

J. Lechner

2. Sind Wurzelbehandlungen sicher? - Kritische Stimmen zur Endodontie

2.1 Sind wurzelbehandelte und tote Zähne wirklich harmlos?

Zahnärzte haben gelernt, abgestorbene Zähne durch Wurzelfüllungen als mechanische Kauwerkzeuge zu erhalten. Verschiedenste endodontische Verfahren (= Wurzelkanal-Behandlungen) wurden entwickelt, um Millionen von entzündeten, absterbenden und toten Zähne zu retten. Es gibt aber genügend wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse aus der modernen Zahnheilkunde, die ein Überdenken notwendig machen. Auch die tägliche Praxis der WfZ scheint nicht ohne Tücken zu sein: Die Medizinischen Dienste der Krankenkassen (MDK) haben in 2012 rund 12.500 Gutachten zu vermuteten Behandlungsfehlern erstellt. Aus der aktuellen Behandlungsfehler-Statistik, die die Medizinischen Dienste zusammen mit dem Medizinischen Dienst des GKV-Spitzenverbands (MDS) im Mai 2013 in Berlin vorgestellt haben, geht hervor, dass die meisten Fehler bei der Wurzelbehandlung der Zähne auftraten, gefolgt vom Hüft- und Kniegelenksersatz: Bei 62,4 Prozent der Wurzelbehandlungen bewahrheiteten sich in Gutachten die Patienten-Anzeigen und damit die Fehlbehandlungen und Misserfolge.

Die Position der Wurzelkanal-Befürworter:

- Wurzelkanal-Behandlungen sind sicher für die Gesundheit, sofern sie erfolgreich waren.
- Das Röntgenbild gibt über den Erfolg genaue Auskunft.
- Seit dem Aufkommen der Antibiotika spielt die Lehre der Fokal-Infektion (= Fernwirkungen) keine Rolle mehr.
- Mit modernen Behandlungsmethoden sind Fernwirkungen wurzelbehandelter Zähne auszuschließen.

Die Position der Wurzelkanal-Kritiker:

- Wurzelkanal-Behandlungen können Ursache vielfältiger System- und Organ-Erkrankungen sein.
- Das Röntgenbild reicht zur Beurteilung dieser Systemwirkungen nicht aus.
- Bakterien können in endodontisch behandelten Zähnen überleben.
- Von wurzelgefüllten Zähnen können Giftwirkungen ausgehen.
- Von wurzelgefüllten Zähnen können immunologische Irritationen ausgehen.

2.2 Zeigt das Röntgenbild was wirklich vorgeht?

Das Kontroll-Röntgenbild ist bislang der einzige anerkannte Maßstab zur klinischen Beurteilung eines toten/wurzelgefüllten Zahnes. Daraus entwickelt sich die Frage:

Ist röntgenologische Unauffälligkeit tatsächlich ein Beweis für das Fehlen apikaler Entzündung? Ist die Abwesenheit eines röntgenologisch sichtbaren Prozesses, gleichbedeutend mit der Abwesenheit einer chronischen Entzündung? Und was sagen internationale Studien dazu?

Unter Berücksichtigung aller Parameter wie Länge, Homogenität und Aufbereitungsfehler und der Einteilung in „akzeptable“ (37,66 %) und „inakzeptable“ (62,33 %) Wurzelkanalfüllungen, ergab sich, dass zuletzt genannte Wurzelkanalfüllungen hoch signifikant mit apikalen Aufhellungen assoziiert waren. **Insgesamt zeigten 40,1 % aller WF Anzeichen einer chronischen apikalen Parodontitis [1].** Cosgarea et al schreiben 2010, dass bis heute keine evidenzbasierten röntgenologischen Parameter

vorhanden sind, die eine verlässliche Prognose perio-endodontaler Läsionen vor der Behandlung erlauben [2]. Huuomonen et al kommen zu dem Schluß, dass die Diagnose der chronischen apikalen Pperiodontitis eine komplexe Aufgabe ist, die durch etliche anatomische und biologische Variablen verwirrend ist. Röntgen ist dabei kein perfektes diagnostisches Mittel, teils, weil Röntgenbilder zweidimensionale Darstellungen von dreidimensionalen Strukturen sind und teils, weil bestimmte klinische und biologische Eigenschaften möglicherweise nicht in den radiografischen Darstellungen sich korrekt widerspiegeln [3]. Intraorale Röntgenbilder konnten in einer Untersuchung von Patel et al periapikale Periodontitiden nur in 24.8% der Fälle korrekt darstellen... Bei intra-oraler Radiographie behindern externe Faktoren (d.h. anatomische Unregelmäßigkeiten und schlechte Bestrahlungsgeometrie), die nicht der Steuerung des Klinikers obliegen, die Aufdeckung von periapikalen Prozessen [4]. Eine andere Studie erforschte die Wechselbeziehung zwischen den radiografischen und histologischen Überprüfungen von periapikalen Prozessen bei Hunden. Die Schlussfolgerung lautet, dass die Überprüfung mit Röntgenbildern nicht als ein Ersatz für histologische Prüfung angesehen werden konnte [5]. Der Gebrauch von herkömmlichen Röntgenbildern zur Aufdeckung von periapikalen Prozessen sollte wegen der hohen Möglichkeit der falsch-negativen Diagnose mit großer Sorgfalt erfolgt sein..., denn periapikale Prozesse wurden richtig in 54,5% der Fälle mit periapikalen Röntgenbildern und nur in 27,8% der Fälle mit Panorama-Röntgenbildern identifiziert [6]. Zu einem ähnlichen Resultat kommen Stavropoulos et al: Digitale Panorama-Rö-Bilder hatten eine Genauigkeit für apikale Läsionen in nur 23%, und eine diagnostische Genauigkeit von nur 39%, die konventionellen Röntgenbilder hatten 28% und 44% [7]. Green et al publizierten bereits 1997, dass von 19 erhobenen Befunden 5 (=26%) radiographisch unauffällig erschienen, aber dennoch histologische Entzündungszeichen zeigten. [8]. Eine Arbeit von Lin et al liest sich zusammenfassend: ...diese Gebiete enthielten häufig Bakterien und entzündetes oder nekrotisches Gewebe, obwohl die Wurzelkanalfüllung radiographisch makellos war. Darüber hinaus waren nicht alle periradikulären Entzündungen röntgenologisch diagnostizierbar und ein hoher Prozentsatz war asymptomatisch [9]. Die Ergebnisse einer Studie von Seltzer erhärten den Verdacht, dass wenigstens die Hälfte der Proben eine chronische periapikale Entzündung aufwies, wovon einige der Entzündungen in dem periapikalen Gewebsbereich erst 30 Monate später entdeckt wurden. Seltzer beruft sich auf übereinstimmende Untersuchungen von Brynolf (Odontol. Rev., 1967), der berichtete dass nur 7% der endodontisch behandelten Zähne vollständig ausheilten. In acht der 14 Proben (=57%) wurde Füllmaterial über den Apex hinaus gefunden. Diese Überfüllungen verursachten regelmäßig eine entzündliche Antwort [10]. Brisman et al fassen ihre Untersuchung so zusammen: 1. Ein unauffälliger Zahn der auf einer periapikalen Röntgenaufnahme normal erscheint, lässt üblicherweise den Schluss zu das die Wurzelbehandlung erfolgreich war. 2. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass auch wenn eine periapikale Region röntgenologisch unauffällig ist, unsichtbare Mikroorganismen vorhanden sein können. 3. Zahnärzte sind demnach nicht in der Lage die Sterilität einer Zahnwurzel festzustellen. 4. Deshalb kann durchaus ein unauffälliger endodontisch behandelter Zahn eine chronische Infektion beinhalten [11]. In 234 WfZ mit 268 Wurzeln wurden die Qualität der Wurzelkanalfüllung sowie das Ergebnis der Behandlung mit zweidimensionalen periapikalen Röntgenbildern und dreidimensionalen Volumentomogrammen 2 Jahre nach Behandlung kontrolliert. Beim Recall waren periapikale röntgenologisch aufgehellte Bereiche in 198 (74%) der WfZ auf zweidimensionalen periapikalen Röntgenbildern abwesend, bei den dreidimensionalen Volumentomogrammen aber nur bei 164 (61%) WfZ. Fazit: Nur 2 Jahre nach der WF zeigten in der genauen DVT-Technik 39% der WfZ chronischen Entzündungen an der Wurzelspitze [12]. Eine Studie an 83 Hundezähnen erbrachte – im Vergleich zu DVT – bei periapikalen Rö nur eine Treffergenauigkeit von 71% bei Vorliegen einer histopathologisch verifizierten Entzündung [13].

Es gibt eine nicht zu überblickende Zahl an wissenschaftlichen Publikationen zur Problematik der Röntgendiagnostik, die sämtlich zeigen, dass die – wie auch hier - allgemein verwendeten periapikalen Röntgenbilder (PA) zur Beurteilung des medizinischen Erfolgs einer WF-Behandlung

nicht geeignet sind: Sie sind zweidimensional und geben möglicherweise keine relevanten Information in den orthogonalen Ebenen [15]. Hierzu weitere Beispiele, denn das Kontroll-Röntgenbild ist der einzige Maßstab zur Beurteilung eines toten/wurzelgefüllten Zahnes. Ist die Abwesenheit eines röntgenologisch sichtbaren Prozesses, gleichbedeutend mit der Abwesenheit einer chronischen Entzündung? Was sagen internationale Studien dazu?

Studie 1: Röntgenologische und histologische Befunde an den Wurzelspitzen wurzelgefüllter Zähne bei Toten: Zusammenfassung: Von den 19 erhobenen Befunden erschienen 5 (=26%) radiographisch unauffällig, zeigten aber dennoch histologische Entzündungszeichen [16].

Studie 2: Zusammenfassung: „...diese Gebiete enthielten häufig Bakterien und entzündetes oder nekrotisches Gewebe, obwohl die Wurzelkanalfüllung radiographisch makellos war. Darüber hinaus sind nicht alle periradikulären Entzündungen röntgenologisch diagnostizierbar und ein hoher Prozentsatz ist asymptomatisch.“ [Lin et al., (1992). Journal of Endodontics 18:625-627].

Studie 3: Zusammenfassung: Die Ergebnisse dieser Studie erharteten, dass wenigsten die Hälfte der Proben eine chronische periapikale Entzündung aufwies, wovon einige der Entzündungen in dem periapikalen Gewebsbereich erst 30 Monate später entdeckt wurden. Unsere Untersuchungen stimmen überein mit denen von Brynolf (Odontol. Rev., 1967), der berichtete dass nur 7% der endodontisch behandelten Zähne vollständig ausheilten. In acht der 14 Proben (=57%) wurde Füllmaterial über den Apex hinaus gefunden. Diese Überfüllungen verursachten regelmäßig eine entzündliche Antwort. Unsere Beobachtungen bestätigen die von Brynolf, dass das apikale Hauptforamen selten mit dem röntgenologischen Apex des Zahnes übereinstimmt [10].

Studie 4: Zusammenfassung: 1. Ein unauffälliger Zahn der auf einer periapikalen Röntgenaufnahme normal erscheint lässt normalerweise den Schluss zu das die Wurzelbehandlung erfolgreich war. 2. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass auch wenn eine periapikale Region röntgenologisch unauffällig ist, unsichtbare Mikroorganismen vorhanden sein können. 3. Zahnärzte sind demnach nicht in der Lage die Sterilität einer Zahnwurzel festzustellen. 4. Deshalb kann durchaus ein unauffälliger endodontisch behandelter Zahn eine chronische Infektion beinhalten [11].

Studie 5: In unserer eigenen, nach allgemein gültigen Regeln wissenschaftlicher Sorgfalt erstellten und peer reviewed publizierten, Studie belegen umfangreiche Messungen der Röntgendichte, dass FDOK als Quelle von RANTES nicht mit herkömmlichen Röntgenbildern/OPGs zu erkennen ist. Komplementär ist eine Ultraschallmessung der Knochendichte (transalveoläre Ultraschallmessung TAU) zur Diagnose der FDOK anzuwenden [18].

Fazit: Da das Kontroll Röntgenbild - neben der subjektiven Beschwerdefreiheit des Patienten - der maßgebende Standard zur Bewertung einer WF ist, zeigen die zitierten Studien, dass

- röntgenologische Unauffälligkeit kein Beweis für das Fehlen apikaler Entzündungen ist.
- die Abwesenheit eines röntgenologisch sichtbaren Prozesses nicht gleichbedeutend ist mit der Abwesenheit von Bakterien in der WF und
- damit kein Beweis für die gesundheitliche Unschädlichkeit des WfZ.

2.3 Verbleiben nach Desinfektion und Aufbereitung Bakterien in den Dentinkanälchen von wurzelgefüllten Zähnen?

Zur optimalen Vorbeugung einer bakteriellen Reinfektion ist eine randdichte Wurzelfüllung erste Voraussetzung. In einer vergleichenden Studie untersuchten Wissenschaftler drei verschiedene Methoden der Wurzelfüllungen (WF) in Bezug auf ihre Undurchlässigkeit gegenüber Bakterien [19]. Zu diesem Zweck wurden 56 extrahierte menschliche Oberkieferfrontzähne durch Einlagerung in NaCl-Lösung vorbereitet. Die Aufbereitung, Reinigung und Desinfektion sämtlicher 17 mm langer Wurzelsegmente erfolgte unter dem Operationsmikroskop außerhalb des Mundes. Für die Kontrolle der Aufbereitungslänge und die Qualität der WF fertigten die Autoren Röntgenbilder an. Die Desinfektion erfolgte mit 17%iger EDTA- und 6,15%iger NaOCl-Lösung. Der provisorische Verschluss erfolgte immer mit Cavit.

Streptococcus mutans wurden angezüchtet und über ein duales Kammeresystem in Kontakt mit den Proben gebracht. Die WFs wurden nach drei unterschiedlichen Verfahren durchgeführt. ... Die Proben der Gruppe 1 wiesen die höchste Dichtigkeit auf. Nur bei 16,7% konnte zwischen dem 59. und 100. Tag die Penetration von S. mutans festgestellt werden. Bei den Proben der Gruppe 2 wurden zwischen dem 7. und 100. Tag alle Wurzelfüllungen penetriert (100%). Bei Verwendung von Guttapercha-Flow erfolgte die Besiedelung bei 50% der Wurzeln (22. - 100. Tag). Fazit: Wenn nach 100 Tagen bei 16,7%, 50% und 100%, aller Wurzelfüllungen eine Penetration von Streptococcus mutans auftritt dann müssen diese in den Tubuli enthalten sein: Trotz der optimalen Bedingungen einer WF-Versorgung außerhalb der Mundhöhle ist eine völlige Bakterienfreiheit nicht zu erreichen. Wenn bereits nach 100 Tagen die Bakterien die WF und den toten Zahn penetrieren, dann stellt sich die Frage wie umfangreich diese Besiedelung nach Jahren im Mund/Kiefer sein muss. Molander et al fanden in 68 WfZ 117 wiederauftauchende bakterielle Belastungen. In den meisten überprüften Fällen wurden ein oder zwei verschiedene Bakterienbelastungen gefunden. Fakultative anaerobe Spezies herrschten unter diesen Isolaten vor (69% der identifizierten Belastungen). Das bakterielle Wachstum wurde als „spärlich“ oder „sehr spärlich“ in 53%, und als „schwer“ oder „sehr schwer“ in 42% klassifiziert. Enterokokken waren bei 25 von 32 Fällen (78%) die am häufigsten festzustellenden Arten, die zusätzlich „starkes“ oder „sehr starkes“ Wachstum zeigten. In 11 Zähnen wurden keine Bakterien gefunden, während neun weitere WfZ 13 Bakterienstämme zeigten, von denen acht „sehr spärlich“ wuchsen [20].

Nair et al benutzten Licht- und Elektronenmikroskopie, um neun therapieresistente und asymptomatische menschliche periapikale Prozesse zu analysieren, die als Blockbiopsien während der chirurgischen Behandlung der betroffenen Zähne entfernt worden waren. Sechs der neun Biopsien wiesen Mikroorganismen im apikalen Wurzelkanal auf. Vier enthielten eine oder mehrere Spezies Bakterien und zwei enthielten Hefen. Von den vier Fällen, in denen Bakterien gefunden wurden, konnten diese nur in einer Biopsie durch Lichtmikroskop gefunden werden. In den anderen drei Biopsien konnte die bakterielle Anwesenheit erst nach wiederholter elektronenmikroskopischer Prüfung des apikalen Wurzelkanals durch Serienschrittausschnitttechnik bestätigt werden. Unter den drei Fällen, in denen keine Mikroorganismen angetroffen werden konnten, zeigte ein Fall histopathologische Eigenschaften eines Riesengranulom Zelle eines Fremdkörpers.

Fazit: Diese Ergebnisse legen nahe, dass in der Mehrzahl von WfZ mit therapieresistenten periapikalen Erscheinungen Mikroorganismen möglicherweise fortbestehen und eine bedeutende Rolle in den Fehlschlägen der Wurzelbehandlungen spielen [21].

Der Zweck einer Studie von Fabricius et al war zweifach: Zuerst sollte der Einfluss auf die Heilung der periapikalen Gewebe bestimmt werden, wenn ausgewählte Bakterienstämme und Kombinationen davon nach WF verbleiben; und zweitens sollte das Verhältnis von Qualität der WF zur Heilung

bestimmt werden. Bei acht Affen wurden 175 Wurzelkanäle mit Kombinationen von vier oder fünf Bakterienstämmen angesteckt und mit radiografisch überprüfter Wurzelspitzenperiodontitis wurden diese endodontisch behandelt, bakteriologisch kontrolliert und dauerhaft verschlossen. Nach 2 – 2,5 Jahren wurden die periapikalen Gebiete radiografisch und histologisch überprüft. Von diesen Zähnen wurden 48 Wurzelkanäle auch auf Bakterien überprüft, nach Entfernung der Wurzelfüllungen. Wenn nach WF Bakterien verblieben, zeigten 97% der Wurzelkanäle nicht geheilte periapikale Läsionen, verglichen mit 18%, bei denen keine Bakterien gefunden wurden. Wenn keine Bakterien verblieben, traten Heilungen auf, unabhängig von der Qualität der WF [22]. Von den 8743 Wurzeln einer Studie von Boucher et al waren 23% wurzelgefüllt. Ein annehmbarer Standard der WF-Behandlung wurde in 21% gefunden, wobei 16% dieser Fälle mit periapikaler Parodontitis verbunden waren. In den Wurzeln mit unannehmbaren WF, zeigten 27% eine periapikale Pathologie. Einen Wurzelstift hatten 26% der WF Kanäle, von denen 29% periapikale Pathologien zeigten. Eine intrakoronale Wiederherstellung existierte in 30% der gefüllten Wurzeln, von denen 22% eine periapikale Pathologie zeigten. Eine extrakoronale WF zeigten 60%, von denen 24% radiografische Zeichen der periapikalen Pathologie hatte. Die restlichen 10% der WfZ, die keine Kronenwiederherstellung hatten, hatten periapikale Pathologien in 33%. Mindestens eine periapikale Pathologie zeigten 63% der Patienten. Fazit: Nur in 21% der WF wurde ein „annehmbare Standard“ gefunden; es waren demnach 4 von 5 WF nicht ordentlich gefüllt. Auch bei den 21% „ordentlich gefüllten Zähnen“ hatten 16% eine röntgenologisch sichtbare Entzündung an der Wurzelspitze. Insgesamt hatten von 2010 (=23%) WF Zähnen 63% mindestens eine periapikale Läsion [23]. In einer Studie von Pommel et al wurde ein flüssiges Filtrationssystem benutzt, um Microleakagen an Wurzelspitzen zu vergleichen, die mit dem system B™ Endodontic Cordless Obturation System, Einzelkegeltechnik, seitlicher Kondensation, vertikaler Kondensation und Thermafil gefüllt wurden. Nach der Präparation der Kanalsysteme mit einem einheitlichen Profil, wurden fünf Gruppen von 10 einwurzeligen Zähnen nach dem Zufall entsprechend mit einer der 5 Techniken gefüllt. Phosphatgepuffertes Salzwasser wurde unter einem Druck von 15 cm Wassersäule durch die Spitze, in Richtung koronaler Anteil der Wurzel gepresst. Der notiert, Nach den WFs und nach 1-monatiger Lagerung in phosphatgepuffertem Salzwasser, wurde die Filtrationsrate über 24 h gemessen. Die 24 h-Ergebnisse zeigten, dass die Einzelkegeltechnik die höchste Sickerrate lieferte ($p = 0,001$). Thermafil und vertikale Kondensation hatten weniger Durchsickern als die zwei anderen Techniken ($p = 0,0001$): Seitliche Kondensation produzierte mäßiges Spitzendurchsickern, während die Einzelkegeltechnik das höchste Durchsickern zeigte. Fazit: Unabhängig von der Technik erhöhte sich die Sickerrate an den Wurzelspitzen nach 1-monatiger Lagerung [24]. Debelian et al. [25]. benutzten phenotypische und genetische Methoden, um in den Blutkreislauf während und nach endodontischer Behandlung freigelassene Mikroorganismen, zu ihrer vorausgesetzten Quelle, dem Wurzelkanal zu verfolgen. Mikrobiologische Proben wurden von den Wurzelkanälen bei 26 Patienten mit asymptomatischer apikaler Wurzelhautentzündung von einwurzeligen Zähnen genommen. Während und 10 Minuten nach endodontischer Therapie wurde von den Patienten Blut entnommen. Alle Wurzelkanäle enthielten anaerobe Bakterien: In Gruppe 1, wo die ersten drei Wurzelkanalerweiterer 2 mm über das apical foramen des Zahns hinausgeführt wurden, *Propionibacterium acnes*, *Peptostreptococcus prevotii*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia* und *Saccharomyces cerevisiae* konnten im Blut kultiviert werden. In Gruppe 2, wo die Instrumentation innerhalb des Wurzelkanals endete wurden *P. intermedia*, *Actinomyces israelii*, *Streptokokkus intermedius* beendet, und *Streptokokkus sanguis* vom Blut isoliert.

In einer Arbeit mit dem leicht frustrierten Titel „Trotz Qualitäts- und Technologieschub: Seit 20 Jahren keine Verbesserung“, zeigen Eckerbom et al, dass obwohl die Qualität der Wurzelkanalfüllungen in den vergangenen 20 Jahren zunahm, keine Verbesserung des periapikalen Status wurzelkanalbehandelter Zähne ermittelt werden konnte. Sie hatten eine schwedische Population nach 20 Jahren erneut untersucht, um Veränderungen bei der Prävalenz (oder

Krankheitshäufigkeit) endodontischer Behandlungen und apikaler Parodontitiden zu ermitteln. Die Autoren folgern, dass keine Verbesserung bei der Gesundheit der periradikulären Strukturen eingetreten ist. Die Prävalenz wurzelkanalbehandelter Zähne nahm von 13,9 auf 17,7 Prozent signifikant zu. Außerdem zeigte sich bei Zähnen, die mit einer apikalen Parodontitis assoziiert waren, ein signifikanter Zuwachs von 3,3 auf 6,8 Prozent. Während des Untersuchungszeitraums stieg sowohl bei wurzelkanalbehandelten Zähnen als auch bei Zähnen ohne endodontische Behandlung die Häufigkeit apikaler Parodontitiden. Während des Untersuchungszeitraums wurden 364 der ehemals 2.825 Zähne extrahiert. Obwohl die Qualität der Wurzelkanalfüllungen signifikant verbessert werden konnte (Fülltiefe <2 mm Entfernung vom Apex, keine erkennbaren Hohlräume apikal der WKF), nahm der Anteil apikaler Läsionen in Verbindung mit wurzelkanalgefüllten Zähnen von 17,3 auf 21,4 Prozent zu [26]. Ebenso enttäuschend ist die Feststellung, dass Enterokokkus faecalis praktisch alle Desinfektionen überlebt: Enterokokkus faecalis wird zum Maßstab für die Eignung von Desinfektionsmitteln für den Wurzelkanal — und zum Problemkeim der Endodontologen [27]. Die Spülung infizierter menschlicher Wurzelkanäle mit ozonisiertem Wasser, 2,5% NaOCl oder 2% Chlorhexidin sowie die Anwendung von gasförmigem Ozon waren nicht ausreichend, um Enterokokkus faecalis auszuschalten. Die getesteten Schneidezähne wurden 20 Minuten lang mit 50 ml pro Minute von koronal nach apikal mit den Lösungen gespült bzw. 20 Minuten lang dem Ozon ausgesetzt. Keine der getesteten Agenzien zeigte einen nachhaltigen antimikrobiellen Effekt gegen Enterokokkus faecalis. Dass Anaerobier obligat in die tiefen Schichten des Wurzelkanalentin eindringen zeigen Ando und Hoshino. In den tieferen Schichten von infizierten Wurzelkanälen wurden Bakterien entdeckt ungefähr 0,5 bis 2mm jenseits der Wurzelkanal-Dentingrenze. Wenn jedoch Bakterien in den tieferen Schichten des Wurzelentins verbleiben ist es möglich, dass diese in die periapikale Region hinauswandern und dort Komplikationen verursachen [28]. Die klinische Studie von Shuping an der University of North Carolina untersucht die Bakterienreduktion in Wurzelkanälen, die mit rotierenden NiTi-Instrumenten aufbereitet und mit 1,25%iger NaOCl-Spülung gereinigt wurden. Zusätzlich wurde der antibakterielle Effekt einer Kalziumhydroxid-Einlage (mehr als eine Woche) getestet. Bekannt ist, dass die apikale Parodontitis durch die Bakterien im Wurzelkanalsystem verursacht wird. Die Elimination oder weitreichende Reduktion der Bakterien als Ziel einer endodontischen Therapie ist somit selbstverständlich. Die Literatur zeigt, dass Wurzelkanäle, die nach einer negativen Bakterienkultur gefüllt wurden, eine Erfolgsquote von 95% aufweisen. Kanäle, die noch eine positive Bakterienkultur aufwiesen, zeigten nur eine 68%ige Erfolgsquote. In vorangegangenen Studien konnten die Autoren zeigen, dass eine maschinelle NiTi-Instrumentation der Wurzelkanäle die Zahl der Bakterien auf den ersten Blick reduzieren kann, aber keine Bakterienfreiheit der Kanäle erzeugt. Deshalb sollte hier die zusätzliche Spülung mit 1,25%iger NaOCl-Lösung und die medikamentöse Einlage mit Kalziumhydroxid untersucht werden. In dieser Studie zeigten die Kanäle nach der Kanalaufbereitung und NaOCl-Spülung zu 61,9% ein negatives Bakterienwachstum und 40% der Kanäle enthielten noch Keime. Eine Obturation dieser Kanäle hätte wenig Aussicht auf einen endodontischen Erfolg [29].

Fazit: Die zitierten Studien zeigen übereinstimmend, dass

- die augenblicklich angewandten Methoden der Desinfektion wie sie heute in der Zahnheilkunde verwendet werden sind nur in begrenztem Umfang in der Lage Bakterien abzutöten, die in den Dentinkanälchen von infizierten Zähnen sitzen.
- es daher immer Bakterien in den Dentintubuli von WfZ vorhanden sind.
- ein hoher Prozentsatz der WfZ infiziert ist, zunehmend abhängig von der Dauer der bestehenden WF.
- alle WfZ über einen bestimmten Zeitraum Träger von chronischen Infektionen werden können.
- es nur sehr eingeschränkt möglich ist, totes Gewebe in Wurzelkanälen unter sterilen Bedingungen zu halten, um das Wachstum von Bakterien zu verhindern.

2.4 Können wurzelgefüllte Zähne ein Risiko für die systemische Gesundheit des Patienten darstellen?

Die Theorie der Fokal-Infektion (=Streuung von Bakterien) spielte von 1900 bis 1937 eine dominierende Rolle in der Medizin und führte dazu, dass wurzelgefüllte/tote Zähne häufig kompromisslos extrahiert wurden. Im Verlauf der folgenden Jahrzehnte verbesserte sich die antibiotische und endodontische Therapie und innerhalb der Zahnärzteschaft entwickelte sich eine mehr kritiklose Haltung zur Fokalinfection. Jedoch der neueste Fortschritt in der mikrobiologischen Identifizierung und die Möglichkeit Bakterien zurück zu ihrem Ursprung im Kieferbereich zu verfolgen, haben zu einem wiedererwachten Interesse und einer kritischen Haltung über Bakterien-Streuung und ihre systemischen Risiken geführt. Es ist erkannt worden, dass besonders entzündliche Zahnfleischerkrankungen den Verlauf und das Krankheitsbild einer Anzahl von systemischen Krankheiten wie kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes mellitus und niedriges Geburtsgewicht beeinflussen können. Diese sogenannten Subgingivalen Biofilme bilden eine enorme und kontinuierliche bakterielle Last. Sie stellen ein sich ständig erneuerndes Reservoir von gram-negativen Bakterien dar, die jederzeit Zugang zum Blutkreislauf haben. Systemische Herausforderung durch gramnegative Bakterien oder Bakterien-Endotoxine, die als deren Zerfallsprodukte in Form von Lipopolysacchariden (LPS- Endotoxin) freigesetzt werden führt größere systemische Reaktionen herbei: LPS vermehrt endotheliale Zelladhäsionsmoleküle und Sekretion von Interleukin -1 (IL -1), Tumornekrosenfaktor alpha (TNF-alpha) und Thromboxane, was zu Plättchenansammlung und -anhaftung, Formung von lipidbeladenen Schaumzellen und Ablagerungen von Cholesterin und Cholesterinestern führt, was sämtlich massive Risikofaktoren für Herz- und Kreislauferkrankungen mit sich bringt. Im Gegensatz zu den Bakterien, aus denen sie stammen, sind Endotoxine sehr hitzestabil und überstehen sogar die Sterilisation.

Das entzündete Periodontium dient auch als Zytokin-Reservoir: Die proinflammatorischen Zytokine TNF-alpha, IL-1, Interferon gamma (IFNg) als auch Prostaglandin E2 (PGE2) erreichen hohe Zellkonzentrationen bei Zahnfleischentzündungen. Das Periodontium kann deshalb als ein sich ständig erneuerndes Reservoir für einen Überschuss dieser Mediatoren dienen, welche in den Blutkreislauf übertreten und systemische Wirkungen herbeiführen oder aufrechterhalten können. IL -1 fördert Koagulation und Thrombose und retardierte Fibrinolyse und leistet damit Herz-Kreislauferkrankungen Vorschub. Wenn daher Übereinstimmung darin besteht, dass Mundbakterien systemische Erkrankungen verursachen können, dann können auch mikrobielle Belastungen aus WfZ als chronische Belastungsfaktoren angesehen werden. Sie können immunologische Sensibilisierungen auslösen, zellschädigende Toxine und giftige Stoffwechselprodukte in andere Bereiche des Körpers verbreiten und dadurch gesamtgesundheitliche Probleme auslösen.

Eine Studie von Li et al zeigt den Status von oralen Infektionen als kausalen Faktor für systemische Krankheiten. Drei Mechanismen verbinden orale Infektionen mit systemischen Nebenwirkungen: 1. Eine metastatische Verbreitung der Infektion von der Mundhöhle in Folge einer vorübergehenden Bakteriämie. 2. Eine metastatisch sich ausbreitende Belastungen durch orale mikrobielle Toxine. 3. Von oralen Mikroorganismen herbeigeführte immunologischer Entgleisungen, die die Empfänglichkeit des Wirts für systemische Krankheit als gemeinsame Risikofaktoren beeinflussen können [30]. Debelian fand am Wurzelende toter Zähne mindestens 150 verschiedene Bakterienarten, vorherrschend anaerobe Bakterien [31]. Quintessence International ist ein weltweit respektiertes Publikationsorgan. Darin wird 1997 festgestellt: "Die nachteiligen Auswirkungen von fokalen Infektion auf die allgemeine Gesundheit ist seit Jahrzehnten bekannt. Chronische

zahnmedizinische Infektion verschlechtern möglicherweise die Zustand von medizinisch vorbelasteten Patienten“ [32].

Das grundlegende Problem besteht darin, dass die Zähne über eine Mundepithelmembran als Verbindung zwischen der bakteriologisch sterilen Innenwelt des Kieferknochens und der bakteriologisch schwer durchsetzten Umwelt des Mundes dienen. Krankheiten in der Zahnpulpa breiten sich unveränderlich durch das Wurzelspitzenforamen in den umgebenden Knochen aus, womit weitere Probleme verursacht werden [33]. Eine Diskussion über die Dimension und gesundheitliche Relevanz dieser „weiteren Probleme“ findet allerdings nicht statt. Der WfZ, dessen Pulpa entfernt wird, ist anfälliger für bakterielle Infektion als ein Zahn mit einer gesunden Zahnpulpa: Eine neue Untersuchung über die Keimbesiedlung in Dentinkanälchen von menschlichen Zähnen mit oder ohne lebensfähige Pulpa hat gezeigt, dass Zähne mit Pulpa gegen Keimbesiedlung in den Dentinkanälchen viel beständiger sind, als Zähne mit WF [34]. In diesen sind Bakterien in der Lage, einzudringen und das Wurzelkanalsystem in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum zu erreichen. Folglich spielt die Pulpa eine wichtige Rolle in diesem Verteidigungsprozeß. In den Zähnen mit Pulpen werden die Dentinkanälchen durch Dentinflüssigkeit und odontoblastische Prozesse ausgefüllt, die sich möglicherweise in Verbindung als ein positiv geladenes Hydrogel verhalten [35, 36]. Das Hydrogel ist zum Festnehmen vieler Bakterien fähig, die in die Pulpa kommen. Der nach Aussen gerichtete Flüssigkeitsdruck der Dentinflüssigkeit ist zur Verteidigung der Pulpa gegen den Eintritt von schädlichen Stoffen wichtig, weil er die Rate beeinflusst, mit der sich giftige Substanzen aus dem Mund in die Dentintubuli verbreiten [37, 38]. Wurzelspitzenkanal kann eine kritische Menge an Mikroorganismen beinhalten, die eine periradikuläre Entzündung aufrechterhalten würden. Allerdings haben die meisten Autoren gefunden, dass es in der Frage der Spitzenerweiterung keinen Unterschied in der Ausheilung gab. Denn größere Spitzenerweiterungen erhöhen den Abbau des infizierten inneren Dentins. Es ist aber bekannt, dass Spülmittel einen größeren antibiotischen Effekt auf oberflächlichen als auf tiefliegendes Dentin haben [39]. Ein anderes Problem mit allen Formen der mechanischen Instrumentierung ist, dass Rückstand von infiziertem Dentin durch das Ende der Wurzel gepresst werden kann. Während der Instrumentierung wird infizierter Dentinrückstand produziert, der sich möglicherweise innerhalb des Spitzenkanals ansammelt oder in das periapikale Gewebe verdrängt wird. Dieser Überstand schließt totes Gewebe, Bakterien und ihre Giftstoffe mit ein, was diesen erlaubt, sich im Rest des Körpers zu verbreiten. Yusuf stellt in seiner Untersuchung fest, dass Verdrängung des Rückstands in die periapikalen Gewebe möglicherweise eine Rolle im Aufflackern von Fehlschlägen spielt [40].

Fazit: Wenn die WF-Behandlung über den Apex hinaus infiziertes Gewebe einbringen kann, dann können auch Überpressungen des Wurzelfüllmaterials vorkommen, die apikale Infektionen verstärken, verlängern oder Ausheilungen verhindern. Dann kombiniert sich – röntgenologisch deutlich darstellbar – diese periapikale Infektion mit dem Fremdkörper des überpressten WF-Materials.

2.5 Ausblick

1. Es ist offensichtlich nicht 100%ig möglich, aus einem abgestorbenen Zahn alles nekrotische Gewebe zu entfernen und diesen langfristig völlig zu sterilisieren.
2. Aller Wahrscheinlichkeit nach beherbergen demnach viele wurzelgefüllte Zähne Bakterien. Sowohl die Anwesenheit der Bakterien im Zahn, als auch die Toxine, die diese Bakterien über ihren Stoffwechsel abgeben, könnte die Gesundheit des Patienten beeinträchtigen.

3. Da ein Röntgenbild weder immunologische Reaktionen noch zellschädigende Toxine zeigen kann, wäre es wünschenswert, Methoden zu entwickeln, die begleitende Reaktionen von WfZ einer medizinischen Bewertung und Indikation zugänglich machen.
4. In einem ersten Schritt wäre es – ergänzend zur Röntgendiagnose - wünschenswert, wurzelgefüllte Zähne nach der Menge der lokal in ihnen enthaltenen Gifte aus dem Bakterienstoffwechsel differenzieren und diagnostizieren zu können.
5. In einem zweiten Schritt wäre es wünschenswert, die in WfZ häufig vorhandenen Toxine nach der Art und Intensität ihrer systemisch- immunologischen Sensibilisierung differenzieren und diagnostizieren zu können.
6. In einem dritten Schritt wäre es wünschenswert, die in WfZ häufig vorhandenen Toxine nach Art und Intensität ihrer systemisch-toxischen Blockade wichtiger Stoffwechselfvorgänge differenzieren und diagnostizieren zu können.
7. In einem vierten Schritt wäre es wünschenswert, individuelle Unverträglichkeit und Toxizität von Wurzelfüllmaterialien und Medikationen der Wurzelbehandlung labortechnisch zu überprüfen.

Wenn Giftstoffe und Bakterien aus WfZ Krankheit in anderen Körperteilen verursachen können und möglicherweise belastende Effekte haben können, ist es überraschend, dass auch die nur flüchtige Erwähnung von Konsequenzen von WfZ im Körper in der Zahnmedizin unterbleibt. Das einzige Interesse im Verlauf einer Wurzelbehandlung an der Krankengeschichte des Patienten besteht im Hinblick auf die –ausschließlich mit unsicheren röntgenologischen Methoden kontrollierte - lokale Ausheilung und auf Schmerzreduktion. Es gibt nur eine minimale Diskussion über die Wirkungen der WF-Therapie auf die Körpergesundheit, noch gibt es eine rückwirkende Prüfung der Gesundheit vor und nach Wurzelbehandlung.

Literatur

1. Roloff A. Untersuchung der Prävalenz der Parodontitis apicalis in einer Berliner Population und des Einflusses der Qualität von Wurzelkanalfüllungen sowie von Deckfüllungen auf das apikale Parodont. docserv.uni-duesseldorf.de (2006).
2. Cosgarea R, Rohde S, Gaudino C, Heiland S, Kim T. Visualization of combined perio-endo lesions by means of MRI. Int. Poster J Dent Oral Med 12 (2010), Nr. 3.
3. Huumonen S, Örstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. Endodontic Topics 2002, 1, 3–25.
4. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Ford P. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. International Endodontic Journal, 42, 507–515, 2009.
5. Ford T.R.P. The radiographic detection of periapical lesions in dogs. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Volume 57, Issue 6, June 1984, Pages 662–667.
6. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for Detection of Apical Periodontitis. JOE Volume 34, Number 3, March 2008.
7. Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. Clinical Oral Investigations March 2007, Volume 11, Issue 1, pp 101-106.
8. Green et al. Radiographic and histological periapical findings of root canal treated teeth in cadaver. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. (1997); 83: 707-71.
9. Lin et al. Factors associated with endodontic treatment failures. Journal of Endodontics (1992); 18: 625-627.

10. Seltzer S. Long-term radiographic and histological observations of endodontically treated teeth. *J. Endod.* (1999); 25: 818-822.
11. Brisman D, Brisman A, Moses M. Implant failures associated with asymptomatic endodontically treated teeth. *JADA* (2001); 132: 191-195.
12. Liang Y.H, Li G, Shemesh H, Wesselink P, Wu M. The association between complete absence of post-treatment periapical lesion and quality of root canal filling. *Clin. Oral Investig.* 2012 December 16(6): 1619–1626.
13. de Paula-Silva FW. et al., Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J. Endod.* 2009 Jul; 35(7): 1009-12.
14. Rogers, T. J., Peterson, P. K. (2003) Opioid G protein-coupled receptors: signals at the crossroads of inflammation. *Trends Immunol*; 24: 116-121.
15. Patel S., Dawood A, Mannocci F., Wilson R., Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int. Endod J.* 2009; 42: 507–515.
16. Green et al., (1997). Radiographic and histological periapical findings of root canal treated teeth in cadaver. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 83: 707-711.
17. Samuel Seltzer, B.A., D.D.S. Department of Endodontology, School of Dentistry, Temple University, Philadelphia, PA: *Journal of Endodontics* (1999); 25: 818-822.
18. Lechner, J. Validation of dental X-ray by cytokine RANTES – comparison of X-ray findings with cytokine overexpression in jawbone. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2014; 6: 71–79.
19. Monticelli, F. et al.: Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in prevention bacterial leakage. *Journal of Endodontics* (2007); 33: 310-313.
20. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal* (1998); Vol 31: 1, 1–7.
21. Nair R, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: A long-term light and electron microscopic follow-up study, *Journal of Endodontics*, (1990); 16: 12, 580-588.
22. Fabricius L, Dahl G, Sundqvist G, Happonen R-P, Möller A. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci* (2006); 114: 278–285.
23. Boucher Y, Matossian L, Rilliard F, Machtou P: Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a French subpopulation. *International Endodontic Journal* (2002); 35: 3, 229–238.
24. L, Camps J. In Vitro Apical Leakage of System B Compared with Other Filling Techniques, *Journal of Endodontics* (2001); 449-451.
25. Debelian, G. J., I. Olsen, and L. Tronstad. 1998 Anaerobic bacteremia and fungemia in patients undergoing endodontic therapy: an overview. *Ann. Periodontol.* 3: 281-287.
26. Eckerbom M, Flygare L, Magnusson T. A 20-year follow-up study of endodontic variables and apical status in a Swedish population; *Int Endod J* (2007) 40: 940-948.
27. Estrela C, Estrela CR, Decurcio DA, B Hollanda AC, Silva-Estrela J. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals; *Int Endodontic J* (2007) 40: 85-93.
28. Ando N, Hoshino E. Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentin. *International Endodontics Journal* (1990); 23: 20-27.
29. Shuping G. B, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of Intracanal Bacteria Using Nickel- Titanium Rotary Instrumentation and Various Medications. *Jourl of Endodontics* (2000); 26: 751-755.

30. Shuping G. B, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of Intracanal Bacteria Using Nickel - Titanium Rotary Instrumentation and Various Medications. *Jourl of Endodontics* (2000); 26: 751-755.
31. Debelian et al., (1994). Systemic diseases caused by oral microorganisms. *Endod. Dent. Traumatol.* 10: 57-65.
32. Meurman JH Dental infections and general health. *Quintessence Int* (1997 Dec) 28(12): 807-11)
33. Walsh L. Serious complications of endodontic infections: some cautionary tales. *Aust Dent J* 1997; 42: 156-159.
34. Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu Hj, Iwamoto Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endod* 1995; 21: 70-73.
35. Linden LA, Kallskog O, Wolgast M. Human dentine as a hydrogel. *Arch Oral Biol* 1995; 40: 991-1004.
36. Vongsavan N, Matthews B. The permeability of cat dentine in vivo and in vitro. *Arch Oral Biol* 1991; 36: 641-646.
37. Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Arch Oral Biol* 1994; 39 Suppl.: S.87-S.95.
38. Vongsavan N, Matthews B. Fluid flow through cat dentine in vivo. *Arch Oral Biol* 1992; 37: 175-185.
39. Vahdaty A et al. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endod Dent. Traumatol* 1993; 9: 243-248.
40. Yusuf H. The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1982: 54; 566-574.