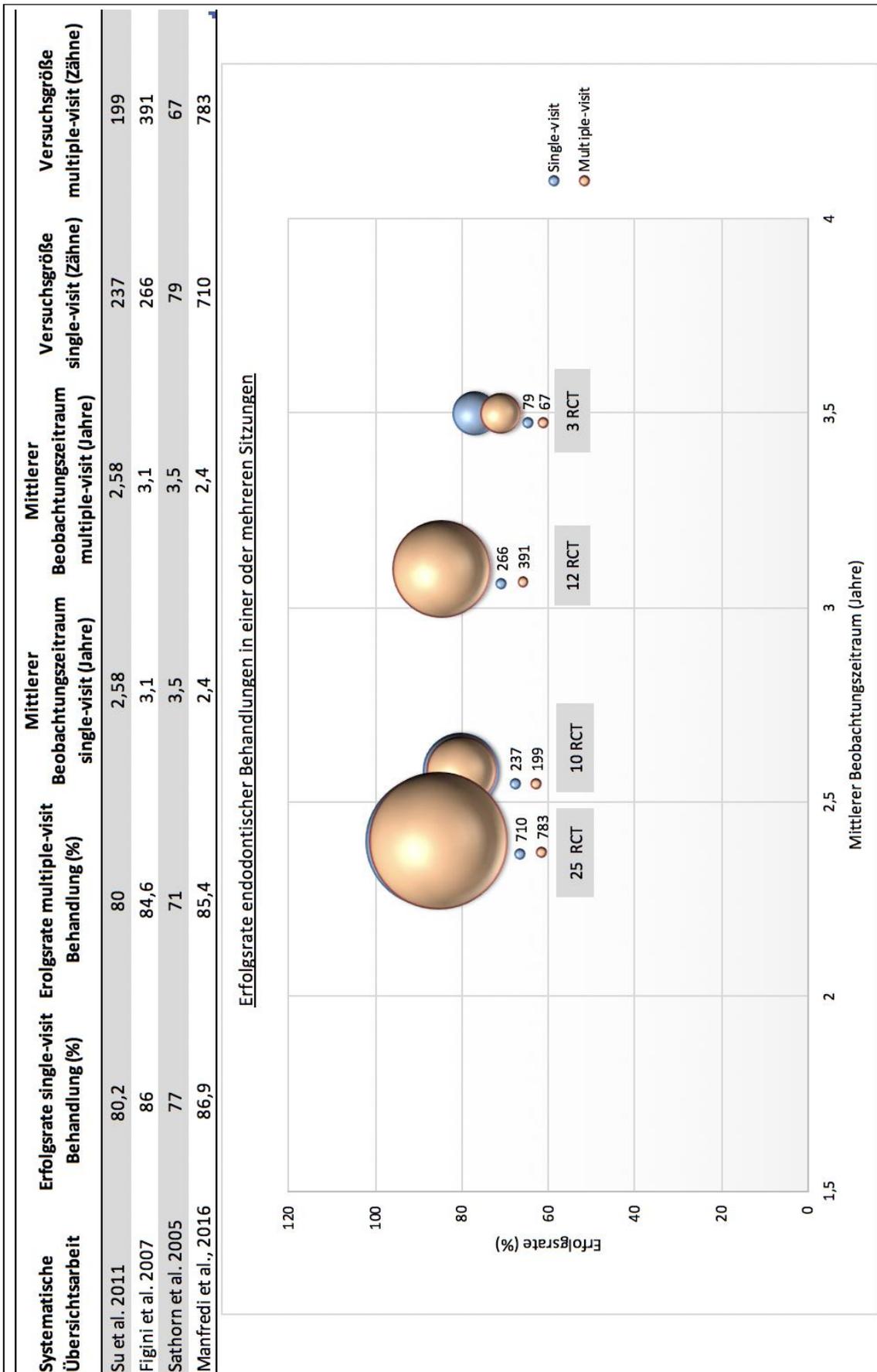


Abb. 16: Erfolgsrate endodontischer Interventionen nach single-/multiple-visit Behandlungen. Der Radius der Blasen und die Beschriftung entspricht der Versuchsgröße, repräsentiert durch die Anzahl der untersuchten Zähne. Unter den Blasen wird die Anzahl der in die SR aufgenommenen RCT angegeben.

5.7 Hauptaussagen

Nachdem in Kapitel 5.6 die Resultate der einzelnen systematischen Übersichtsarbeiten in deskriptiver und grafischer Form vorgestellt wurden, präsentiert dieses Kapitel eine Zusammenfassung der Inhalte der Domänen (Tabelle 11).

Domäne	Ziel	Hauptaussage
Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa	Die Aussagekraft diagnostischer Maßnahmen zur Bestimmung des Pulpazustandes sollte vorgestellt und bewertet werden.	Die PO (S: 97,3%, Sp: 95,4%), und die LDF (S: 97,5%, Sp: 95%) waren die zuverlässigsten Methoden; ebenfalls sehr akkurat war die EPT (S: 71,5%, Sp: 92,7%); unzuverlässigste Methode war der Wärmetest (S: 80,6%, Sp: 52,6%)
Anatomie des Wurzelkanalsystems	Welche anatomischen Zustände und Besonderheiten des Wurzelkanalsystems wurden mit Hilfe von systematischen Übersichtsarbeiten untersucht?	C-förmige Kanäle, drei Wurzeln in unteren ersten Molaren sowie <i>dens invaginatus</i> traten gehäuft bei einigen Ethnizitäten (Chinesen, Mongoloiden, Ureinwohner Amerikas, Eskimos) auf. Das Geschlecht spielte eine untergeordnete Rolle.
Vergrößerungstechniken in der Endodontie	/	/
Trepanation	/	/
Wurzelkanalaufbereitung	Faktoren, die die Erfolgsrate positiv beeinflussen bezüglich der Wurzelkanalaufbereitung wurden vorgestellt.	Eine Steigerung der apikalen Aufbereitungsgröße bis zum 3-fachen Faktor verbesserte die Heilungsrate signifikant. Rotierende Mehr-Feilen-Systeme reduzierten im Vergleich zu reziproken Ein-Feilen-Systemen das Schmerzmaß und die Extrusionsrate. Die manuelle Aufbereitung resultierte in mehr Schmerzen als die maschinelle rotierende Aufbereitung.
Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken	Es wurden intrakanaläre Spüllösungen und Medikamente sowie systemische Antibiotika zur Behandlung irreversibler Entzündungszustände des Wurzelkanalsystems untersucht.	In der Elimination von grampositiven Bakterien wiesen NaOCl und CHX eine ähnliche Effektivität auf. Die zusätzliche Gabe von Antibiotika bei irreversiblen Pulpitiden, Parodontiden oder Abszessen führte zu keinem signifikanten Schmerzurückgang. Calciumhydroxid alleine wies eine gewisse schmerzstillende und Bakterien eliminierende Eigenschaft auf.

Endodontische Radiologie inklusive der Arbeitslängenbestimmung	Wie konnte die endodontische Radiologie und die AL-Bestimmung die Erfolgsrate einer WKB positiv beeinflussen?	Die Arbeitslängenbestimmung mit Hilfe des EAL führte zu einem Rückgang der benötigten Röntgenbilder. Abgesehen davon bestand kein signifikanter Unterschied zwischen EAL + AL-Bestimmung mittels Röntgen.
Wurzelkanalfüllung	Verschiedene Wurzelkanalfüllmethoden wurden hinsichtlich kurz- und langfristiger Resultate gegenübergestellt.	Die Wurzelkanalfüllung mit warmem Gutta-percha wies eine signifikant höhere Überextensionsrate auf im Vergleich zur kalten lateralen Kondensation.
Post-endodontische Versorgung	Vergleich post-endodontischer Versorgungsmöglichkeiten hinsichtlich Frakturgefahr, Zahnverlust und Erfolgsrate.	<ul style="list-style-type: none"> • Signifikant geringere Frakturgefahr von Karbonfaserstiften in Harzmatrix gegenüber gegossenen Stiftsystemen aus Edelmetalllegierungen und Glasfaserstiften im Vergleich zu verschraubten Metallstiften sowie bei gegossenen Goldlegierungsstiften gegenüber Karbonfaserstiften. • Vorgefertigte Metallstifte zweifach erhöhtes Frakturrisiko im Vgl. zu gegossenen Metallstiften. • Signifikant höhere Überlebensrate nach 5 Jahren mit „ferrule“ vs. kein „ferrule“. • Keine signifikanten Unterschiede des Misserfolgs zwischen metallkeramischen Vollkronen und Composit Füllungen nach 3 Jahren.
Erfolgsrate	Durch welche Faktoren wird die Erfolgsrate einer Wurzelkanalbehandlung beeinflusst?	Die Heilungsrate nach single- bzw. multiple-visit Behandlung ohne signifikante Unterschiede. Die Daten zur Schmerzinzidenz und dem Schmerzlevel nach single-/multiple-visit Behandlung waren nicht eindeutig. Der Erfolg wurde beeinflusst durch den parodontalen Zustand und eine suffiziente Wurzelfüllung sowie suffiziente postendodontische Versorgung.

Tab. 11: Ziele und Hauptaussagen der Domänen.

5.8 Wissenslücken

Da das Ziel dieser Arbeit die Beurteilung der Evidenz praxisüblicher Arbeitsschritte einer WKB ist, spielt der hieraus resultierende Forschungsbedarf eine entscheidende Rolle für das Fazit dieses systematischen Maps. Sie lassen den Schluss zu, in welchem Bereich der Endodontie weitere wissenschaftliche Publikationen nötig sind. Die Wissenslücken werden in Tabelle 12 vorgestellt.

Domäne	Wissenslücke	Kommentare
Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa	Vereinfachte und standardisierte Maßnahmen, die als Leitlinie zur Bestimmung des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der Pulpa dienen.	Validität von diagnostischen Maßnahmen in zwei systematischen Übersichtsarbeiten untersucht; starke Diskrepanzen bei den Ergebnissen.
Anatomie des Wurzelkanalsystems	Anatomische Varietäten der Wurzelkanalsysteme in verschiedenen Zähnen inklusive der Behandlungsmöglichkeiten eruiert mit Hilfe systematischer Übersichtsarbeiten.	Fragwürdige Aussage mit schwer zu beurteilender klinischer Relevanz.
Vergrößerungstechniken in der Endodontie	Es wurde kein SR in diese Domäne aufgenommen.	
Trepanation	Es wurde kein SR in diese Domäne aufgenommen.	
Wurzelkanalaufbereitung	Weitere Details bezüglich der Vor- und Nachteile verschiedener Wurzelkanalaufbereitungsmethoden.	Unklare und nicht vergleichbare Aussage, unklarer Benefit für den Patienten.
Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken	Ein Goldstandard für die Wurzelkanalspülung sowie Vor- und Nachteile systemischer Antibiotika als zusätzliche Maßnahme bei irreversibler Pulpitis. SR, die komplettes Wirkspektrum von NaOCl anderen Spüllösungen gegenüberstellen.	Fragwürdige klinische Relevanz da untersuchte Methoden nicht vergleichbar.

Endodontische Radiologie inklusive der Arbeitslängenbestimmung	Die sicherste und erfolgreichste Methode zur Bestimmung der Arbeitslänge. Analyse der Vorgehensweise und Notwendigkeit endodontischer Radiologie sowie Zusammenhang zu EAL und „patency“ durch SR.	Eine systematische Übersichtsarbeit ohne erhebliches Resultat wurde aufgenommen. Klinische Relevanz ungewiss.
Wurzelkanalfüllung	Eine Wurzelfülltechnik mit den geringsten Komplikationen und der besten Prognose.	Eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2007 wurde aufgenommen. Unklarer Benefit für den Patienten.
Post-endodontische Versorgung	Defekt-abhängige postendodontische Versorgungsmöglichkeit mit dem größten Langzeiterfolg.	Klinische Relevanz fraglich, da untersuchte Techniken nicht vergleichbar und Versuchsgruppen nicht kontinuierlich übereinstimmend.
Erfolgsrate	Vorgehensweise zur Erhöhung der Erfolgsrate und Minderung der Symptome im Anschluss an eine Wurzelkanalbehandlung.	Nicht alle Resultate der SR klinisch relevant.

Tab. 12: Eruierte Wissenslücken der Domänen.

6 Diskussion

6.1 Diskussion der Methodik

In der vorliegenden Arbeit wurde ein systematisches Map (SM) systematischer Übersichtsarbeiten der endodontischen Diagnostik und Intervention verfasst. Dieses Verfahren bietet, im Gegensatz zu einer systematischen Übersichtsarbeit, einen Überblick über ein größeres Themengebiet [30, 34]. Ziel des Material- & Methodenteil ist daher, Literatur zu diesem Themengebiet systematisch zu extrahieren und zu analysieren.

Der Begriff „systematisches Map“ wird in der Literatur häufig auch als „Evidence Map“ bezeichnet, beschreibt aber das gleiche Verfahren. Die Struktur und der Prozess eines systematischen Maps werden in verschiedenen Quellen unterschiedlich beschrieben [29, 30, 34, 35, 37]. Miake-Lye et al. (2016) beschreiben in ihrer systematischen Übersichtsarbeit (SR, aus dem Englischen übersetzt: systematic review), dass eine einheitliche Vorgehensweise für das Erstellen eines Evidence Maps notwendig ist [31]. Unsicherheiten und Probleme im Hinblick auf systematische Maps sollen dadurch in Zukunft geklärt und deren Inzidenz in der wissenschaftlichen Welt erhöht werden.

Die Methodik, die für diese Dissertation gewählt wurde, beinhaltet die Fragestellung anhand des PICOS-Schemas, eine Auswahl von Ein- und Ausschlusskriterien sowie Endpunkten, eine Literaturrecherche mit der zuvor festgelegten Suchstrategie, die Bestimmung der Domänen anhand der GOZ-/BEMA-Positionen, die Auswahl der Quellen, die Datenextraktion und die Anwendung von Instrumenten zur kritischen Bewertung der systematischen Übersichtsarbeiten und zur Bestimmung des Verzerrungsrisikos sowie der Qualität der Evidenz (s. Kap. 4).

Obwohl das PICOS-Schema für die Erstellung eines systematischen Maps von einigen Autoren in veränderter Form ohne die Komponenten „Comparison“ und „Outcome“ empfohlen wird [28], haben wir für unsere Arbeit Endpunkte („O“) festgelegt und auch den Vergleich verschiedener Interventionen eingeschlossen. Grund hierfür ist, dass die Literaturrecherche strukturierter abläuft und die einzuschließenden Quellen besser zugeordnet werden können (s. Kap. 4.1.1). Der Vergleich der Wirksamkeit verschiedener Interventionen ist bei der Erstellung eines systematischen Maps nicht sinnvoll.

Unsere Literaturrecherche erfolgte auf den Datenbanken *Medline* und *Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR)*. Neben diesen beiden Datenbanken existiert eine Reihe weiterer Möglichkeiten, um medizinische und zahnmedizinische Literatur ausfindig zu machen: Embase, die Cochrane Library inklusive CENTRAL und DARE, DIMDI, LIVIVO, Free Medical Journals, Epistemonikos, UpToDate (<https://ebm-netzwerk.de/pharmaziebibliothek/literatursuche/db-medizinische-literatur>; abgerufen am 21.03.2019). Die Auswahl fiel auf die oben genannten Datenbanken, da *Medline* ein riesiges und stetig aktualisiertes Angebot an Referenzen bietet sowie die Indexierung der Artikel für PubMed in Form der MeSH-Terms durchführt (<https://www.nlm.nih.gov/bsd/medline.html>; abgerufen am 21.03.2019). Die *CDSR* beinhaltet systematische Übersichtsarbeiten der Cochrane Collaboration sowie Protokolle und ist eine führende Datenbank für SR (<https://community.cochrane.org/editorial-and-publishing-policy-resource/overview-cochrane-library-and-related-content/databases-included-cochrane-library/cochrane-database-systematic-reviews-cdsr>; abgerufen am 21.03.2019).

Die Literaturrecherche wurde auf Referenzlisten ausgedehnt, wodurch auch graue Literatur mit Hilfe der Handsuche ausfindig gemacht wurde [134]. Laufende Studien jedoch haben wir nicht in unsere Arbeit aufgenommen. Ursächlich hierfür ist das bereits zuvor bestehende große Ausmaß an Quellen.

Schmucker et al. (2013) empfehlen bei der Literaturrecherche für ein systematisches Map keine Festlegung auf ein Studiendesign, sondern sämtliche zu dem Themengebiet existierende Literatur zu inkludieren. Miake-Lye et al. (2016) sowie Grant et al. (2009) deuten darauf hin, dass es hinsichtlich der in ein systematisches Map eingeschlossenen Studien keine Vorgaben in Bezug auf das Studiendesign gibt [29, 31, 38].

Die Basis unseres systematischen Maps sind systematische Übersichtsarbeiten, da diese dem Goldstandard in Hinblick auf die Evidenz entsprechen, einer klaren, systematischen Struktur folgen, somit reproduzierbar sind und ein geringes Verzerrungsrisiko aufweisen [1, 13-15, 27, 37, 38, 40, 41] (s. Kap. 2.3.1). Die ausgewählten SR wurden den Domänen zugeteilt und sollten, bis auf in den Domänen „Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa“ und „Anatomie des Wurzelkanalsystems“, auf RCT basieren. Die Festlegung der Domänen erfolgte anhand der gängigen und praxisüblichen

Arbeitsschritte der WKB und deren Abrechnungspositionen. Es entstanden hierdurch 10 Domänen:

- Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa
- Anatomie des Wurzelkanalsystems
- Vergrößerungstechniken in der Endodontie
- Trepanation
- Wurzelkanalaufbereitung
- Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken
- Endodontische Radiologie inklusive der Arbeitslängenbestimmung
- Wurzelkanalobturation
- Postendodontische Versorgung
- Erfolgsrate.

Die Primärstudien der SR sollten RCT sein, da diese Art von Primärliteratur das höchste Maß an Evidenz bietet [41] (s. Kap. 2.3.1). Würden die hier eingeschlossenen SR nicht primär auf RCT basieren, wäre auf Grund von geringer Qualität die Aussagekraft deutlich geringer.

Die in dieser Arbeit durchgeführte Methodik beschreibt ein systematisches Vorgehen, wodurch der Entstehungsprozess transparent und reproduzierbar ist. Neben diesen Vorteilen kann mit Hilfe einer klar definierten Suchstrategie die größte Anzahl an Quellen ausfindig gemacht werden.

Nachteilig an diesem Prozess ist der große Zeitaufwand und die Präzision, die dies erfordert. Für das Erstellen eines systematischen Maps gibt es, wie oben benannt, unterschiedliche Vorgehensweisen. Folglich können verschiedene systematische Maps verschiedene Entstehungsprozesse aufweisen. Doch die Systematik bei der Erstellung muss bestehen bleiben. Somit kann das Risiko methodische Fehler einzubauen minimiert werden.

6.2 Diskussion der Resultate

Ziel des Ergebnisteils dieser Arbeit ist die zuvor extrahierte Literatur zu analysieren, die methodische Qualität, das Verzerrungsrisiko und die Qualität der Evidenz der SR zu bewerten und Wissenslücken sowie Wissensüberschüsse ausfindig zu machen (s. Kap. 3). Somit soll im Anschluss an die Arbeit feststehen welche Schritte der Diagnostik und Intervention einer Wurzelkanalbehandlung anhand von hochwertiger Evidenz belegt sind

und in welchen Bereichen auf Grund der aufgedeckten Wissenslücken neue Primär- und Sekundärliteratur vonnöten ist.

In unser systematisches Map wurden 34 systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen (s. Abb. 5). 20 davon haben ein hohes Verzerrungsrisiko (Levin et al. (2009), Mejare et al. (2012), Mainkar et L. (2018), de Pablo et al. (2010), Kottoor et al. (2013), Naseri et al. (2013), Goncalves et al. (2016), Sathorn et al. (2007), Martins et al. (2014), Peng et al. (2007), Thedosopoulou et al. (2009), Naumann et al. (2018)[102], Naumann et al. (2018) [103], Figini et al. (2008), Sathorn et al. (2008), Manfredi et al. (2016), Ng et al. (2007)[126], Ng et al. (2008)[127], Pak, White et al. (2011), Nagendrababu et al. (2017)), sieben haben ein geringes Verzerrungsrisikio (Sun et al. (2018), Fedorowicz et al. (2012) [100, 101], Agnihotry et al (2016), Figueiredo et al. (2015), Sequeira-Byron et al. (2015), Schwendicke et al. (2017)) und sieben wurden als „unklar“ eingestuft (Aminoshariae et al. (2015), Caviedes-Bucheli et al. (2016), Matthews et al. (2003), Cope et al. (2018), Anjaneyulu et al. (2014), Sathorn et al. (2005), Su et al. (2011)). Mit dem Verzerrungsrisiko ist ein „systematischer Fehler“ gemeint, der dazu führt, dass die Ergebnisse „in eine bestimmte Richtung von den wahren Werten abweichen“ [53]. Die SR wurden 10 Domänen zugeteilt, die anhand der praxisüblichen Arbeitsschritte und der Abrechnungspositionen entwickelt wurden (s. Tab. 3). In die Domänen „Trepanation“ und „Vergrößerungstechniken in der Endodontie“ konnten keine systematischen Übersichtsarbeiten aufgenommen werden.

Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa

In die Domäne „Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustandes der dentalen Pulpa“ sind drei systematische Übersichtsarbeiten mit hohem Verzerrungsrisiko inkludiert [104-106]. Das Ziel dieser Domäne ist systematische Übersichtsarbeiten, die diagnostische Verfahren zur Erkennung pulpaler Erkrankungen untersuchen, zu selektieren und zu analysieren. Die SR haben teilweise identische Primärliteratur eingeschlossen. Die dargestellten Werte für die Sensitivität und Spezifität des Puls-Oximeter-Verfahrens und des Kältetests basieren in den SR von Mejare et al. (2012) und Levin et al. (2009) allein auf einer Kohortenstudie von Gopikrishna et al. (2007) [135].

Das Blasendiagramm in Abbildung 6 fasst die Resultate des SR von Mejare et al. (2012) und Mainkar et al. (2018) zusammen. Das SR von Mejare et al. (2012) basiert auf 17

Querschnittsstudien und einer prospektiven Kohortenstudie, das SR von Mainkar et al. (2018) basiert auf 28 klinischen Studien unbekanntem Studiendesigns. Die Bewertung diagnostischer Maßnahmen in Bezug auf die Sensitivität und Spezifität kann nicht mit Hilfe von randomisierten kontrollierten Studien dargestellt werden, da die Patienten im Verlauf der Untersuchung die Art der Intervention erfahren und somit eine Randomisierung und Verblindung nicht möglich sind [41]. Daher sind in diesem Fall Querschnittsstudien und eine Kohortenstudie gewählt worden. Der Vorteil einer Querschnittsstudie ist, dass die Studienteilnehmer nicht anhand von gewissen Endpunkten oder bereits existierenden Expositionen ausgewählt werden, sondern lediglich festgelegte Ein- und Ausschlusskriterien für die Selektion verwendet werden [136]. Kohortenstudien sind nur bedingt geeignet, da die Teilnehmer gewisse existierende Expositionen aufweisen müssen und die Dauer der Studie in der Regel mehrere Jahre beträgt [137]. Die fehlende Angabe zum Studiendesign in dem SR von Mainkar et al. (2018) lässt entscheidende Fragen über die Charakteristika der jeweiligen Untersuchung offen. Die Anzahl der Studienteilnehmer in den drei Versuchsgruppen der beiden SR ist hoch. Es kann anhand der Blasen erkannt werden, dass laut Mejare et al. (2012) ein signifikanter Unterschied zwischen der Sensitivität und der Spezifität des Wärmetests vorliegt, während die Werte in dem SR von Mainkar et al. (2018) nicht so stark abweichen. Diese Abweichung kann an der deutlich kleineren Versuchsgruppe in dem SR von Mainkar et al. (2018) oder an der Art des Wärmetests liegen. Die Primärstudien, die in das SR von Mainkar et al. (2018) aufgenommen wurden, wendeten hauptsächlich erwärmtes Guttapercha an, während Mejare et al. (2012) nicht für jede Primärstudie eine Angabe zu der Art des Tests machten. Die Wahrscheinlichkeit mit Hilfe eines Wärmetests einen pulpatischen Zahn zu identifizieren ist in beiden SR höher als mit dieser Methode einen gesunden Zahn zu erkennen. Für den Kältetest wurde in beiden SR eine höhere Sensitivität im Vergleich zur Spezifität nachgewiesen. Für die Elektrische Pulpatestung (EPT) wurde in beiden SR eine höhere Spezifität nachgewiesen, also eine höhere Wahrscheinlichkeit mit dieser Methode einen gesunden Zahn zu erkennen [138]. Jespersen et al. (2014) erhielten in ihrer klinischen Studie einen höheren Wert für die Sensitivität als für die Spezifität der EPT [139], während andere Übersichtsarbeiten der EPT nur in Kombination mit CO₂-Schnee oder Endolce eine verlässliche Aussage bezüglich der Pulpasensibilität nachweisen konnten [140]. Villa-Chavez et al. (2013) erzielten in ihrer klinischen Studie für die Spezifität des

Kälte- und Wärmetests sowie für die EPT jeweils einen Wert von 100%. Dieses Resultat weicht stark von den Ergebnissen der beiden eingeschlossenen SR ab und lässt sich durch die kleine Versuchsgröße der Studie von Villa-Chavez et al. (2013) in Höhe von 110 Zähnen und sich unterscheidenden Testverfahren erklären [141].

Da die Werte für die Sensitivität und die Spezifität der untersuchten diagnostischen Verfahren von Mejare et al. (2012) und Mainkar et al. (2018) die Mittelwerte beschreiben, sind die in den Primärstudien dargestellten Einzelwerte ebenfalls zu eruieren. Es wird hierbei deutlich, dass diese Werte starke Abweichungen voneinander beinhalten. Eine Aussagekraft in Bezug auf die Effizienz der diagnostischen Methoden ist schwer zu treffen und muss kritisch betrachtet werden.

Die systematische Übersichtsarbeit von Levin et al. (2009) weist starke Mängel auf, da sie weder die Anzahl der eingeschlossenen Primärliteratur noch die dort untersuchten Patientenfälle und Zähne angeben. Sie konnten kein Verfahren zur schnellen und einfachen Diagnostik pulpaler Erkrankungen erkennen. Ein direkter Vergleich mit den SR von Mejare et al. (2012) und Mainkar et al. (2018) ist unmöglich. Im Literaturvergleich vom SR von Levin et al. (2009) wird zusätzlich der Nutzen präziser endodontischer Diagnostik deutlich. In einer klinischen Studie von Syed Ismail et al. (2020) werden signifikante Diskrepanzen der Resultate der diagnostischen Maßnahmen der Klinik, der Radiologie und der Histologie erkennbar [142].

Folglich ist die Expression einer klinischen Bedeutung in Bezug auf Methoden zur Diagnostik des pulpalen Zustandes anhand dieser Domäne nicht möglich. Auch andere Quellen konstatieren diesen bestehenden Mangel im Bereich endodontischer Diagnostik [140].

Anatomie des Wurzelkanalsystems

In die Domäne „Anatomie des Wurzelkanalsystems“ wurden drei SR mit hohem Verzerrungsrisiko aufgenommen [107-109]. In dieser Domäne sollen SR, die sich mit der Thematik der Anatomie des Wurzelkanalsystems beschäftigen, erörtert werden.

Die Endpunkte der SR sind jeweils so unterschiedlich, dass ein direkter Vergleich schwierig ist. De Pablo et al. (2010) und Kottoor et al. (2013) werteten Daten im Hinblick auf anatomische Besonderheiten in unterschiedlichen Zähnen aus. Kottoor et al. (2013) untersuchten Prämolaren im Unterkiefer, während de Pablo et al. (2010) Daten zu

Unterkiefer Molaren analysierten. Sie stellen beide einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten mehrerer Wurzeln sowie anderer anatomischer Besonderheiten und gewissen Ethnizitäten fest. Die Resultate sind zwar ähnlich, aber final nicht vergleichbar.

Die systematische Übersichtsarbeit von Naseri et al. (2013) eruierte das Auftreten C-förmiger Kanäle in der iranischen Bevölkerung. Die Resultate werden keiner anderen Bevölkerungsgruppe gegenübergestellt. Somit sind die Resultate für die Endodontie im nationalen und internationalen Vergleich wenig repräsentativ.

Die klinische Aussagekraft dieser Domäne ist begrenzt und lässt sich nicht grafisch darstellen. Sämtliche Schritte einer endodontischen Intervention müssen daher stets mit bestem Wissen über die möglichen anatomischen Gegebenheiten und größter Vorsicht durchgeführt werden.

Ahmed et al. (2017) stellen ein Klassifizierungssystem der Wurzelkanalkonfiguration vor, das jedem Wissenschaftler und Praktiker die Analyse und Behandlung des Wurzelkanalsystems erleichtern soll [143]. In Zukunft wird sich zeigen, ob sich dieses System bewährt und die Risiken und Unsicherheiten bezüglich der Anatomie des Wurzelkanalsystems eliminiert.

In die Domänen „Vergrößerungstechniken in der Endodontie“ und „Trepanation“ konnten keine systematischen Übersichtsarbeiten aufgenommen werden. Für die Domäne Vergrößerungstechniken existieren mehrere SR, die jedoch entweder keine Studien inkludieren konnten oder die Primärliteratur beinhaltet keine RCT [144-146]. Für die Domäne Trepanation wurde im Rahmen der Literaturrecherche im Jahr 2018 und im Jahr 2019 keine systematische Übersichtsarbeit gefunden.

Wurzelkanalaufbereitung

Die in die Domäne „Wurzelkanalaufbereitung“ eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten von Caviedes-Bucheli et al. (2016), Aminoshariae et al. (2015) und Sun et al. (2018) erörterten abweichende Endpunkte, weshalb sie weder qualitativ noch quantitativ miteinander zu vergleichen sind [99, 110, 111]. Das Ziel der Domäne ist systematische Übersichtsarbeiten, die unterschiedliche Methoden der Wurzelkanalaufbereitung und deren Einfluss auf den Erfolg und die Prognose einer WKB eruieren, zu selektieren und zu bewerten.

Die SR von Aminoshariae et al. (2015) und Caviedes-Bucheli et al. (2016) weisen ein unklares Verzerrungsrisiko auf, während die Arbeit von Sun et al. (2018) ein geringes Verzerrungsrisiko hat.

In Abbildung 7 werden die Resultate von Aminoshariae et al. (2015) in einem Blasendiagramm dargestellt. In einem RCT aus diesem SR wurde die Heilungsrate der Master Apical File (MAF), die in Relation zur First Apical Binding File (FABF) vergrößert wurde, gegenübergestellt. Die 129 Studienteilnehmer wurden nach dem Zufallsprinzip in fünf Versuchsgruppen eingeteilt. Eine Information zu den genauen Versuchsgruppengrößen existiert nicht. Daher wurden alle Blasen in der Größe der gesamten Versuchsgruppe dargestellt (129 Patienten). Es existiert ein Zusammenhang zwischen einer bis zum 3-fachen Faktor größeren apikalen Aufbereitung und einer signifikant verbesserten Heilungsrate. Eine weitere apikale Aufbereitung resultiert in keiner signifikanten Steigerung der Heilungsrate. Die klinische Relevanz ist auf Grund der kleinen Versuchsgröße kritisch zu betrachten. Neben dem RCT wurden in dieses SR drei *in-vivo* Studien aufgenommen. Diese spezifizierten die verwendeten Feilengrößen nicht. Somit kann die Heilungsrate nicht einer bestimmten Aufbereitungsgröße zugeordnet werden und folglich nicht quantitativ dargestellt werden. In einer separaten *in-vivo* Studie von Laslami et al. (2018) wurden extrahierte Zähne bis zu 3 unterschiedlichen Größen aufbereitet (ISO 20, 30, 50) und es zeigte sich keine signifikante Differenz in Bezug auf die Penetration des Färbemittels [147]. Auch hier ist die Versuchsgröße sehr klein (15 Zähne pro Versuchsgruppe + 2 Kontrollzähne). Ein potentieller Benefit der Aussage dieses SR für die Praxis ist auf Grund der kleinen Versuchsgröße und der geringen Anzahl an eingeschlossenen SR in die Domäne folglich fraglich.

Die systematische Übersichtsarbeit von Caviedes-Bucheli et al. (2016) vergleicht mit Hilfe von vier Laborstudien reziproke Ein- (WaveOne, Reciproc) und rotierende Mehr-Feilen-Systeme (ProTaper Universal, Mtwo) in Bezug auf die Extrusion von Debris (Abb. 8). Die Versuchsgröße ist für jede der vier Versuchsgruppen unterschiedlich, weshalb sich die Blasengrößen unterscheiden. Der Mittelwert der Standardisierten Mittelwertdifferenz (SMD) von -0,8 weist auf ein signifikant geringeres Maß an Extrusion von Debris durch die Systeme ProTaper Universal und Mtwo hin. Dincer et al. (2017) erzielten abweichende Ergebnisse: die neuen Systeme ProTaper Next und WaveOne Gold wurden miteinander verglichen und es zeigte sich ein signifikant höheres Maß an Extrusion

durch das Mehr-Feilen-System ProTaper Next [148]. In einer anderen Arbeit konnte keine signifikante Differenz hinsichtlich der apikalen Extrusion von Debris konstatiert werden (verglichene Systeme: ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne und Reciproc). Jedoch produzierte das System ProTaper Universal die höchste Menge an Debris und das System ProTaper Next die geringste Menge an Debris [149]. Ursächlich für die Differenzen der Resultate zwischen diesen drei Arbeiten können unterschiedliche Laborparameter und -techniken sein. In allen drei Untersuchungen wurden die Wurzelkanäle von Zähnen *in-vitro* aufbereitet und die Menge an transportiertem Debris gemessen. Anhand der Daten der drei *in-vitro* Untersuchungen kann nur schwerlich eine valide Aussage getroffen werden, da die Quantität der Versuchsgruppen zu klein ist. Das Blasendiagramm in Abbildung 8 sollte mit gewisser Vorsicht und Kritik betrachtet werden, da die Aussagekraft der Einheit „Standardisierte Mittelwertsdifferenz“ schwer verständlich ist. Außerdem fehlen eine Zuteilung der Studienteilnehmer zu den einzelnen Versuchsgruppen sowie Werte für die Extrusion von Debris für jedes einzelne Aufbereitungssystem. Neben den genannten Resultaten konnten Caviedes-Bucheli et al. (2016) weiterhin nachweisen, dass der Querschnitt von Wurzelkanalfeilen ein deutlich wichtigerer Faktor bei der Beurteilung der Debrisextrusion und auch der Expression von Neuropeptiden ist als die Anzahl der verwendeten Feilen. In einer klinischen Studie von Caviedes-Bucheli aus dem Jahr 2018 konnte festgestellt werden, dass es durch die Systeme Reciproc Blue, WaveOne Gold und XP Endoshaper zu einer Expression von den Neuropeptiden SP und CGRP kommt. Insbesondere nach der manuellen Aufbereitung war dieses Level im paradodontalen Ligament signifikant erhöht [150]. In der Kontrollgruppe, in der die Zähne nicht aufbereitet wurden, konnten die Neuropeptide nicht nachgewiesen werden. Biçakci et al. (2016) konnten in Wurzelkanälen pulpitischer Zähne ebenfalls einen Anstieg von Substanz P und CGRP erkennen [151]. Durch eine durchgeführte endodontische Behandlung sank das Level der Neuropeptide in einer weiteren Untersuchung signifikant [152]. Weitere hochwertige Literatur zur Bewertung von Ein- und Mehrfeilensystemen hinsichtlich der Debrisextrusion sowie zur Erueierung des Zusammenhangs von verschiedenen Feilensystemen und der Expression von Neuropeptiden sind notwendig. Die systematische Übersichtsarbeit von Sun et al. (2018) untersuchte manuelle und maschinelle Aufbereitungssysteme hinsichtlich der Schmerzen im Anschluss an die Behandlung. Sie stellten fest, dass die Schmerzinzidenz, die Schmerzintensität und die Einnahme

von Analgetika signifikant geringer nach der Aufbereitung mit rotierenden Instrumenten im Vergleich zur manuellen Aufbereitung ist. Im Vergleich von rotierenden Mehr-Feilen-Systemen zu reziproken Ein-Feilen-Systemen resultierten die letzteren in einer signifikant höheren Schmerzinzidenz (Abb. 9). Pasqualini et al. (2012) sowie Kashefnejad et al. (2016) bestätigten, dass eine manuelle Wurzelkanalpräparation die postoperativen Schmerzen im Vergleich zur rotierenden Aufbereitung erhöht [153, 154]. In einem RCT von Mollashahi et al. (2017) konnte dieses Resultat ebenfalls nachgewiesen werden. Jedoch konnte hier kein Unterschied des Schmerzlevels nach der Wurzelkanalaufbereitung mit rotierenden oder reziproken Instrumenten festgestellt werden [155]. Ursächlich hierfür könnte die Tatsache sein, dass sie nur ein rotierendes Ein-Feilen System und kein Mehr-Feilen System verwendeten. Zu den Ursachen postoperativer Schmerzen nach einer endodontischen Behandlung gehört meist infizierter Debris, der durch die Wurzelkanalaufbereitung nach apikal transportiert wird und dort eine akute entzündliche Reaktion im Gewebe auslöst [156]. Auch direkte Verletzungen des periradikulären Gewebes chemischer, mechanischer oder mikrobieller Natur können in Schmerzen nach der Präparation des Wurzelkanals resultieren [157]. Das Auftreten von starken Schmerzen sowie Schwellungen nach der Wurzelkanalpräparation wird als „flare-up“ bezeichnet [158]. Laut Almeida et al. (2012) und Sequeira et al. (2002) bewirken präoperative Schmerzen und eine bestehende periapikale Läsion eine höhere Schmerzinzidenz nach der Behandlung [159, 160]. Es konnte festgestellt werden, dass NiTi-Feilen durch ihre elastische Eigenschaft und das daraus resultierende geringere Stresslevel des Materials auch gekrümmte Wurzelkanäle besser passieren und somit den Verlauf des Kanals erhalten können [161]. Hierdurch kommt es ebenfalls zu einem geringeren Maße an „Canal Transportation“. Dieses Phänomen kann eine Begradigung des Kanals inklusive Perforationen und „Zip“- und „Elbow“-Präparationen zur Folge haben. Ebenfalls wird vermehrt Material nach apikal transportiert und es kommt mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu einer Verletzung des periradikulären Gewebes [162]. All dies erklärt, warum es durch die Wurzelkanalaufbereitung mit NiTi-Feilen zu einem geringeren Maße an postoperativen Schmerzen kommt. Die beschriebene kleinere Schmerzinzidenz nach rotierender Aufbereitung im Vergleich zur reziproken Aufbereitung erklärt Bürklein et al. (2014) damit, dass rotierende NiTi-Aufbereitungssysteme auf Grund einer anderen

Technik und sich unterscheidenden Querschnitten der Feilen zu einer geringeren Debris Extrusion führen als reziprok arbeitende Systeme [163].

Auf Grund der sich stetig ändernden und entwickelnden Methoden und Verfahren im Bereich der Wurzelkanalaufbereitung sind aktuelle Studien von hoher Relevanz [164]. Des Weiteren ist eine ausreichend hohe Anzahl an hochwertiger wissenschaftlicher Literatur vonnöten, die sich mit der untersuchten Thematik auseinandersetzt.

Die drei systematischen Übersichtsarbeiten in dieser Domäne mit nicht vergleichbaren Endpunkten sind ungenügend, um einen klaren klinischen Benefit zu erkennen oder zu widerlegen.

Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken

In die Domäne „Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken“ wurden sieben systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen [100, 112-117]. Zwei haben ein hohes Verzerrungsrisiko (Goncalves et al. (2016), Sathorn et al. (2007)), zwei ein geringes (Fedorowicz et al. (2012), Agnihotry et al. (2016)) und drei wurden als „unklar“ (Matthews et al. (2003), Anjaneyulu und Nivedhitha (2014), Cope et al. (2018)) eingestuft.

Das Ziel der Domäne ist SR, die sich mit dem Thema der intrakanalären und systemischen Medikationstechniken beschäftigen, zu analysieren.

In Abbildung 10 ist zu erkennen, dass keine signifikante Differenz zwischen den beiden Spüllösungen Natriumhypochlorit und Chlorhexidin im Hinblick auf das Wachstum grampositiver Bakterien besteht. Die Resultate stammen aus zwei RCT aus dem SR von Fedorowicz et al. (2012) [100]. In das SR von Gonçalves et al. (2016) wurden diese beiden RCT ebenfalls aufgenommen, jedoch fehlte hier die Angabe der quantitativen Daten. Die untersuchten Bakterien sind *Enterococcus faecalis*, *Actinomyces israelii*, *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus salivarius* (diese Information stammt aus dem RCT von Ercan (2004); in dem RCT von Vianna (2006) fehlen Informationen hinsichtlich des Bakterienspektrums). Die Anzahl der untersuchten Zähne (s. Abb. 10), dargestellt in Form der Blasengröße, schwankt in den Versuchsgruppen zwischen 15 und 16 Zähnen. Die kleine Versuchsgröße mindert die Aussagekraft dieses Blasendiagramms. Das genannte Resultat kann in einer weiteren *in-vitro* Studie bestätigt werden [165]. Dem gegenüber ist zu erwähnen, dass die Wirkweise der beiden Spüllösungen NaOCl und CHX differieren. NaOCl fungiert als starke Base ähnlich wie Calciumhydroxyd. Durch freigesetzte

Hydroxyl-Ionen fällt der pH-Wert ab. NaOCl kann organisches Gewebe und Fettsäuren auflösen sowie Aminosäuren neutralisieren. Außerdem greift NaOCl in den Zellmetabolismus von Bakterien ein und hemmt bakterielle Enzyme [166]. Die gewebeauflösende und bakterieneliminierende Eigenschaft von NaOCl konnte in diversen *in-vivo* und *in-vitro* Untersuchungen nachgewiesen werden: Siqueira et al. (1997) stellten eine deutlich höhere Effektivität von 4%-igem NaOCl gegen *E.faecalis* als Kochsalzlösung fest; Hsieh et al. (2020) beobachteten eine >99,9%-ige Wirksamkeit von NaOCl gegen *E.faecalis* und *Streptococcus mutans in vivo*; zusätzlich stellten sie eine vollständige Auflösung von Zebrafisch Gewebe durch 1,5%-iges NaOCl nach 5 Minuten fest; Plutzer et al. (2017) kultivierten *E.faecalis* in einem Biofilm auf Dentinblöcken und wiesen nach, dass 4%-iges NaOCl die Bakterien zu 100% eliminierte [167-169]. Spratt et al. (2001) kultivierten eine Vielzahl von Bakterien (*P. intermedia*, *Peptostreptococcus mirus*, *Streptococcus intermedius*, *F.nucleatum* und *E.faecalis*) in einem Biofilm und wiesen 2,25%-igem NaOCl im Vergleich zu 0,2%-igem CHX, 10%-igem Povidon Jod, kolloidalem Silber und Phosphatgepufferter Salzlösung die höchste Effektivität nach. NaOCl eliminierte sowohl nach 15 als auch nach 60 Minuten das grampositive Kokkenbakterium *E.faecalis* zu 100% [160]. Es wird demnach deutlich, dass NaOCl insbesondere auf Grund seiner gewebeauslösenden Eigenschaft einen überlegenen Effekt gegenüber CHX hat und nicht ohne Grund als Standard-Spüllösung im Rahmen von vermutlich jeder endodontischen Behandlung eingesetzt wird. Generell lässt sich eine unbefriedigende Menge aktueller aussagekräftiger klinischer Studien finden, die die gängigen Spüllösungen zur chemomechanischen Aufbereitung von Wurzelkanälen gegenüberstellt. Die in dem SR von Fedorowicz et al. (2012) beschriebenen zusätzlichen Vergleiche von Spüllösungen sind stets nur in einer einzelnen Untersuchung beschrieben und auf Grund von mangelnden Informationen und Daten aus der Primärliteratur wenig aussagekräftig.

Abbildung 11 stellt anhand von zwei SR dar, dass sich der Analgetika Bedarf mit und ohne Gabe von Antibiotika zur Behandlung von pulpitischen Abszessen nicht unterscheidet (Cope et al. (2018), Agnihotry et al. (2016)). Zwei verschiedene Analgetika wurden den Studienteilnehmern zur Verfügung gestellt: Ibuprofen und bei anhaltenden Beschwerden sollten sie Paracetamol+Codein einnehmen. Cope et al. (2014) schlossen zwei RCT in ihre Untersuchung ein, während Agnihotry et al. (2016) ein RCT einschlossen. Die Versuchsgröße umfasst zwischen 19 und 22 Patienten pro Versuchsgruppe,

wodurch die Bedeutung dieser Resultate geschwächt wird. Ein Literaturvergleich zu dem Thema „Antibiotika zur Therapie irreversibler Pulpitiden“ führte zu keinen zusätzlichen Ergebnissen.

Die beiden eingeschlossenen SR von Anjaneyulu und Nivedhitha (2014) und Sathorn et al. (2007) untersuchten den Einfluss der medikamentösen Einlage Calciumhydroxid auf die Schmerzprävalenz und auf Bakterienkulturen. Die Effizienz des Medikaments im Hinblick auf den Schmerz nach der Behandlung kann durch die Zugabe von CHX signifikant gesteigert werden (Anjaneyulu, Nivedhitha (2014)). Zancan et al. (2016) bestätigten dieses Resultat und wiesen dieser Kombination die höchste antimikrobielle Eigenschaft nach [170]. Sathorn et al. (2007) konstatierten *in vivo* einen positiven, jedoch nicht signifikanten Effekt einer 1-4-wöchigen Calciumhydroxid-Einlage auf bakteriell besiedelte Wurzelkanäle. In einem sehr aktuellen RCT von Tirukkolluru und Thakur (2019) wurde nach einer 1-wöchigen Calciumhydroxyd-Einlage ein signifikanter Rückgang von *E.faecalis* sowie *Streptococcus spp.* in endodontisch behandelten Zähnen von Diabetes mellitus Typ II Patienten observiert [171]. Sukawat und Srisuwan (2002) konnten auf humanen Dentinproben keine Wirksamkeit von einer Calciumhydroxid-Aqua dest.-Mischung gegenüber *E.faecalis* feststellen [172]. Auch in einer *in-vitro* Untersuchung von Cwikla et al. (2005) konnte nur ein geringfügiger Effekt von Calciumhydroxid gemischt mit Wasser gegenüber *E.faecalis* nachgewiesen werden [173]. Ursachen, die die Unterschiede der Resultate erklären, sind primär die Art der Untersuchung: während Sathorn et al. (2007) sowie Tirokkolluru und Thakur (2019) *in-vivo* Studien durchführten, wurden von Sukawat und Srisuwan (2002) und Cwikla et al. (2005) *in-vitro* Untersuchungen beschrieben. Die Relevanz und Übertragbarkeit von *in-vitro* Untersuchungen auf die Praxis ist deutlich geringer. Die Dauer der Untersuchungen beläuft sich in den vier Arbeiten in der Regel auf 1 Woche, nur bei Sathorn et al. (2007) wird von einer Zeitspanne von 1-4 Wochen berichtet. Die Versuchsgröße der beiden *in-vitro* Untersuchungen schwankt zwischen 22 und 45 untersuchten Proben. In dem SR von Sathorn et al. (2007) wurden 251 Zähne untersucht, während in dem RCT von Tirokkolluru und Thakur (2009) 45 Patienten mit einwurzeligen Zähnen eingeschlossen wurden. Betrachtet man die Resultate des SR von Sathorn et al. (2007) genauer, wird deutlich, dass in sechs der acht eingeschlossenen Primärstudien ein signifikanter Rückgang der Bakterien nach der Medikation mit CH festgestellt wurde. Obwohl das finale Resultat nicht signifikant ist ($p=0,12$), ist diese

Betrachtung der Einzelergebnisse nicht von der Hand zu weisen. Hinzu kommt die Tatsache, dass eine der zwei Primärstudien, die einen nicht signifikanten Rückgang der Bakterien feststellten, das Medikament Calciumhydroxid mit Hilfe einer Papierspitze einbrachten und verdichteten (Peters et al., 2002). Der Mechanismus von Calciumhydroxid beruht auf den Hydroxyl-Ionen, die in wässriger Lösung freigesetzt werden und einen basischen pH-Wert von 12,5 erschaffen. Die Hydroxyl-Ionen eliminieren Bakterien, indem sie deren Zellmembran und die Proteinstrukturen zerstören [174, 175]. Durch eine Verdichtung der medikamentösen Einlage mit einer Papierspitze anstatt mit einem Lentulo wird diese wässrige Lösung möglicherweise ausgetrocknet und der Wirkmechanismus von CH zerstört. Jia et al. (2019) konnten signifikante Steigerungen der desinfizierenden Eigenschaften von Wurzelkanälen durch CH im Vergleich zu Kampfer Phenol und Formokresol nachweisen [174]. Die Aussage des SR von Sathorn et al. (2007) ist auf Grund der mangelnden Datenlage kritisch zu betrachten. Weitere *in-vivo* Untersuchungen zur Bestätigung dieser Resultate sind vonnöten.

Es wird deutlich, dass sich keine Therapie zur chemomechanischen Reinigung von Wurzelkanälen als „Goldstandard“ bezeichnen lässt und auch die zusätzliche Gabe von Antibiotika bei irreversiblen Pulpitiden anhand von weiterer evidenzbasierter Literatur eruiert werden muss. Bis dato lässt sich lediglich feststellen, dass die Gabe von Antibiotika zur Behandlung irreversibler Pulpitiden keinen zusätzlichen Effekt erzielt und, dass CHX und NaOCl eine ähnliche Wirksamkeit in der Eliminierung grampositiver Bakterien aufweisen.

Endodontische Radiologie inklusive der Arbeitslängenbestimmung

Das Ziel dieser Domäne ist die endodontische Radiologie und Bestimmung der Arbeitslänge anhand aktueller Literatur auf deren Evidenz zu überprüfen und diese Literatur zu bewerten. Die eingeschlossene systematische Übersichtsarbeit vergleicht die endodontische Arbeitslängenbestimmung mittels Röntgenbildern und dem elektronischen Apex Locator (EAL) [118]. Dieses SR hat ein hohes Verzerrungsrisiko. Nebst einer insignifikanten Differenz zeigt sich, dass durch die Anwendung des EAL die Anzahl an Röntgenbildern reduziert werden kann. Zusätzlich zu diesem Vorteil von elektronischen Arbeitslängenmitteln sind diese in der Lage die Durchgängigkeit der Kanäle („patency“) zu erkennen. Abdelsalam et al. (2020) konstatierten eine Messgenauigkeit der patency von

96,7% durch die Geräte „Raypex 6“ und „Root ZX“ [176]. Chandler et al. (2013) weisen darauf hin, dass eine Längenbestimmung von Wurzelkanälen allein anhand von Röntgenbildern nicht präzise genug ist, da sich das Foramen apicale laterale und somit für den Strahlengang nicht ersichtlich befinden kann [177]. In weiteren *in-vivo* und *in-vitro* Studien wurde ein signifikanter Vorteil der Arbeitslängenbestimmung mittels EAL im Vergleich zur Bestimmung mit der taktilen Methode festgestellt [178, 179].

Die in dem SR von Martins et al. (2014) beschriebenen Messtechniken zur Bestimmung der Arbeitslänge und die damit zusammenhängenden Messpunkte unterscheiden sich in der Primärliteratur. Außerdem wurden die Untersuchungen entweder an unterschiedlichen Zähnen durchgeführt oder Information zu der Art des Zahnes fehlen. Dies kann großen Einfluss auf die Bestimmung der Arbeitslänge haben, da sie von Zahn zu Zahn unterschiedlich ausfallen kann. Ein- und mehrwurzelige Zähne sind im Rahmen der Arbeitslängenbestimmung kaum zu vergleichen. Informationen hierzu sind unerlässlich in Untersuchungen, die sich mit diesem Thema beschäftigen.

Die geringe Versuchsgröße und Qualität des eingeschlossenen SR lässt eine Aussage bezüglich der klinischen Relevanz nicht zu.

Wurzelkanalobturation

Das Ziel der Domäne „Wurzelkanalobturation“ ist die verschiedenen Möglichkeiten einer Wurzelkanalobturation auf deren Evidenz zu untersuchen und die selektierte Literatur zu bewerten.

In diese Domäne konnte nur eine systematische Übersichtsarbeit mit hohem Verzerrungsrisiko aufgenommen werden [119]. Diese ist bereits aus dem Jahr 2007. Grundlage dieses SR sind 10 RCT. In Abbildung 13 ist der Vergleich zwischen einer Wurzelkanalfüllung mittels kalter lateraler Kondensation und warmem Guttapercha dargestellt. Die Versuchsgrößen in den einzelnen untersuchten Gruppen variieren stark und schwankten zwischen 171 und 652 Zähnen. Die Blasen repräsentieren die Misserfolgsrate für die untersuchten Endpunkte „Postoperativer Schmerz“, „Füllungsmisserfolg“, „Überextension“ und „Langzeitergebnis“. Die Überextensionsrate war nach einer WF mit warmem Guttapercha signifikant erhöht. Die Analyse der Wurzelfülltechniken hinsichtlich der restlichen Endpunkte erzielte keine signifikanten Differenzen.

Goldberg et al. (2001) erörtern in ihrer klinischen Studie die Effizienz einzelner Wurzelfülltechniken von simulierten lateralen Wurzelkanälen und fanden heraus, dass Systeme mit warmem Guttapercha (Thermafil, Ultrafil) in höherem Maße diese Seitenkanäle erreichten als die kalte laterale Kondensation [180].

Hinsichtlich der Penetrationsrate von *E. faecalis* wurde in einer *in-vitro* Studie gezeigt, dass die kalte laterale Kondensation nach 30 Tagen im Vergleich zu Thermafil, ProTaper Guttapercha und lateral verdichtetem ProTaper Guttapercha die Penetration am ehesten unterbinden konnte [181].

Die Resultate der Endpunkte des SR können nur bedingt durch weitere Literatur belegt oder widerlegt werden. Es kann eine Tendenz erkannt werden, dass die Wurzelfüllung mit warmem Guttapercha auf der einen Seite schwer zugängliche Kanalbereiche besser füllt, auf der anderen Seite aber auch zu einer erhöhten Überextension führen kann. Unter gewissen, nicht vollständig auf die klinische Situation übertragbaren Bedingungen, resultiert die kalte laterale Kondensation in einer kleineren postobturativen Penetrationsrate von Bakterien.

All diese Ergebnisse lassen die Notwendigkeit weiterer klinischer *in-vivo* Studien erkennen, die sich mit vergleichbaren Endpunkten auseinandersetzen. Die Analyse der Resultate von Peng et al. (2007) führt dazu, dass wir in diesem systematischen Map keine eindeutige Aussage in Bezug auf die Effizienz verschiedener Wurzelfülltechniken treffen können.

Postendodontische Versorgung

Entsprechend der aktuellen Datenlage in den in die Domäne „Postendodontische Versorgung“ einbezogenen systematischen Übersichtsarbeiten sind eindeutige Aussagen hinsichtlich der Erfolgsquote und des positiven Heilungsverlaufs von Versorgungsmöglichkeiten nicht zu treffen [101-103, 120-122]. Drei der sechs eingeschlossenen systematischen Übersichtsarbeiten weisen ein geringes Verzerrungsrisiko auf (Figueiredo et al. (2015), Sequeira-Byron et al. (2015), Fedorowicz et al. (2012)[101]). Die restlichen systematischen Übersichtsarbeiten haben ein hohes Verzerrungsrisiko (Thedosopoulou et al. (2009), Naumann et al. (2018)[103], Naumann et al. (2018)[102]). Dies ist die einzige Domäne mit einer verhältnismäßig hohen Anzahl an SR mit geringem bias.

Die klinische Relevanz dieser Domäne ist fraglich. Ein Vergleich der Resultate der einzelnen SR ist nicht möglich. Ursächlich sind unterschiedliche untersuchte Endpunkte sowie nicht einheitliche Versuchsgruppen. Die grafische Darstellung der Resultate war nur bei einem SR möglich.

Abbildung 14 zeigt, dass es keine signifikante Differenz zwischen der Versorgung mit Composite oder mit Composite und einer Metall-Keramikkrone hinsichtlich der Fraktur- gefahr gibt. Die Untersuchung lief über einen Zeitraum von drei Jahren. Die Daten stam- men aus einem einzigen RCT aus der systematischen Übersichtsarbeit von Fedorowicz et al. (2012)[101] mit nur zwei kleinen Versuchsgruppen. Eine Recherche zum Literatur- vergleich ergab keine weiteren Quellen, die diese Arten der Versorgung miteinander verglichen.

Die beiden eingeschlossenen SR von Thedospoulou et al. (2009) und Figueiredo et al. (2015) verglichen verschiedene Stiftsysteme hinsichtlich der Fraktur der Wurzel oder des Stifts und positiver radiologischer Befunde des periapikalen Gewebes. Die Kontroll- und Versuchsgruppen sind nicht miteinander vergleichbar. Figueiredo et al. (2015) kon- statierten ein 2-fach erhöhtes Risiko der Wurzelfraktur von vorgefertigten Metallstiften und Karbonfaserstiften gegenüber gegossenen Metallstiften und Glasfaserstiften. In der Übersichtsarbeit von Bitter und Kielbassa (2007) konnte *in-vitro* Metallstiften eine ge- ringere Frakturgefahr im Vergleich zu faserverstärkten Composite-Stiften nachgewiesen werden [182]. Ursächlich für diese abweichenden Resultate sind unter anderem sicher- lich die Studienarten: die Daten des SR von Figueiredo et al. (2015) stammen von 3202 Patienten und 4752 untersuchten Stiftversorgungen, während die Angaben von Bitter und Kielbassa (2007) aus *in-vitro* Untersuchungen mit einer ungewissen Versuchsgröße stammen.

Thedospoulou et al. (2009) spezifizierten in ihrem SR die Stiftarten in der Gegenüber- stellung. Karbonfaserstifte in Harzmatrix, Glasfaserstifte sowie gegossene Goldlegie- rungsstifte wiesen in deren SR gegenüber gegossenen Stiftsystemen aus Edelmetalle- gierungen, verschraubten Metallstiften und Karbonfaserstiften ein signifikant geringe- res Frakturrisiko auf. In einem RCT aus dem Jahr 2014 wurde nach einem Zeitraum von 3 Jahren keine Differenz in Bezug auf die Verlustrate zwischen gegossenen Metallstiften und Glasfaserstiften in Zähnen ohne verbliebene Dentinwände festgestellt. Insgesamt wurden 72 Zähne untersucht [183]. Abduljabbar et al. (2012) konstatierten eine höhere

Frakturresistenz bei Gewichtsbelastung von Zirkon- und Glasfaserstiften im Vergleich zu Metall- und faserverstärkten Stiften [184]. Bitter und Kielbassa (2007) wiesen eine signifikant schlechtere Verbundfestigkeit von Zähnen mit Zirkonstiften verglichen mit faserverstärkten Stiftaufbauten im Rahmen eines mechanischen Ermüdungsversuchs nach. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Verfahren zur Untersuchung der Frakturresistenz und der Verbundfestigkeit von Bitter und Kielbassa (2007) und Abduljabbar et al. (2012) unterscheiden. Im Literaturvergleich wird deutlich, dass die untersuchten Systeme und Verfahren sich meist unterscheiden und sich somit nicht für eine Gegenüberstellung eignen. Nur eine sehr kleine Anzahl an Quellen mit ähnlichen Kriterien oder Endpunkte wurde ausfindig gemacht. Weitere Literatur, die postendodontische Versorgungsmöglichkeiten wie Stiftsysteme, Aufbaufüllungen und Kronen untersuchen und miteinander vergleichen sind für eine prognostisch günstige Behandlung in der Praxis notwendig.

In dem SR von Naumann et al. (2018) wurde der Unterschied von postendodontischen Versorgungen mit und ohne Stiftsystem eruiert. Die Differenz ist nicht signifikant, jedoch zeigte sich besonders bei Kavitäten ohne verbliebene Dentinwände oder einen Fassreifeneffekt die Vorzüge eines Stiftsystems [102]. In einer weiteren systematischen Übersichtsarbeit von Naumann et al. (2018) konnte festgestellt werden, dass ein vorhandener Fassreifeneffekt im 5-jährigen Beobachtungszeitraum in einer signifikant erhöhten Überlebensrate von endodontisch behandelten und mit Stiftsystemen versorgten Zähnen resultierte, während der Effekt eines Stiftsystems allein nur unbedeutend war [103]. Verissimo et al. (2014) und Trushkowsky (2014) konnten ebenfalls einen positiven Effekt durch den „ferrule“ nachweisen: ein Fassreifen von 2mm beeinflusste die mechanischen Eigenschaften des endodontisch behandelten Zahnes positiv und erhöhte die Prognose [185, 186]. Mehrere Quellen haben zuvor dargestellt, dass Stiftsysteme die Frakturgefahr eines endodontisch behandelten Zahnes in den meisten Fällen erhöhen und somit nur eingesetzt werden sollen, wenn eine anderweitige Versorgung nicht möglich ist [78, 187, 188].

Das Ziel dieser Domäne, anhand hochwertiger SR eindeutige Aussagen für den klinischen Alltag zu treffen, konnte nicht erreicht werden. Die Endpunkte sind zu unterschiedlich und die Anzahl der untersuchten Patienten und Zähne in den einzelnen vergleichbaren Gruppen zu gering.

Erfolgsrate

Das Ziel der Domäne „Erfolgsrate“ ist die Literatur, die den Erfolg und die Prognose einer WKB behandelt, auf deren Evidenz zu untersuchen und zu bewerten.

In die Domäne wurden 10 systematische Übersichtsarbeiten aufgenommen [123-132]. Sieben dieser SR haben ein hohes Verzerrungsrisiko (Figini et al. (2008), Sathorn et al. (2008), Manfredi et al. (2016), Ng et al. (2007, 2008)[126, 127], Pak und White (2011), Nagendrababu et al. (2017)), ein SR weist ein geringes Verzerrungsrisiko (Schwendicke et al. (2017)) auf und die restlichen zwei wurden als „unklar“ (Sathorn et al. (2005), Su et al. (2011)) eingestuft.

Die SR basieren größtenteils auf RCT. Die Anzahl an Primärstudien pro SR ist in dieser Domäne am höchsten und reicht von drei (Sathorn et al. 2005) bis zu 25 RCT (Manfredi et al. 2016) und 29 nicht genauer spezifizierten klinischen Studien (Schwendicke et al. 2017) (s. Tab. 6).

Sechs SR vergleichen eine single-visit und eine multiple-visit WKB. Sie eruierten unter anderem die Schmerzprävalenz und die Einnahme von Analgetika nach einer WKB. Das SR von Su et al. (2011) erhielt abweichende Ergebnisse im Vergleich zu den SR von Figini et al. (2008), Manfredi et al. (2016) und Schwendicke et al. (2017) (Abb. 15). Während Su et al. (2011) ein geringeres Schmerzlevel direkt im Anschluss bis 72 Stunden nach einer single-visit Behandlung konstatierten, wiesen die übrigen SR keine Unterschiede zwischen einer single- und multiple-visit Behandlung nach. Ein RCT aus dem Jahr 2017 bestätigt die Resultate von Su et al. (2011): im Hinblick auf einen Zeitraum 1 und 2 Wochen nach der Behandlung traten nach einer single-visit Behandlung signifikant weniger Schmerzen auf als nach einer multiple-visit Behandlung [189]. Ursächlich hierfür könnte einerseits sein, dass Su et al. (2011) diesen Endpunkt nur anhand von drei randomisierten kontrollierten Studien untersucht haben, während Figini et al. (2007) und Manfredi et al. (2016) sechs beziehungsweise neun RCT zur Verfügung hatten. Außerdem sind die in die systematische Übersichtsarbeit von Su et al. (2011) eingeschlossenen RCT aus den Jahren 1982, 1998 und 2006, weshalb die Untersuchungen überarbeitet und aktualisiert werden sollten. Su et al. (2011) selber begründen den Unterschied der Ergebnisse damit, dass in ihre eigene Untersuchung nur Zähne mit nekrotischen Pulpen eingeschlossen wurden, während Figini et al. (2008) und Manfredi et al. (2016) sowohl vitale als auch nekrotische Zähne untersuchten. Grundsätzlich erscheint es schlüssig, dass nach einer,

auf einen Termin begrenzte Wurzelkanalbehandlung, mehr Beschwerden auftreten. In der Literatur kann dieses Resultat anhand von zusätzlichen Quellen bestätigt werden [190]. Su et al. (2011) nennen für das geringe Schmerzlevel nach der single-visit Behandlung weiterhin die Ursache, dass eine medikamentöse Einlage, die im Falle einer single-visit Behandlung entfällt, zu Beschwerden führen kann. Die Wahl der medizinischen Einlage spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Einlagen, die aktuell häufig Anwendung finden, lösen selten Komplikationen aus [191]. Obsolete Materialien, wie beispielsweise Chlorphenol-Präparate, Formaldehyde, Iodprodukte oder Natriumhypochlorit als medikamentöse Einlage führen zu einer Auflösung organischen Gewebes, haben toxische Eigenschaften, lösen Allergien aus oder schädigen den Zahnhalteapparat [192]. Calciumhydroxid wird am häufigsten verwendet und führt zu einem Rückgang intrakanalärer Bakterien und Zytokine, kann Pulpagewebe auflösen und ist in der Lage Endotoxine zu inaktivieren [191, 193]. Auf Grund seiner Biokompatibilität löst es selten Beschwerden aus. Daher kann das Argument von Su et al. (2011) vernachlässigt werden.

Sathorn et al. (2008) haben in ihre systematische Übersichtsarbeit 10 Kohortenstudien und sechs RCT aus den Jahren 1981-2006 aufgenommen. Die Versuchsgröße variierte zwischen 60 und 281 Zähnen. In 12 der 16 Studien wurde das Schmerzlevel nach single- und multiple-visit Behandlungen eruiert und es zeigten sich keine signifikanten Differenzen.

Die vier SR von Su et al. (2011), Figini et al. (2008), Sathorn et al. (2005) und Manfredi et al. (2016) untersuchten die Heilungsrate nach einer single- bzw. multiple-visit WKB (Abb. 16). Die Heilungsrate wird in allen SR anhand der Heilung der radiologisch erkennbaren periapikalen Läsion sowie dem Rückgang klinischer Komplikationen beurteilt. Die Anzahl der RCT reicht von drei bis 25. Die Anzahl der Zähne in den einzelnen Versuchsgruppen reicht, je nach Studie, von 67 bis 783. Die Differenz der Heilungsrate zwischen einer WKB in einer Sitzung und einer WKB in mehreren Sitzungen ist insignifikant. Weitere aktuelle klinische Studien haben nach einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr vergleichbare Resultate erzielt [189, 194].

Die systematische Übersichtsarbeit von Schwendicke et al. (2017) verglich die single- mit der multiple-visit Behandlung hinsichtlich Langzeitkomplikationen (anhaltende Entzündung, Ausbildung von Fisteln, radiologische Auffälligkeiten des periapikalen Gewebes, starke Symptomatik, die zur Revision oder Extraktion des Zahnes führt), wobei sie jedoch

keine quantitativen Daten bezüglich der Heilungsrate vorstellten. Sie fanden heraus, dass das Risiko eines flare-up nach einer single-visit Behandlung signifikant erhöht ist. Die aufeinander aufbauenden SR von Ng et al. (2007) und Ng et al. (2008) ermittelten die Höhe der Erfolgsrate einer WKB sowie beeinflussende Faktoren und stellten fest, dass der parodontale Zustand, eine suffiziente WF und koronale Versorgung positiven Einfluss haben. Im Literaturvergleich werden zusätzliche Faktoren wie persistierende Bakterien, Fehler durch den Behandler sowie durch die Feilen ausgelöste Komplikationen genannt, die die Erfolgsrate negativ beeinflussen. Sie postulieren, dass auf Grund der steigenden Bedeutung endodontischer Interventionen und die Kenntnis der Behandler in Zukunft ein weiterer Rückgang dieser Faktoren verzeichnet werden könne [195].

Pak und White (2011) untersuchten die Höhe des Schmerzlevels in Zusammenhang mit einer WKB vor, während und nach der Intervention. Die Schmerzintensität ist vor der WKB am höchsten und sinkt, besonders in den ersten 2 Tagen nach der Behandlung, besonders stark. Shresha et al. (2018) erzielten ähnliche Resultate: der Schmerz 6 Stunden im Anschluss an die WKB war am höchsten und sank danach [196]. Die erfassten Ergebnisse von Pak, White (2011) können nicht grafisch dargestellt werden. Die Untersuchungsgrößen in den 72 eingeschlossenen Studien variierten und fehlten in einigen vollständig. Der genaue Zeitpunkt, der den Zeitraum „vor“ der Wurzelkanalbehandlung beschreibt, ist nicht definiert. Für den Zeitraum „nach“ der WKB existieren auf der anderen Seite diverse Angaben, von wenigen Stunden bis hin zu mehreren Tagen. Somit kann auch hier kein detaillierter Vergleich durchgeführt werden. Von den Autoren werden Mittelwerte für die Schmerzprävalenz zum Zeitpunkt vor der Behandlung sowie 24 Stunden und eine Woche nach der Intervention vorgestellt. Bei der Bewertung der Daten ist zu beachten, dass, insofern die Schmerzprävalenz anhand der Visual-Analog-Scale (VAS) gemessen wird, bereits ein geringes Unwohlsein zu einem Wert von 100% führte. Somit ist der klinische Benefit der Resultate des SR von Pak und White (2011) nicht zu benennen. Ein Literaturvergleich resultierte in einer geringen Anzahl an klinischen Studien mit ähnlicher Thematik. Ali et al. (2016) konnten lediglich herausfinden, dass eine höhere Schmerzrate vor einer endodontischen Behandlung auch ein höheres Schmerzmaß nach der Intervention bedeutet [197]. Der Schmerzurückgang nach abgeschlossener Wurzelkanalbehandlung konnte in einer weiteren Arbeit bestätigt werden [198].

Abgesehen davon, dass in dieser Domäne eine nicht signifikante Differenz der postoperativen Schmerzen und der Heilungsrate nach einer single- oder multiple-visit Behandlung festgestellt werden konnte, ist anhand der eingeschlossenen SR keine weitere, für den praktischen Alltag relevante Aussage zu treffen.

Die Interpretation der Resultate der Domänen, die Analyse des PRISMA-Statements, die Bewertung der Verzerrungsrisiken und der Qualität der Evidenz der systematischen Übersichtsarbeiten führt dazu, dass in nur wenigen Domänen eine eindeutige praktische Relevanz ausgedrückt werden kann.

Die Anzahl an Literatur ist meist nicht hoch genug und zusätzlich mindert häufig die methodische Qualität der systematischen Übersichtsarbeiten die Aussagekraft.

Die Bewertung der Qualität der Evidenz anhand von GRADE beruht sowohl auf den Fakten der SR als auch auf der subjektiven Einschätzung der Autoren. Dies ist bei der Betrachtung der Daten für die Qualität der Evidenz zu berücksichtigen.

7 Schlussfolgerung

Das gesetzte Ziel, einen Überblick der Evidenz in Form von systematischen Übersichtsarbeiten zu verschaffen, wird zusammenfassend anhand des Blasendiagramms in Abbildung 17 dargestellt. Die Daten für die Qualität der Evidenz wurden aus den eingeschlossenen SR übernommen.

- Insgesamt wird deutlich, dass in die Domäne „Erfolgsrate“ die größte Anzahl an SR eingeschlossen werden konnte.
- In die Domäne „Postendodontische Versorgung“ konnten die meisten SR mit geringem Verzerrungsrisiko eingeschlossen werden.
- Als Grund für die hohe Anzahl der SR in den Domänen „Postendodontische Versorgung“ und „Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken“ kann ein *Sponsoring bias* vermutet werden.
- Die restlichen Domänen weisen jeweils nur eine geringe Anzahl an eingeschlossenen SR auf.
- Für den Arbeitsschritt Trepanation und die Anwendung von Vergrößerungstechniken konnten keine SR auffindig gemacht werden.

Enttäuschend ist in diesem Zusammenhang, dass jede WKB eine Trepanation beinhaltet und nahezu jeder Endodontologe mit Hilfe von Vergrößerungstechniken arbeitet, diese Arbeitsschritte und Techniken aber nicht anhand von systematischen Übersichtsarbeiten untersucht wurden.

Bezogen auf die Qualität der Evidenz wird erkennbar, dass lediglich die Domäne „Erfolgsrate“ als „niedrig“ eingestuft wurde. Die restlichen Domänen weisen eine „sehr niedrige“ Qualität der Evidenz auf. Aus Praxissicht ist besonders die Tatsache, dass die Domänen mit der hohen Anzahl an SR eine sehr niedrige Qualität der Evidenz aufweisen, unbefriedigend.

Die Idealvorstellung, dass Primär- und Sekundärliteratur sich ausgiebig mit der endodontischen Diagnostik und Intervention auf Grundlagen der evidenzbasierten Medizin beschäftigt, kann in dieser Arbeit demnach nicht bestätigt werden.

In Zeiten der sogenannten evidenzinformierten Medizin muss jeder Schritt einer Behandlung auf externer Evidenz, klinischer Expertise und Erfahrungswerten basieren und gleichermaßen die Vorstellungen des Patienten erfüllen. Ist das Angebot an aktueller Literatur aber nicht ausreichend oder nicht zufriedenstellend, wird dieser Weg erschwert.

Dieses systematische Map stellt die bestehenden Wissenslücken im Bereich endodontischer Diagnostik und Intervention dar und zeigt, dass in jeder genannten Domäne Bedarf neuer hochwertiger RCT und SR besteht. Gleichmaßen bedeutet dies, dass viele gängige, täglich im Rahmen einer Wurzelkanalbehandlung durchgeführte Schritte, nicht ausreichend nach den Standards der EBM untersucht sind und aus diesem Grund das eigene Vorgehen mit Vorsicht und vorhandene Literatur stets kritisch betrachtet werden muss.

Tabelle 13 bewertet abschließend die Domänen hinsichtlich der inkludierten Literatur und äußert Gedanken und Vorschläge zu dem Bedarf weiterer Publikationen.

Domäne	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostik des Vitalitäts- und Entzündungszustands der dentalen Pulpa 	3 SR mit hohem Verzerrungsrisiko und sehr niedriger Qualität der Evidenz. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Anatomie des Wurzelkanalsystems 	3 SR mit hohem Verzerrungsrisiko und sehr niedriger Qualität der Evidenz. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Vergrößerungstechniken in der Endodontie 	Kein SR konnte eingeschlossen werden. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Trepanation 	Kein SR konnte eingeschlossen werden. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Wurzelkanalaufbereitung 	3 SR, 2 davon mit unklarem Verzerrungsrisiko, 1 mit geringem Verzerrungsrisiko. Die Qualität der Evidenz ist sehr niedrig. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken 	7 SR, 3 mit unklarem Verzerrungsrisiko, 2 mit geringem und 2 mit hohem Verzerrungsrisiko. Die Qualität der Evidenz ist sehr niedrig. Weitere hochwertige Primär- und Sekundärliteratur, die einen Vergleich der Endpunkte der hier eingeschlossenen SR zulässt, ist erforderlich.
<ul style="list-style-type: none"> • Endodontische Radiologie inklusive der Bestimmung der Arbeitslänge 	1 SR mit hohem Verzerrungsrisiko und sehr niedriger Qualität der Evidenz. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.

<ul style="list-style-type: none"> • Wurzelkanalobturation 	<p>1 12 Jahre altes SR mit hohem Verzerrungsrisiko und sehr niedriger Qualität der Evidenz. Weitere, hochwertige Primär- und Sekundärliteratur unbedingt erforderlich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Postendodontische Versorgung 	<p>6 SR, 5 mit geringem und 2 mit hohem Verzerrungsrisiko. Die Qualität der Evidenz ist sehr niedrig. Weitere hochwertige Primär- und Sekundärliteratur mit hoher Qualität der Evidenz, die einen Vergleich der Endpunkte der hier eingeschlossenen SR zulässt, ist erforderlich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Erfolgsrate einer Wurzelkanalbehandlung 	<p>10 SR, 2 mit unklarem Verzerrungsrisiko, 7 mit hohem, 1 mit geringem Verzerrungsrisiko. Die Qualität der Evidenz ist niedrig. Weitere hochwertige Primär- und Sekundärliteratur mit geringem Verzerrungsrisiko ist erforderlich.</p>

Tab. 13: Bewertung der Domänen.

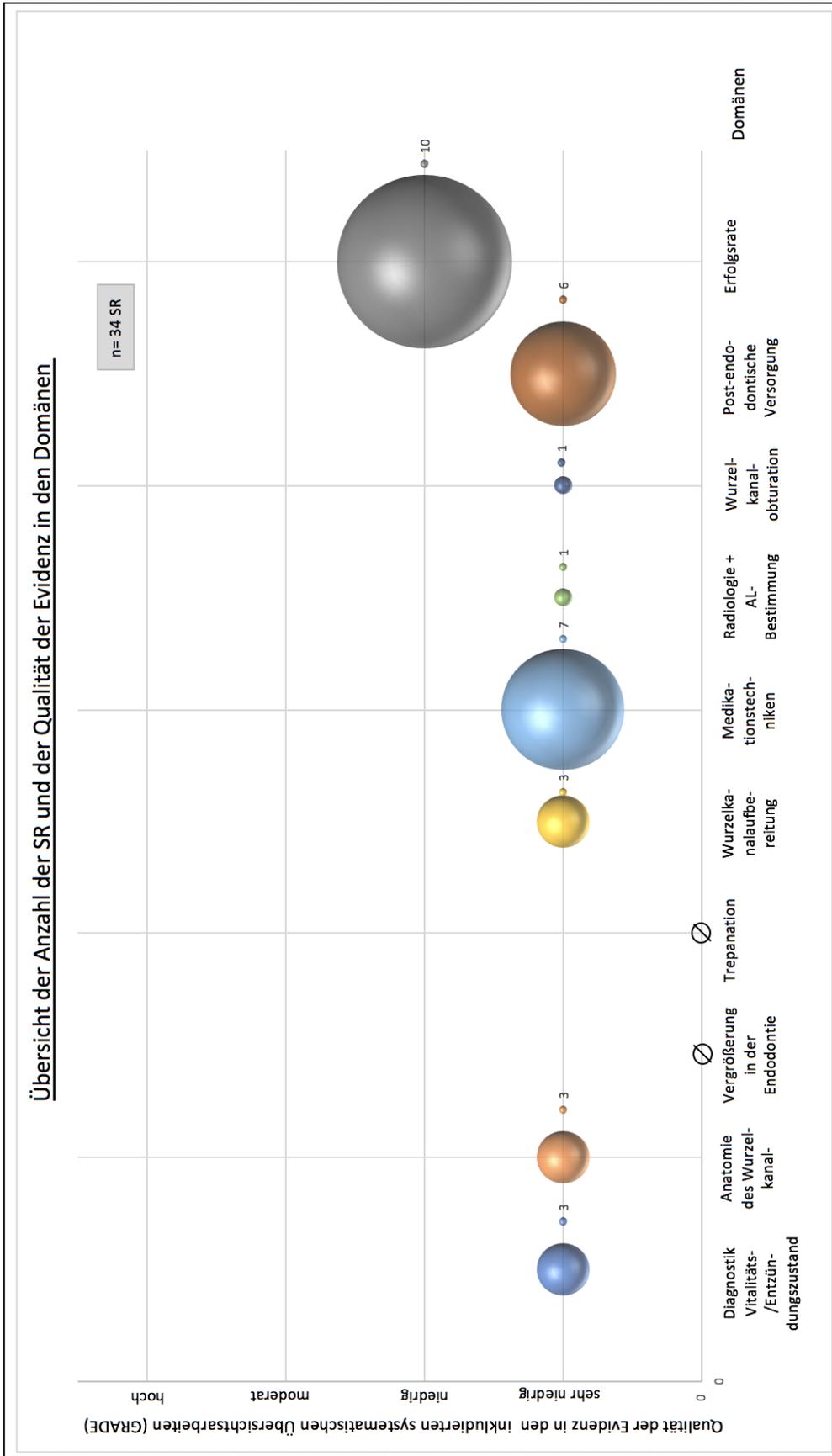


Abb. 17: Eine Übersicht der systematischen Übersichtsarbeiten und der Qualität der Evidenz der Domänen. Die X-Achse repräsentiert die praxisüblichen und gängigen Arbeitsschritte einer Wurzelkanalbehandlung. Die Blasengröße ist die gewichtete Darstellung der Anzahl der SR und der darin eingeschlossenen Anzahl der Patienten und Zähne in den jeweiligen Domänen.

8 Zusammenfassung

In Deutschland werden im Mittel seit 20 Jahren jedes Jahr etwa 7 Millionen Wurzelkanalfüllungen im gesetzlichen Sektor durchgeführt. Für eine Behandlung mit derart hoher Prävalenz stellt sich die Frage nach deren Evidenz.

Daher war Ziel dieser Arbeit für die gängigen und praxisüblichen Arbeitsschritte einer Wurzelkanalbehandlung einen vollständigen Überblick aller systematischen Übersichtsarbeiten darzustellen.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein systematisches Map erstellt.

In diesem Zusammenhang wurde eine Literaturrecherche in den Datenbanken *Medline* und *Cochrane Database of Systematic Reviews* sowie auf Google Scholar und in existierenden Referenzlisten durchgeführt. Die Selektion der systematischen Übersichtsarbeiten erfolgte mit Hilfe der Ein- /Ausschlusskriterien und der Endpunkte durch 2 Gutachter. Die systematischen Übersichtsarbeiten wurden 10 vorher definierten Domänen zugeteilt. Analyse und Bewertung der systematischen Übersichtsarbeiten fand mittels des PRISMA-Statements, des Cochrane Handbuchs zur Bewertung des Verzerrungsrisikos und des GRADE Systems statt.

1705 anfänglich gefundene Quellen wurden analysiert. 594 Duplikate wurden exkludiert, weitere 1027 Quellen wurden nach Screening von Titel und Zusammenfassung ausgeschlossen. Final wurden 34 systematische Übersichtsarbeiten in dieses systematische Map aufgenommen.

Es konnten keine systematischen Übersichtsarbeiten für die Domänen „Vergrößerungstechniken in der Endodontie“ und „Trepanation“ gefunden werden.

- Die diagnostischen Maßnahmen PO, LDF und EPT waren die akkuratesten Methoden, der Wärmetest stellt das unzuverlässigste Verfahren dar.
- In Bezug auf die Anatomie des Wurzelkanalsystems traten 3 Wurzeln in unteren ersten Molaren, C-förmige Kanäle und ein *dens invaginatus* mit gewissen Ethnizitäten assoziiert auf.
- Die Untersuchung der Domäne „Wurzelkanalaufbereitung“ ergab, dass manuelle sowie reziproke Ein-Feilen-Systeme in einem höheren Schmerzmaß und vermehrter Debrisextrusion resultieren als rotierende Mehr-Feilen-Systeme. Eine größere apikale Aufbereitung bis zum 3-fachen Faktor führte zu einer gesteigerten Heilungsrate.

- NaOCl und CHX wiesen im Bereich der Wurzelkanalspülung eine ähnliche Effektivität in der Eliminierung grampositiver Bakterien auf; die zusätzliche Gabe von Antibiotika bei irreversiblen Pulpitiden, Parodontiden und Abszessen reduzierte die Anzahl nötiger Analgetika nicht. Calciumhydroxid weist eine gewisse antibakterielle Eigenschaft auf.
- Die Bestimmung der Arbeitslänge mittels EAL führte zu einem Rückgang der benötigten Röntgenbilder im Vergleich zu der Messmethode anhand von Röntgenbildern.
- Eine Wurzelkanalobturation mit warmem Guttapercha führte zu einer höheren Überextensionsrate als die kalte laterale Kondensation.
- Hinsichtlich der postendodontischen Versorgung wurde konstatiert, dass Glasfaserstifte, Karbonfaserstifte in Harzmatrix, gegossene Metallstifte und gegossene Goldlegierungsstifte Karbonfaser- sowie vorgefertigten und verschraubten Metallstiften und gegossenen Stiften aus Edelmetalllegierungen überlegen sind. Eine Fassreifenpräparation war von größerer Relevanz als ein endodontischer Stift.
- Die Erfolgsrate (Heilungsrate und Schmerzprävalenz) einer WKB war sowohl nach single- als auch nach multiple-visit Behandlung ähnlich. Signifikant erhöhtes Risiko eines flare-up nach single-visit WKB. Der parodontale Zustand, eine suffiziente WF sowie post-endodontische Versorgung beeinflussten die Erfolgsrate positiv.

Mit Hilfe dieses systematischen Maps konnte ein eindeutiger Forschungsbedarf im Bereich praxisüblicher endodontischer Arbeitsschritte identifiziert werden. Die Domäne Erfolgsrate beinhaltet die größte Anzahl an SR (n=10) und eine niedrige Qualität der Evidenz (GRADE). Ebenfalls eine hohe Anzahl an SR (n=7), bei sehr niedriger Qualität der Evidenz, konnte in die Domänen „Intrakanaläre und systemische Medikationstechniken“ und „Postendodontische Versorgung“ aufgenommen werden. Demnach sind in diesen Bereichen neue Publikationen mit geringem Verzerrungsrisiko und hoher Qualität der Evidenz notwendig. Die Arbeitsschritte Diagnostik (n=3 SR), Anatomie (n=3 SR), Wurzelkanalaufbereitung (n=3 SR), endodontische Radiologie (n=1 SR) und Wurzelkanalobturation (n=1 SR) müssen durch zusätzliche qualitativ hochwertige systematische Übersichtsarbeiten und randomisierte kontrollierte Studien untermauert werden.

9 Literaturverzeichnis

1. Sackett DL, Rosenberg, W.M., Haynes, R.B., Richardson, W.S. (1996): Evidence based medicine: what it is and what it isn't British Medical Journal 312(7023):71-2.
2. Belsey J (2009): What is evidence-based medicine? . What is...? series
3. Türp JC (2015): Evidenzbasierte-Zahnmedizin. Parodontologie 26(2):113-21.
4. Rosenberg W, Donald A (1995): Evidence based medicine: an approach to clinical problem-solving. Bmj.310(6987):1122-6.
5. Woodbury MG, Kuhnke JL (2014): Evidence-based Practice vs. Evidence-informed Practice: What's the Difference? . Wound Care Canada.12(1):26-9.
6. Estabrooks CA (1998): Will evidence-based nursing practice make practice perfect?, Journal of Nursing Research 30 (1):15-36
7. CNA (2010): Evidence Informed decision making and nursing practice-Position statement
8. Miles A, Loughlin M (2011): Models in the balance: evidence-based medicine versus evidence-informed individualized care. . Journal of Evaluation in Clinical Practice.17:531-6.
9. Ciliska D (2009): Introduction to Evidence-Informed Decision Making Canadian Institute of Health Research
10. KZBV J (2018): Konservierende und chirurgische Leistungen., p.94.
11. Türp JC, Antes G (2001): Evidenzbasierte Zahnmedizin Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia.111(7):863-70.
12. Richards D, Lawrence A (1995): Evidence-based dentistry Br Dent J.7(179):270-3.
13. Blümle A, Meerpohl JJ, Wolff R, Antes G (2009): Evidenzbasierte Medizin und systematische Übersichtsarbeiten. Der MKG-Chirurg.2(2):86-92.
14. Dhar V (2016): Evidence-based dentistry: An overview. Contemp Clin Dent.7(3):293-4.
15. Antes GB, D.; Galandi, D. (1999): Systematische Übersichtsarbeiten- Ihre Rolle in der Evidenz-basierten Gesundheitsversorgung Deutsches Ärzteblatt 96(10):A616-A22.
16. Mühlhauser I, Meyer G (2016): Evidenzbasierte Medizin- Klarstellung und Perspektiven Deutsches Ärzteblatt.113(11):a486-a8.

17. Masic I, Miokovic M, Muhamedagic B (2008): Evidence Based Medicine - New Approaches and Challenges. *Acta Informatica Medica*.16(4).
18. Group TE-BMW (1992): Evidence based medicine- A new approach to Teaching the Practice of Medicine *The Rational Clinical Examination* 268(17):2420-.
19. Biesta G (2007): Why „what works“ won't work: Evidence-based practice and the democratic deficit in educational research *Educational Theory* 57(1):1-22.
20. Epstein I (2009): Promoting harmony where there is commonly conflict: evidence-informed practice as an integrative strategy. *Social work in health care*.48(3):216-31.
21. Centre of Excellence for Child and Youth Mental Health O (2013): Implementing evidence-informed practice.
22. Nevo I, Slonim-Nevo V (2011): The Myth of Evidence-Based Practice: Towards Evidence-Informed Practice *British Journal of Social Work* 41:1176-97.
23. Gray M, Plath D, Webb SA (2009): *Evidence-Based Social Work-A Critical Stance*. Routledge
24. Sutherland S (2001): Evidence-based Dentistry: Part IV. Research Design and Levels of Evidence *Journal of the Canadian Dental Association*.67(7):375-8.
25. Tranfield D, Denyer D, Smart P (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review *British Journal of Management* 14:207-22.
26. Chalmers I (2004): Well informed uncertainties about the effects of treatments. *Bmj*.328(7438):475-6.
27. Chalmers I (2010): Systematic reviews and uncertainties about the effects of treatments. *Cochrane Database Syst Rev*.2011:Ed000004.
28. Cowan K, Oliver S (2013): *The James Lind Alliance Guidebook, Version 5*
29. Schmucker C, Motschall E, Antes G, Meerpohl JJ (2013): [Methods of evidence mapping. A systematic review]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*.56(10):1390-7.
30. Clapton J. RD, Sharif N. (2009): *Systematic Mapping Guidance SCIE*
31. Miake-Lye IM, Hempel S, Shanman R, Shekelle PG (2016): What is an evidence map? A systematic review of published evidence maps and their definitions, methods, and products. *Syst Rev*.5:28.
32. Parkhill AF, Clavisi O, Pattuwage L, Chau M, Turner T, Bragge P, et al. (2011): Searches for evidence mapping: effective, shorter, cheaper. *J Med Libr Assoc*.99(2):157-60.

33. Peersman G (1996): A DESCRIPTIVE MAPPING OF HEALTH PROMOTION STUDIES IN YOUNG PEOPLE- EPPI Centre.1-133.
34. James KL, Randall NP, Haddaway NR (2016): A methodology for systematic mapping in environmental sciences. *Environmental Evidence*.5(1).
35. CIFOR (2013): Guidance on Systematic Maps.
36. Journal EE (2014): Instructions for Authors- Systematic Maps *Environmental Evidence Journal*
37. Felderer M, Carver JC (2018): Guidenlines for Systematic Mapping in Security Engineering
38. Grant MJ, Booth A (2009): A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Info Libr J*.26(2):91-108.
39. Haddaway NR, Bernes C, Jonsson B-G, Hedlund K (2016): The benefits of systematic mapping to evidence-based environmental management. *Ambio*.45(5):613-20.
40. Hetrick SE, Parker AG, Callahan P, Purcell R (2010): Evidence mapping: illustrating an emerging methodology to improve evidence-based practice in youth mental health. *J Eval Clin Pract*.16(6):1025-30.
41. Mangold S (2011): Arten wissenschaftlicher Publikationen Evidenzbasiertes Arbeiten in der Pyhsio- und Ergotherapie Reflektiert - systematisch - wissenschaftlich fundiert.1-8.
42. Spangberg LS (2007): Systematic reviews in endodontics--examples of GIGO?, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*.103(6):723-4.
43. Ressing M, Blettner M, Klug SJ (2009): Systematic literature reviews and meta-analyses: part 6 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int*.106(27):456-63.
44. Khan KS, Kunz, R., Kleijnen J., Antes, G. (2003): 5 steps to conducting a systematic review *J R Soc Med*.96:118.
45. Türp JC, Antes G (2003): Die gut formulierte Frage. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 58:77-9.
46. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. (2007): Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC medical research methodology*.7:10.
47. Moher DL, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G. (2009): Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement *PLoS Medicine*.6(7).

48. Whiting P, Savovic J, Higgins JP, Caldwell DM, Reeves BC, Shea B, et al. (2016): ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *J Clin Epidemiol.*69:225-34.
49. Higgins PT, Altman DG, Sterne JA (2017): *Cochrane Handbook Chapter 8: Assessing risk of bias in included studies* Cochrane Handbook
50. Mulrow CD (1994): Rationale for systematic reviews. *Bmj.*309(6954):597-9.
51. Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB (1997): Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of internal medicine.*126(5):376-80.
52. Sackett D, Hoey J (2000): Why randomized controlled trials fail but needn't: a new series is launched *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne.*162(9):1301-2.
53. DNEbM (2011): *Glossar des DNEbM*
54. Levin KA (2007): Study design VII. Randomised controlled trials. *Evidence-based Dentistry* 8:22-3.
55. Kabisch M, Ruckes C, Seibert-Grafe M, Blettner M (2011): Randomized controlled trials: part 17 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int.*108(39):663-8.
56. Schulz KFG, D.A. (2007): *Reihe Epidemiologie 8: Verblindung in randomisierten Studien: Wie man verdeckt, wer was erhalten hat* *ZaeFQ.*101:630-7.
57. Ziegler A, Antes G, König IR (2011): Bevorzugte Report Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen: Das PRISMA-Statement. *Dtsch Med Wochenschr.*136:e9-e15.
58. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow CD, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. (2009): The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ.*
59. Kong Y, Wei X, Duan L, Wang W, Zhong Z, Ming Z, et al. (2015): Rating the quality of evidence: the GRADE system in systematic reviews/meta-analyses of AKI. *Ren Fail.*37(7):1089-93.
60. Goldet G, Howick J (2013): Understanding GRADE: an introduction. *J Evid Based Med.*6(1):50-4.
61. Langer G, Meerpohl JJ, Perleth M, Gartlehner G, Kaminski-Hartenthaler A, Schunemann H (2012): [GRADE guidelines: 1. Introduction - GRADE evidence profiles and summary of findings tables]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.*106(5):357-68.

62. Kunz R, Burnand B, Schunemann HJ, Grading of Recommendations AD, Evaluation Working G (2008): [The GRADE System. An international approach to standardize the graduation of evidence and recommendations in guidelines]. Internist (Berl).49(6):673-80.
63. Schünemann HJ (2009): GRADE: Von der Evidenz zur Empfehlung. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen.103(6):391-400.
64. GRADE Working Group T (2004): Grading quality of evidence and strength of recommendations BMJ.328:1490-4.
65. Dijkers M (2013): Introducing GRADE: a systematic approach to rating evidence in systematic reviews and to guideline development. . KT Update 1(5).
66. Kavanagh BP (2009): The GRADE system for rating clinical guidelines. PLoS Med.6(9):e1000094.
67. SSE SZG (2014): Qualitätsleitlinien Endodontie Swiss Dental Journal 124(10):1143-52.
68. DGZMK (2000): Wurzelkanalaufbereitungen-Wissenschaftliche Stellungnahme.
69. Carrotte P (2004): Endodontics: Part 3. Treatment of endodontic emergencies. Br Dent J.197(6):299-305.
70. Hellwig E, Klimek J, Attin T (2003): Einführung in die Zahnerhaltung Published: Urban&Fischer Place; 331 p.
71. Ketterl W (1984): Endodontie Published: Hüthig Place.
72. Hülsmann M, Schäfer E (2007): Probleme in der Endodontie - Prävention, Identifikation und Management Published: Quintessenz Verlags-GmbH Place.
73. Bargholz C, Hör D, Zirkel C (2013): Praxisleitfaden Endodontie Published: Urban&Fischer Place.
74. Ott R, Vollmer, H.P, Krug, W. (2003): Klinik- und Praxisführer Zahnmedizin Published: Georg Thieme Place.
75. Vahedi B (2017): Diagnostik in der Endodontie Zahnmedizin up2date.11(04):411-29.
76. American Association of Endodontics A (2016): Endodontic Glossary.
77. Schulze M (2016): Die endodontische Zugangskavität Endodontie Journal 04:30-2.
78. DGZMK (2003): Aufbau endodontisch behandelter Zaehne- Wissenschaftliche Stellungnahme. .
79. Beer R (2003): Trepanation und optische Kontrolle. DZ.03:36-8.

80. Beer R (2009): Die Wurzelkanalaufbereitung- Grundlage des Erfolgs. . ZWP Online -Endodontie.7+8:34-41.
81. Voß A, Heidemann D, Raab W, Schäfer E, Petschelt A, Hülsmann M, et al. (2004): Die Bestimmung der endodontischen Arbeitslänge. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK., DZZ.59(11).
82. Hülsmann M, Schäfer E (2007): Good clinical practice- Die Wurzelkanalbehandlung. Wissenschaftliche Stellungnahme DGZMK
83. DGZMK (2005): Die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung- Wissenschaftliche Stellungnahme. .
84. Fülfe H (2012): Auf demselben Weg zurück-Die Aufbereitung des Wurzelkanals ZWR.121(11):580-3.
85. Hofmann N (2014): Aktueller Stand der Wurzelkanalfüllung. Stomatologie.111(1-2):33-49.
86. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ (2001): Viable Bacteria in Root Dentinal Tubules of Teeth with Apical Periodontitis Journal of Endodontics.27(2):76-81.
87. von Stetten O (2011): Die postendodontische Versorgung. ZWP Online.04:12-5.
88. KZBV J (2019): Konservierende und chirurgische Leistungen., p.100-1.
89. KZBV J (2019): Privatzahnärztliches Abrechnungsgeschehen , p. 128-35.
90. KZBV J (2019): Anteile der häufigsten Positionen an den Gesamtpunkten aus kons./chir. Behandlung 2018 Deutschland , p.108.
91. Ástvaldsdóttir Á, Boström A-M, Davidson T, Gabre P, Gahnberg L, Sandborgh Englund G, et al. (2018): Oral health and dental care of older persons-A systematic map of systematic reviews. Gerodontology.20
92. Mejare IA, Klingberg G, Mowafi FK, Stecksén-Blicks C, Twetman SH, Tranaeus SH (2015): A systematic map of systematic reviews in pediatric dentistry--what do we really know?, PLoS One.10(2):e0117537.
93. Osterberg M, Holmlund A, Sunzel B, Tranaeus S, Twetman S, Lund B (2017): KNOWLEDGE GAPS IN ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY: A SYSTEMATIC MAPPING. International journal of technology assessment in health care.33(1):93-102.
94. Torabinejad M, Walton RE (2014): Endodontics- Principles and Practice Published. Elsevier, editor. Place.
95. Chandra BS, Gopikrishna V (2010): Grossmann's endodontic practice Published. Kluwer W, editor. Place.

96. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC (2008): Ingle's Endodontics Published. Inc. BD, editor. Place.
97. Schroeder S (2017): Abrechnungsheft Gewusst wie- Loser & Co. .
98. Yuanyuan C, Wenhui Z, Bin G, Xiaolong G, Shilu H, Hu L, et al. (2015): [Cleaning effect of ultrasonic activation as an adjunct to syringe irrigation of root canals: a systematic review]. Hua xi kou qiang yi xue za zhi = Huaxi kouqiang yixue zazhi = West China journal of stomatology.33(2):145-52.
99. Aminoshariae A, Kulild JC (2015): Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. Int Endod J.48(7):639-47.
100. Fedorowicz Z, Nasser M, Sequeira-Byron P, de Souza RF, Carter B, Heft M (2012): Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev. (9):Cd008948.
101. Fedorowicz Z, Carter B, de Souza RF, Chaves CA, Nasser M, Sequeira-Byron P (2012): Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root filled teeth. Cochrane Database Syst Rev. (5):Cd009109.
102. Naumann M, Schmitter M, Krastl G (2018): Postendodontic Restoration: Endodontic Post-and-Core or No Post At All?, The journal of adhesive dentistry.20(1):19-24.
103. Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, Krastl G (2018): "Ferrule Comes First. Post Is Second!" Fake News and Alternative Facts? A Systematic Review. J Endod.44(2):212-9.
104. Levin LG, Law AS, Holland GR, Abbott PV, Roda RS (2009): Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. J Endod.35(12):1645-57.
105. Mejare IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. (2012): Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. Int Endod J.45(7):597-613.
106. Mainkar A, Kim SG (2018): Diagnostic Accuracy of 5 Dental Pulp Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. J Endod.44(5):694-702.
107. de Pablo OV, Estevez R, Peix Sanchez M, Heilborn C, Cohenca N (2010): Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. J Endod.36(12):1919-31.
108. Kottoor J, Albuquerque D, Velmurugan N, Kuruvilla J (2013): Root anatomy and root canal configuration of human permanent mandibular premolars: a systematic review. Anat Res Int.2013:254250.
109. Naseri M, Haghighi AK, Kharazifard MJ, Khavid A (2013): Prevalence of C-shaped root canals in Iranian population: a systematic review. Journal of dentistry (Tehran, Iran).10(2):186-96.

110. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR (2016): The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.*49(3):255-70.
111. Sun C, Sun J, Tan M, Hu B, Gao X, Song J (2018): Pain after root canal treatment with different instruments: A systematic review and meta-analysis. *Oral diseases.*24(6):908-19.
112. Agnihotry A, Fedorowicz Z, van ZEJ, Farman AG, Al-Langawi JH (2016): Antibiotic use for irreversible pulpitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*, (2).
113. Anjaneyulu K, Nivedhitha M (2014): Influence of calcium hydroxide on the post-treatment pain in endodontics: a systematic review (Provisional abstract). *Database of Abstracts of Reviews of Effects [Internet]*, (2):[200-7 pp.].
114. Cope A, Francis N, Wood F, Mann MK, Chestnutt IG (2014): Systemic antibiotics for symptomatic apical periodontitis and acute apical abscess in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* (6):Cd010136.
115. Goncalves LS, Rodrigues RC, Andrade Junior CV, Soares RG, Vettore MV (2016): The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials. *J Endod.*42(4):527-32.
116. Matthews DC, Sutherland S, Basrani B (2003): Emergency management of acute apical abscesses in the permanent dentition: a systematic review of the literature (Structured abstract). *Journal of the Canadian Dental Association [Internet]*, 69(10):[660-i pp.].
117. Sathorn C, Parashos P, Messer H (2007): Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.*40(1):2-10.
118. Martins JN, Marques D, Mata A, Carames J (2014): Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. *J Endod.*40(6):759-77.
119. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X (2007): Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod.*33(2):106-9.
120. Figueiredo FE, Martins-Filho PR, Faria ESAL (2015): Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod.*41(3):309-16.
121. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, Nasser M, Alrowaili EF (2015): Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* (9):Cd009109.

122. Theodosopoulou JN, Chochlidakis KM (2009): A systematic review of dowel (post) and core materials and systems. *J Prosthodont.*18(6):464-72.
123. Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M (2008): Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth: a Cochrane systematic review. *J Endod.*34(9):1041-7.
124. Manfredi M, Figini L, Gagliani M, Lodi G (2016): Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.*12:Cd005296.
125. Nagendrababu V, Gutmann JL (2017): Factors associated with postobturation pain following single-visit nonsurgical root canal treatment: A systematic review. *Quintessence Int.*48(3):193-208.
126. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K (2007): Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J.*40(12):921-39.
127. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K (2008): Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J.*41(1):6-31.
128. Pak JG, White SN (2011): Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod.*37(4):429-38.
129. Sathorn C, Parashos P, Messer H (2008): The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J.*41(2):91-9.
130. Sathorn C, Parashos P, Messer HH (2005): Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.*38(6):347-55.
131. Schwendicke F, Gostemeyer G (2017): Single-visit or multiple-visit root canal treatment: systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ open.*7(2):e013115.
132. Su Y, Wang C, Ye L (2011): Healing rate and post-obturation pain of single- versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod.*37(2):125-32.
133. Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M (2007): Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* (4):Cd005296.
134. Paez A (2017): Grey literature: An important resource in systematic reviews. *J Evid Based Med.*

135. Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D (2007): Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth. *J Endod.*33(5):531-5.
136. Setia MS (2016): Methodology Series Module 3: Cross Sectional Studies., *Indian Journal of Dermatology* 61(3):261-4.
137. Barrett D, Noble H (2019): What are cohort studies? . *Evid Based Nurs.*22(4):95-6.
138. Parikh R, Mathai A, Parikh S, Chandra Sekhar G, Thomas R (2008): Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian journal of ophthalmology.*56(1):45-50.
139. Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F (2014): Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. *J Endod.*40(3):351-4.
140. Alghaithy RA, Qualtrough AJ (2017): Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J.*50(2):135-42.
141. Villa-Chavez CE, Patino-Marin N, Loyola-Rodriguez JP, Zavala-Alonso NV, Martinez-Castanon GA, Medina-Solis CE (2013): Predictive values of thermal and electrical dental pulp tests: a clinical study. *J Endod.*39(8):965-9.
142. Syed Ismail PM, Apoorva K, Manasa N, Rama Krishna R, Bhowmick S, Jain S (2020): Clinical, radiographic, and histological findings of chronic inflammatory periapical lesions - A clinical study. *Journal of family medicine and primary care.*9(1):235-8.
143. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH (2017): A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J.*50(8):761-70.
144. Del Fabbro M, Taschieri S (2010): Endodontic therapy using magnification devices: a systematic review. *J Dent.*38(4):269-75.
145. Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL (2009): Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database Syst Rev.* (3):Cd005969.
146. Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL (2015): Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database Syst Rev.* (12):Cd005969.
147. Laslami K, Dhoun S, El Harchi A, Benkiran I (2018): Relationship between the Apical Preparation Diameter and the Apical Seal: An In Vitro Study. *International Journal of Dentistry.*2018:1-5.
148. Dincer AN, Guneser MB, Arslan D (2017): Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne gold. *Journal of conservative dentistry : JCD.*20(5):322-5.

149. Verma M, Meena N, Kumari RA, Mallandur S, Vikram R, Gowda V (2017): Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry : JCD*.20(2):96-9.
150. Caviedes-Bucheli J, Rios-Osorio N, Rey-Rojas M, Laguna-Rivero F, Azuero-Holguin MM, Diaz LE, et al. (2018): Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament after root canal preparation with Reciproc Blue, WaveOne Gold, XP EndoShaper and hand files. *Int Endod J*.51(12):1358-66.
151. Bicakci H, Capar ID, Genc S, Ihtiyar A, Sutcu R (2016): Influence of Rotary Instrumentation with Continuous Irrigation on Pain and Neuropeptide Release Levels: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*.42(11):1613-9.
152. Shin SJ, Lee W, Lee JI, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, et al. (2011): Matrix metalloproteinase-8 and substance P levels in gingival crevicular fluid during endodontic treatment of painful, nonvital teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*.112(4):548-54.
153. Kashefinejad M, Harandi A, Eram S, Bijani A (2016): Comparison of Single Visit Post Endodontic Pain Using Mtwo Rotary and Hand K-File Instruments: A Randomized Clinical Trial. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*.13(1):10-7.
154. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Migliaretti G, et al. (2012): Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *J Endod*.38(1):32-6.
155. Mollashahi NF, Saberi EA, Havaei SR, Sabeti M (2017): Comparison of Postoperative Pain after Root Canal Preparation with Two Reciprocating and Rotary Single-File Systems: A Randomized Clinical Trial. *Iranian endodontic journal*.12(1):15-9.
156. Chavez de Paz Villanueva LE (2002): *Fusobacterium nucleatum* in endodontic flare-ups. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*.93(2):179-83.
157. Ng YL, Glennon JP, Setchell DJ, Gulabivala K (2004): Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J*.37(6):381-91.
158. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayirli G (2006): Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*.101(2):250-7.
159. Almeida G, Marques E, De Martin AS, da Silveira Bueno CE, Nowakowski A, Cunha RS (2012): Influence of irrigating solution on postoperative pain following single-visit endodontic treatment: randomized clinical trial. *J Can Dent Assoc*.78:c84.

160. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JC, et al. (2002): Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.*28(6):457-60.
161. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Porkodi I, Pradeep G (2009): Canal-centering ability: An endodontic challenge. *Journal of conservative dentistry : JCD.*12(1):3-9.
162. Schäfer E, Dammaschke T (2009): Development and sequelae of canal transportation *Endodontic topics* 15:75-90.
163. Burklein S, Benten S, Schafer E (2014): Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.*47(5):405-9.
164. Holland R, Gomes JEF, Cintra LTA, Queiroz IOA, Estrela C (2017): Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. *Journal of applied oral science : revista FOB.*25(5):465-76.
165. Murad CF, Sassone LM, Souza MC, Fidel RAS, Fidel SR, Junior RH (2012): Antimicrobial activity of sodium hypochlorite, chlorhexidine and MTAD® against *Enterococcus faecalis* biofilm on human dentin matrix in vitro. *RSBO* 9(2):143-50.
166. Mohammadi Z (2008): Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J.*58(6):329-41.
167. Hsieh SC, Teng NC, Chu CC, Chu YT, Chen CH, Chang LY, et al. (2020): The Antibacterial Efficacy and In Vivo Toxicity of Sodium Hypochlorite and Electrolyzed Oxidizing (EO) Water-Based Endodontic Irrigating Solutions. *Materials (Basel, Switzerland).*13(2).
168. Plutzer B, Zilm P, Ratnayake J, Cathro P (2018): Comparative efficacy of endodontic medicaments and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Aust Dent J.*63(2):208-16.
169. Siqueira JF, Jr., Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M (1997): Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J.*30(4):279-82.
170. Zancan RF, Vivan RR, Milanda Lopes MR, Weckwerth PH, de Andrade FB, Ponce JB, et al. (2016): Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. *J Endod.*42(12):1822-8.
171. Tirukkolluru C, Thakur S (2019): Comparative Evaluation of Triple Antibiotic Paste, Propolis with Moxifloxacin, and Calcium Hydroxide as Intracanal Medicaments against *Streptococcus* spp. and *Enterococcus faecalis* in Type II Diabetes Mellitus Patients: A Randomized Clinical Trial. *Contemp Clin Dent.*10(2):191-6.

172. Sukawat C, Srisuwan T (2002): A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*. *J Endod.*28(2):102-4.
173. Cwikla SJ, Belanger M, Giguere S, Progulske-Fox A, Vertucci FJ (2005): Dentinal tubule disinfection using three calcium hydroxide formulations. *J Endod.*31(1):50-2.
174. Jia L, Zhang X, Shi H, Li T, Lv B, Xie M (2019): The Clinical Effectiveness of Calcium Hydroxide in Root Canal Disinfection of Primary Teeth: A Meta-Analysis. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research.*25:2908-16.
175. Siqueira JF, Jr., Lopes HP (1999): Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.*32(5):361-9.
176. Abdelsalam N, Hashem N (2020): Impact of Apical Patency on Accuracy of Electronic Apex Locators: In Vitro Study. *J Endod.*46(4):509-14.
177. Chandler N, Friedlander L, Alothmani O (2013): Radiographic assessment of endodontic working length. *Saudi Endodontic Journal.*3(2).
178. Shanmugaraj M, Nivedha R, Mathan R, Balagopal S (2007): Evaluation of working length determination methods: an in vivo / ex vivo study. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research.*18(2):60-2.
179. Diwanji A, Rathore A, Arora R, Dhar V, Madhusudan A, Doshi J (2014): Working Length Determination of Root Canal of Young Permanent Tooth: An In vitro Study., *Annals of medical and health sciences research.*4(4):554-8.
180. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A (2001): Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod.*27(5):362-4.
181. Yucel AC, Ciftci A (2006): Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*102(4):e88-92.
182. Bitter K, Kielbassa AM (2007): Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: A review. *American Journal of Dentistry* 20(6):353-60.
183. Sarkis-Onofre R, Jacinto RC, Boscato N, Cenci MS, Pereira-Cenci T (2014): Cast metal vs. glass fibre posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J Dent.*42(5):582-7.
184. Abduljabbar T, Sherfudhin H, AlSaleh SA, Al-Helal AA, Al-Orini SS, Al-Aql NA (2012): Fracture resistance of three post and core systems in endodontically treated teeth restored with all-ceramic crowns. *King Saud University Journal of Dental Sciences.*3(1):33-8.

185. Trushkowsky RD (2014): Restoration of endodontically treated teeth -Criteria and technique considerations., *Quintessence Int.*45(7):557-67.
186. Veríssimo C, Simamoto Júnior PC, Soares CJ, Noritomi PY, Santos-Filho PCF (2014): Effect of the crown, post, and remaining coronal dentin on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry.*111(3):234-46.
187. Gohring TN, Peters OA (2003): Restoration of endodontically treated teeth without posts. *Am J Dent.*16(5):313-7.
188. Faria AC, Rodrigues RC, de Almeida Antunes RP, de Mattos Mda G, Ribeiro RF (2011): Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. *Journal of prosthodontic research.*55(2):69-74.
189. Fonzar F, Mollo A, Venturi M, Pini P, Fabian Fonzar R, Trullenque-Eriksson A, et al. (2017): Single versus two visits with 1-week intracanal calcium hydroxide medication for endodontic treatment: One-year post-treatment results from a multicentre randomised controlled trial. *European journal of oral implantology.*10(1):29-41.
190. Jabeen S, Khurshiduzzaman M (2014): Incidence of post obturation pain following single and multi visit root canal treatment in a teaching hospital of Bangladesh. *Mymensingh medical journal : MMJ.*23(2):254-60.
191. Barbosa-Ribeiro M, Arruda-Vasconcelos R, de-Jesus-Soares A, Zaia AA, Ferraz CCR, de Almeida JFA, et al. (2018): Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medication on infectious/inflammatory contents in teeth with post-treatment apical periodontitis. *Clin Oral Investig.*
192. Dammaschke T (2008): Medikamentöse Wurzelkanaleinlagen. *Zahnmedizin up2date.*2(2):159-76.
193. Mohammadi Z, Dummer PM (2011): Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.*44(8):697-730.
194. Gill GS, Bhuyan AC, Kalita C, Das L, Katak R, Bhuyan D (2016): Single Versus Multi-visit Endodontic Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: An in vivo Study with 1-year Evaluation. *Annals of medical and health sciences research.*6(1):19-26.
195. Tabassum S, Khan FR (2016): Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European journal of dentistry.*10(1):144-7.
196. Shresha R, Shrestha D, Kayastha R (2018): Post-Operative Pain and Associated Factors in Patients Undergoing Single Visit Root Canal Treatment on Teeth with Vital Pulp. *Kathmandu University medical journal (KUMJ).*16(62):220-3.

197. Ali A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Abella F, Roig M, Garcia-Font M (2016): Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: A prospective clinical study. *J Dent.*45:39-42.
198. Shenoy B (2018): Prevalence of Pain Post Endodontic Therapy *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 10(4):962-3.
199. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A (2016): Cone-beam Computed Tomography for Detecting Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review. *J Endod.*42(2):177-85.
200. Bruno KF, Barletta FB, Felipe WT, Silva JA, Goncalves de Alencar AH, Estrela C (2014): Oxygen saturation in the dental pulp of permanent teeth: a critical review. *J Endod.*40(8):1054-7.
201. Garala M, Dorn SO (2011): Contemporary endodontic evaluation and diagnosis: implications for evidence-based endodontic care. *Today's FDA : official monthly journal of the Florida Dental Association.*23(3):43-5, 7-55.
202. Kato A, Ziegler A, Higuchi N, Nakata K, Nakamura H, Ohno N (2014): Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *Int Endod J.*47(11):1012-33.
203. Jafarzadeh H, Wu YN (2007): The C-shaped root canal configuration: a review. *J Endod.*33(5):517-23.
204. Pedrazzi V, Oliveira-Neto JM, Sequeira P, Fedorowicz Z, Nasser M (2008): Hand and ultrasonic instrumentation for orthograde root canal treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* (4):CD006384.
205. Pedrazzi V, de Oliveira-Neto JM, Sequeira P, Fedorowicz Z, Nasser M (2010): Hand and ultrasonic instrumentation for orthograde root canal treatment of permanent teeth. *Journal of applied oral science : revista FOB.*18(3):268-72.
206. Aminoshariae A, Kulild J (2015): Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. *Int Endod J.*48(11):1007-22.
207. Chu D, Lockwood C (2015): The effectiveness of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation for non-surgical endodontic therapy: a systematic review protocol. *JBI database of systematic reviews and implementation reports.*13(6):127-38.
208. Del FM, Corbella S, Sequeira-Byron P, Tsesis I, Rosen E, Lolato A, et al. (2016): Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*, (10).
209. Ahn SY, Kim HC, Kim E (2016): Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.*42(7):1009-17.

210. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH (2010): Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.*36(5):775-80.
211. Law A, Messer H (2004): An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *J Endod.*30(10):689-94.
212. Rossi-Fedele G, Prichard JW, Steier L, de Figueiredo JA (2013): The effect of surface tension reduction on the clinical performance of sodium hypochlorite in endodontics. *Int Endod J.*46(6):492-8.
213. Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppini-Rontani RM (2009): Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *J Dent.*37(12):903-8.
214. Siddiqui SH, Awan KH, Javed F (2013): Bactericidal efficacy of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* in infected root canals: a systematic literature review. *Photodiagnosis Photodyn Ther.*10(4):632-43.
215. Sutherland S, Matthews DC (2003): Emergency management of acute apical periodontitis in the permanent dentition: a systematic review of the literature (Structured abstract). *Journal of the Canadian Dental Association [Internet]*, 69(3):[160-l pp.].
216. Estrela C, Sydney GB, Figueiredo JA, Estrela CR (2009): Antibacterial efficacy of intracanal medicaments on bacterial biofilm: a critical review. *Journal of applied oral science : revista FOB.*17(1):1-7.
217. Estrela C, Silva JA, de Alencar AH, Leles CR, Decurcio DA (2008): Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*--a systematic review. *Journal of applied oral science : revista FOB.*16(6):364-8.
218. Saatchi M, Shokraneh A, Navaei H, Maracy MR, Shojaei H (2014): Antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*: a systematic review and meta-analysis. *Journal of applied oral science : revista FOB.*22(5):356-65.
219. Samiei M, Farjami A, Dizaj SM, Lotfipour F (2016): Nanoparticles for antimicrobial purposes in Endodontics: A systematic review of in vitro studies. *Materials science & engineering C, Materials for biological applications.*58:1269-78.
220. Veitz-Keenan A, De Bartolo AM (2014): Insufficient evidence of the effect of systemic antibiotics on adults with symptomatic apical periodontitis or acute apical abscess. *Evid Based Dent.*15(4):104-5.
221. Cope A, Francis N, Wood F, Mann MK, Chestnutt IG (2014): Systemic antibiotics for symptomatic apical periodontitis and acute apical abscess in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]*, (6).

222. Yassen GH, Platt JA (2013): The effect of nonsetting calcium hydroxide on root fracture and mechanical properties of radicular dentine: a systematic review. *Int Endod J.*46(2):112-8.
223. Yaylali IE, Kececi AD, Ureyen Kaya B (2015): Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.*41(10):1589-99.
224. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HM, Cohen S, Catherine JH, Bukiet F (2017): Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *J Endod.*43(1):16-24.
225. AlShwaimi E, Bogari D, Ajaj R, Al-Shahrani S, Almas K, Majeed A (2016): In Vitro Antimicrobial Effectiveness of Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis*: A Systematic Review. *J Endod.*42(11):1588-97.
226. Agrawal V, Kapoor S, Agrawal I (2017): Critical Review on Eliminating Endodontic Dental Infections Using Herbal Products. *Journal of dietary supplements.*14(2):229-40.
227. Krastl G, Allgayer N, Lenherr P, Filippi A, Taneja P, Weiger R (2013): Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. *Dent Traumatol.*29(1):2-7.
228. Chrepa V, Kotsakis GA, Pagonis TC, Hargreaves KM (2014): The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. *J Endod.*40(7):891-8.
229. Boutsoukis C, Psimma Z, van der Sluis LW (2013): Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review. *Int Endod J.*46(7):599-618.
230. Katsamakakis S, Slot DE, Van der Sluis LW, Van der Weijden F (2013): Histological responses of the periodontium to MTA: a systematic review. *J Clin Periodontol.*40(4):334-44.
231. Rossi-Fedele G, Dogramaci EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JA (2012): Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *J Endod.*38(4):426-31.
232. Olsen JJ, Thorn JJ, Korsgaard N, Pinholt EM (2014): Nerve lesions following apical extrusion of non-setting calcium hydroxide: a systematic case review and report of two cases. *J Craniomaxillofac Surg.*42(6):757-62.
233. Tsesis I, Blazer T, Ben-Izhack G, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, et al. (2015): The Precision of Electronic Apex Locators in Working Length Determination: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *J Endod.*41(11):1818-23.
234. Mello I (2014): Use of electronic apex locators may improve determination of working length. *Evid Based Dent.*15(4):120.

235. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickeviciene L (2014): The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.*40(12):1895-901.
236. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F (2007): Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.*33(2):96-105.
237. Malhotra N, Agarwal A, Mala K (2013): Mineral trioxide aggregate: part 2 - a review of the material aspects. *Compend Contin Educ Dent.*34(3):e38-43.
238. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu LS, Kim SK, Pashley DH, et al. (2010): Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod.*36(3):383-99.
239. Schaeffer MA, White RR, Walton RE (2005): Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod.*31(4):271-4.
240. Rosen E, Goldberger T, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Tsesis I (2016): The Prognosis of Altered Sensation after Extrusion of Root Canal Filling Materials: A Systematic Review of the Literature. *J Endod.*42(6):873-9.
241. Lee AH, Cheung GS, Wong MC (2012): Long-term outcome of primary non-surgical root canal treatment. *Clin Oral Investig.*16(6):1607-17.
242. Basmadjian-Charles CL, Farge P, Bourgeois DM, Lebrun T (2002): Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int Dent J.*52(2):81-6.
243. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A (2007): Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.*38(9):733-43.
244. Sivers JE, Johnson WT (1992): Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am.*36(3):631-50.
245. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, Hara A, Nakata K, Morita I, et al. (2004): Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*97(1):95-9.
246. Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. (2011): Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.*37(7):895-902.
247. Torabinejad M, Goodacre CJ (2006): Endodontic or dental implant therapy: the factors affecting treatment planning. *J Am Dent Assoc.*137(7):973-7; quiz 1027-8.

248. Briggs PF, Scott BJ (1997): Evidence-based dentistry: endodontic failure--how should it be managed?, *Br Dent J.*183(5):159-64.
249. Meschi N, Castro AB, Vandamme K, Quirynen M, Lambrechts P (2016): The impact of autologous platelet concentrates on endodontic healing: a systematic review. *Platelets.*27(7):613-33.
250. Ricketts DN, Kidd EA, Innes N, Clarkson J (2006): Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* (3):CD003808.
251. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ, et al. (2007): Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent.*98(4):285-311.
252. Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S (2009): Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod.*35(7):930-7.
253. Lin LM, Lin J, Rosenberg PA (2007): One-appointment endodontic therapy: biological considerations. *J Am Dent Assoc.*138(11):1456-62.
254. Keenan JV, Farman AG, Fedorowicz Z, Newton JT (2005): Antibiotic use for irreversible pulpitis. *Cochrane Database Syst Rev.* (2):Cd004969.
255. AlRahabi MK, Ghabbani HM (2019): Influence and safety of electronic apex locators in patients with cardiovascular implantable electronic devices: a systematic review. *The Libyan journal of medicine.*14(1):1547071.
256. Rasines AMG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z (2014): Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet],* (3).
257. Fedorowicz Z, van Zuuren EJ, Farman AG, Agnihotry A, Al-Langawi JH (2013): Antibiotic use for irreversible pulpitis. *Cochrane Database Syst Rev.* (12):Cd004969.

10 Anhänge

10.1 Anhang 1: Suchstrategie

#1	#2	#3
<ul style="list-style-type: none"> • Trepanation • Vitality • Pulp vitality • Intracanal dressing • Intracanal medicament • Irrigant • Irrigants • Canal irrigants • Calcium hydroxide • Mineral trioxide aggregate • Sealer • Obturation • Guttapercha • Xray • Dental dam • Rubber dam • Working length • Root Canal Preparation • Smear layer • Devitalization • Root anatomy • Irrigant AND sodium hypochlorite • Irrigant AND EDTA • Irrigant AND chlorhexidine • Irrigant AND extrusion • Irrigant AND ultrasonics • Irrigant AND ultrasonic activation • Ultrasonic activation • Post-endodontic restoration • Post-endodontic filling • Success rate • Temporary filling • Single-visit treatment • Multiple-visit treatment • NiTi • Pulpitis • Pulp necrosis • Apical periodontitis • Apical osteolysis • Symptomatic apical periodontitis • Root canal anatomy 	<p>AND (endodontics[MeSH Terms] OR dentistry[MeSH Terms] OR dental pulp[MeSH Terms] OR root canal therapy[MeSH Terms] OR dental pulp disease[MeSH Terms] OR dental pulp necrosis[MeSH Terms] OR pulpitis[MeSH Terms] OR tooth, nonvital[MeSH Terms] OR periapical periodontitis[MeSH Terms] OR periapical abscess[MeSH Terms] OR radicular cyst[MeSH Terms] OR dental pulp cavity[MeSH Terms] OR anatomy[MeSH Terms] OR diagnosis[MeSH Terms] OR diagnosis, oral[MeSH Terms] OR diagnostic imaging[MeSH Terms] OR Sensitivity and Specificity[MeSH Terms] OR dental pulp test[MeSH Terms] OR radiography, dental [MeSH Terms] OR radiography, dental, digital [MeSH Terms] OR electric impedance[MeSH Terms] OR rubber dams[MeSH Terms] OR root canal preparation[MeSH Terms] OR dental instruments[MeSH Terms] OR root canal filling materials[MeSH Terms] OR root canal obturation[MeSH Terms] OR gutta-percha [MeSH Terms] OR root canal irrigants[MeSH Terms] OR antibacterial agents[MeSH Terms] OR sodium hypochlorite[MeSH Terms] OR smear layer[MeSH Terms] OR chlorhexidine[MeSH Terms] OR chelating agents [MeSH Terms] OR citric acid[MeSH Terms] OR Edetic acid[MeSH Terms] OR calcium hydroxide[MeSH Terms] OR disinfection[MeSH Terms] OR therapeutic irrigation[MeSH Terms] OR Ultrasonic Therapy[MeSH:Noexp.] OR Dental restoration, permanent [MeSH Terms] OR treatment outcome [MeSH Terms] OR long-term outcome[MeSH Terms] OR dentition, permanent[MeSH Terms] OR) NOT (dentistry, pediatric[MeSH Terms] OR tooth, deciduous[MeSH Terms] OR deciduous dentition[MeSH Terms] OR animals [MeSH Terms])</p>	<p>[sb]</p>

10.2 Anhang 2: Begründung für den Ausschluss systematischer Übersichtsarbeiten

Studie	Begründung für den Ausschluss
Chang et al. (2016) [199]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Bruno et al. (2014) [200]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Garala et al. (2011) [201]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Kato et al. (2014) [202]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Jafarzadeh et al. (2007) [203]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Pedrazzi et al. (2008) [204]	Es konnten keine RCT's gefunden werden
Pedrazzi et al. (2010) [205]	Es handelt sich um die gleiche systematische Übersichtsarbeit wie die von [204]
Aminoshariae et al. (2015) [206]	Es konnten keine RCT's gefunden werden
Chu et al. (2015) [207]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Del et al. (2016) [208]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Ahn et al. (2016) [209]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Panitvisai et al. (2010) [210]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Law et al. (2004)[211]	Keine systematische Übersichtsarbeit; Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor

Rossi-Fedele et al. (2013) [212]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Pascon et al. (2009) [213]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Siddiqui et al. (2013) [214]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Sutherland et al. (2003) [215]	Es handelt sich um dieselbe systematische Übersichtsarbeit wie die von [116]
Estrela et al. (2009) [216]	Es konnte keine Primärstudie in die systematische Übersichtsarbeit aufgenommen werden
Estrela et al. (2008) [217]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Saatchi et al. (2014) [218]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Samiei et al. (2016) [219]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Veitz-Keenan et al. (2014) [220]	Ein Kommentar zu Cope et al. (2014)[221]
Yassen et al. (2013) [222]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Yaylali et al. (2015) [223]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Guivarc'h et al. (2017) [224]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Al Shwaimi et al. (2016) [225]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Agrawal et al. (2017) [226]	Keine systematische Übersichtsarbeit

Krastl et al. (2013) [227]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Chrepa et al. (2014) [228]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Boutsioukis et al. (2013) [229]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Katsamakis et al. (2013) [230]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Rossi-Fedele et al. (2012) [231]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Olsen et al. (2014) [232]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Tsisis et al. (2015) [233]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Mello et al. (2014) [234]	Ein Kommentar zu [118]
Venskutonis et al. (2014) [235]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Shahravan et al. (2007) [236]	Vom Autor erhielten wir die Information (Email), dass die eingeschlossenen Studien keine RCT's sind
Malhotra et al. (2013) [237]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Kim et al. (2010) [238]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Schaeffer et al. (2005) [239]	Vom Autor erhielten wir per Telefon die Information, dass die eingeschlossenen Studien keine RCT's sind
Rosen et al. (2016) [240]	Es wurden keine RCT's eingeschlossen
Lee et al. (2012) [241]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Basmadjian-Charles et al. (2002) [242]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Dietschi et al. (2008) [243]	Keine systematische Übersichtsarbeit (keine systematische Literaturrecherche und Darstellung der Daten erfolgte)
Sivers et al. (1992) [244]	Keine systematische Übersichtsarbeit

Kojima et al. (2004) [245]	Eine Meta-Analyse, basierend auf einer nicht aktuellen Literaturrecherche
Gillen et al. (2011) [246]	Es liegt -auch nach der Kontaktaufnahme mit den Autoren- keine ausreichende Info bezüglich der eingeschlossenen Studien vor
Torabinejad et al. (2006) [247]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Briggs et al. (1997) [248]	Keine systematische Übersichtsarbeit
Meschi et al. (2016) [249]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Ricketts et al. (2006) [250]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Torabinejad et al. (2007) [251]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Torabinejad et al. (2009) [252]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
DeFabbro et al. 2009 [145]	Keine Primärstudie konnte aufgenommen werden
Lin et al. 2007 [253]	Kein SR
Keenan et al. 2005 [254]	Update existiert von Fedorowicz et al. 2016
AlRahabi et al. 2019 [255]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Rasines et al. 2014 [256]	Ein-/Ausschlusskriterien stimmen nicht überein
Cope et al. (2014) [114]	Im Jahr 2018 wurde ein Update dieses SR erstellt
Fedorowicz et al. (2013) [257]	Im Jahr 2016 wurde ein Update dieses SR erstellt (Agnihotry et al. (2016))

AlShwaimi et al. (2016) [225]	Vom Autor erhielten wir per E-Mail die Information, dass die eingeschlossenen Studien keine RCT's sind
Figini et al. (2007) [133]	Im Jahr 2008 wurde ein Update dieses SR erstellt

10.3 Anhang 3: Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Aufbau eines systematischen Maps.....	25
Tab. 2: Anzahl veröffentlichter Literatur auf Pubmed zu dem Suchbegriff „endodontic therapy“.....	35
Tab. 3: Domänen und deren BEMA/GOZ Positionen.....	40
Tab. 4: PICOS-Formulierung.....	41
Tab. 5: Erläuterung Verzerrungsrisiken in der Primärliteratur.....	45
Tab. 6: Verteilung und Auflistung der SR in den Domänen und deren Details zu Versuchsgröße, Verzerrungsrisiko und Primärliteratur.....	53
Tab. 7: PRISMA Checkliste.....	57
Tab. 8: Bestimmung des Verzerrungsrisikos.....	61
Tab. 9: Ampelsystem modifiziert nach der Cochrane Collaboration.....	64
Tab. 10: Die Qualität der Evidenz nach GRADE.....	66
Tab. 11: Ziele und Hauptaussagen der Domänen.....	90
Tab. 12: Eruierte Wissenslücken der Domänen.....	92
Tab. 13: Bewertung der Domänen.....	118

10.4 Anhang 4: Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Evidenzbasierte Medizin.....	18
Abb. 2: Entscheidungsfindung in der Evidenzbasierten Zahnmedizin.....	19
Abb. 3: Evidenzleiter.	22
Abb. 4: Ein-/Ausschlusskriterien sowie untersuchte Endpunkte in den SR.....	42
Abb. 5: Prozess zur Literatursauswahl für das systematische Map dargestellt in einem Flussdiagramm.....	49
Abb. 6: Sensitivität und Spezifität endodontischer diagnostischer Maßnahmen dargestellt in einem Blasendiagramm.....	69
Abb. 7: Heilungsrate abhängig von verschiedenen MAF Größen.....	72
Abb. 8: Maß an Extrusion verursacht durch verschiedene Feilensysteme.....	73
Abb. 9: Schmerzinzidenz nach manueller, rotierender und reziproker Aufbereitung. .	74
Abb. 10: Einfluss von NaOCl und CHX auf das Bakterienwachstum.	77
Abb. 11: Einfluss systemischer Antibiotika auf den Analgetika-Bedarf.....	78
Abb. 12: Einfluss von Calciumhydroxid auf bakteriell besiedelte Wurzelkanäle.....	79
Abb. 13: Vergleich Wurzelkanalobturation mittels kalter lateraler Kondensation oder warmem Guttapercha.	81
Abb. 14: Gegenüberstellung der Misserfolgsrate direkter und indirekter post-endodontischer Versorgungen nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren.	84
Abb. 15: Postoperativer Schmerz nach single-/multiple-visit Behandlung.	87
Abb. 16: Erfolgsrate endodontischer Interventionen nach single-/multiple-visit Behandlungen.....	88
Abb. 17: Eine Übersicht der systematischen Übersichtsarbeiten und der Qualität der Evidenz der Domänen.....	119

11 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Corinna Nohl, geb. Kottkamp
Geburtstag	28. Juni 1987
Geburtsort	Düsseldorf
Familienstand	verheiratet

Berufserfahrung

Seit 07/2019	Angestellte Zahnärztin in der Zahnarztpraxis am Gürtel, Lindenthalgürtel in Köln
06/2016 – 03/2019	Angestellte Zahnärztin in der Zahnklinik „Welldent“ am Hansaring in Köln
01/2015-05/2016	Vorbereitungsassistentin in der Zahnklinik „Welldent“ am Hansaring in Köln
01-09/ 2014	Vorbereitungsassistentin im Zentrum für Zahngesundheit Dr. Hohl in Brauweiler

Studium

Juli 2013	Zahnärztliche Prüfung Approbation
März 2010	Zahnärztliche Vorprüfung
August 2008	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
Oktober 2007	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Charité, Universitätsmedizin, Berlin

Schullaufbahn

Juni 2006	Allgemeine Hochschulreife
August 1999 – Juni 2006	Hölty-Gymnasium Wunstorf

Promotion

2016-2018	Endodontisches Forschungsprojekt an der Universität zu Köln in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie bei Univ.-Prof. Dr. med. dent. M. J. Noack
April 2019	Beginn der Dissertation mit dem Thema „Ein systematisches Map systematischer Übersichtsarbeiten im Bereich endodontischer Diagnostik und Intervention“ bei Univ.-Prof. Dr. med. dent. M. J. Noack