

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Zahnerhaltung
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. H. R. Ott -

**Der Einfluss der postendodontischen Restauration auf das
Überleben posteriorer Zähne in situ**

- Eine retrospektive Studie über 10 Jahre -

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des doctor medicinae dentium
der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
Kathrin Nykiel
aus Herten

2010

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Wilhelm Schmitz

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Till Dammaschke

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Carsten Lippold

Tag der mündlichen Prüfung: 26.03.2010

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. H. R. Ott
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Till Dammaschke
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Carsten Lippold

ZUSAMMENFASSUNG

Kathrin Nykiel

Der Einfluss der postendodontischen Restauration auf das Überleben posteriorer Zähne in situ

- Eine retrospektive Studie über 10 Jahre -

Diese retrospektive Studie soll den Einfluss der postendodontischen Versorgung auf das Frakturverhalten und den Verbleib der posterioren Zähne in situ untersuchen.

In den Jahren 1990 - 1999 wurden 1033 endodontisch behandelte posteriore Zähne in der Zahnklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster mit prothetischen oder konservierenden Maßnahme versorgt. Von den 1033 Fällen konnten 676 in dieser Studie nachuntersucht werden.

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wurden aus den erfassten Daten die absolute und relative Häufigkeit, Mittelwert, Minimal- und Maximalwert sowie Standardabweichung ermittelt. Die binäre logistische Regressionsanalyse errechnete die Variablen, welche statistisch signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate ($p \leq 0,05$) hatten. Überlebenszeitanalysen für einzelne Variablen wurden mit der Kaplan-Meier-Methode erstellt und ihre Abhängigkeit durch den Chi-Quadrat-Test überprüft.

Insgesamt überlebten 86,2 % der evaluierten Fälle den Beobachtungszeitraum von durchschnittlichen 9,7 ($\pm 2,8$; Minimalwert: 5 Jahre) Jahre in situ. Die statistische Überlebenswahrscheinlichkeit aller Zähne lag bei 13,6 ($\pm 0,2$) Jahren. Patienten- und zahnspezifische Variablen hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben in situ. Die Versorgungsart, und bei Füllungsmaterialien die Kavitätengröße, hatten statistisch signifikanten Einfluss ($p \leq 0,05$). Alle mit Teilkronen versorgte Zähne verweilten in situ, Trepanation durch Kronen oder Brückenanker erzielten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 15,3 ($\pm 0,4$) Jahren, Kronen- und Brückenprothetik erreichten 14,0 ($\pm 0,3$) Jahre, gegossene Stiftaufbauten 13,9 ($\pm 0,2$) Jahre, Komposit-Füllungen 13,4 ($\pm 0,5$) Jahre, konfektionierte, metallische Stifte 12,7 ($\pm 0,6$) Jahre, Amalgamfüllungen 11,8 ($\pm 0,6$) Jahre und Glasionomer-Zement-Füllungen erreichten Werte von 6,6 ($\pm 0,5$) Jahre.

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten von ein- oder zweiflächigen Kavitäten (11,8 $\pm 0,6$ Jahre) unterschieden sich signifikant von Kavitäten mit drei und mehr Flächen (10,1 $\pm 0,7$ Jahre). In der Gruppe der dreiflächigen Kavitäten hatten die Amalgam- und GIZ-Füllungen ein signifikant geringeres Überleben als die Komposit-Füllungen ($p \leq 0,05$). Glasionomer-Zement-Füllungen schützten signifikant schlechter vor Frakturen als alle anderen Versorgungen ($p < 0,001$) und eignen sich nur als Provisorium. Konfektionierte Stifte hatten eine signifikant geringere Überlebensrate als individuell gegossene Stifte ($p \leq 0,05$). Kein signifikanter Unterschied lag zwischen den mit Stiften versehenen Zähnen und der alleinigen Kronenversorgung vor ($p > 0,05$)

Tag der mündlichen Prüfung: 26.03.2010

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	1
1.1 Der wurzelkanalbehandelte Zahn und seine postendodontische Versorgung	1
1.2 Allgemeine Anforderungen an die postendodontische Versorgung	3
1.3. Spezielle Anforderungen an die postendodontische Versorgung	4
1.3.1 Problem des „koronalen Leakage“	4
1.3.2 Problem der erhöhten Frakturanfälligkeit	6
1.3.3 Zeitpunkt der postendodontischen Versorgung	8
1.4 Konsequenz für die Versorgung endodontisch behandelter Zähne	9
1.5 Möglichkeiten der postendodontischen Restaurationen	10
1.5.1 Provisorische Füllungsmaterialien	10
1.5.2 Füllungsmaterialien	10
1.5.3 Teilkronen und Kronen	12
1.5.4 Goldguss-Inlayversorgung	12
1.5.5 Stiftaufbauten	13
1.6 Ziel der vorliegenden Untersuchung	15
2 Literaturvergleich	16
3 Material und Methoden	19
3.1 Grundlagen	19
3.2 Auswahl der Patientenakten	20
3.3 Untersuchungszeitraum	21
3.4. Datenverarbeitung	22
3.5. Datenauswertung	23

4 Ergebnisse	24
4.1 Beobachtungszeitraum	24
4.2 Häufigkeitsverteilung der beobachteten Fälle	25
4.2.1 Verteilung nach Geschlecht der Patienten	25
4.2.2 Verteilung nach Alter der Patienten	25
4.2.3 Verteilung in Ober- und Unterkiefer	27
4.2.4 Verteilung nach Quadranten	27
4.2.5 Verteilung nach Prämolaren und Molaren	28
4.2.6 Verteilung nach FDI-Schema	29
4.2.7 Verteilung nach Restaurationsarten	30
4.2.8 Verteilung nach Kavitätengröße der Füllungsrestorationen	31
4.3 Überlebenszeitanalysen der beobachteten Zähne	34
4.3.1 Überlebenszeitanalysen nach Kaplan Meier	34
4.3.2 Überlebenszeitanalysen aller Fälle	35
4.3.3 Überlebenszeitanalysen nach patientenspezifischen Variablen	37
4.3.3.1 Überlebenszeitanalysen nach dem Geschlecht der Patienten	37
4.3.3.2 Überlebenszeitanalysen nach dem Alter der Patienten	38
4.3.4 Überlebenszeitanalysen nach zahnspezifischen Variablen	39
4.3.4.1 Überlebenszeitanalysen nach Einteilung in Ober- und Unterkiefer	39
4.3.4.2 Überlebenszeitanalysen nach Einteilung in Prämolaren und Molaren	41
4.3.4.3 Überlebenszeitanalysen nach Art der Zähne	42
4.3.4.4 Überlebenszeitanalysen nach Quadranten	44
4.3.5 Überlebenszeitanalyse nach Versorgungsart	45
4.3.6 Überlebenszeitanalyse nach Kavitätengröße	50
4.3.7 Überlebenszeitanalyse nach Kavitätengröße und Versorgungsart	55
4.3.8 Überlebenszeitanalyse der Stiftaufbauten	63
4.4 Binäre logistische Regression	65

5 Diskussion	68
5.1 Diskussion der Methode	68
5.2 Diskussion der Ergebnisse und Vergleich mit anderen Studien	69
6 Schlussfolgerung aus der eigenen Untersuchung und	86
 klinische Konsequenz	86
7 Zusammenfassung	88
8 Literaturverzeichnis	90
9 Danksagung	101
10 Lebenslauf	102

1 Einleitung

1.1 Der wurzelkanalbehandelte Zahn und seine postendodontische Versorgung

Die Endodontie befasst sich, wie ihr Name zeigt, mit dem Endodont. Dieser Begriff leitet sich aus dem Griechischen ab; „Endodont“ bedeutet sinngemäß: „Das sich im Zahn befindende“.

Die Europäische Gesellschaft für Endodontologie (ESE) definiert den Bereich der Endodontologie als Wissenschaft, welche sich mit Gestalt, Funktion, Gesundheit, Verletzungen und Erkrankungen der Pulpa und der periradikulären Strukturen sowie mit der Ätiologie, Diagnose, Prävention und Behandlung des Zahnschmerzes und der dentalen Erkrankungen befasst [18].

Laut Jahresbucheinträgen der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung nimmt die Endodontie einen immer größeren Anteil der mit den gesetzlichen Krankenkassen abgerechneten Leistungen ein [35]. Im längerfristigen Vergleich wird deutlich, dass die Anzahl der Extraktionen kontinuierlich sinkt: waren es 1991 noch 16,23 Millionen, so sank die Zahl bis 2005 auf 13,17 Millionen abgerechnete Extraktionen. Bei den Wurzelkanalbehandlungen zeigt sich eine gegenläufige Tendenz: zwischen 1990 und 2005 stieg die Menge der endodontisch behandelten Zähne von 6,91 auf 7,25 Millionen. Im Vergleich dazu wurden 1970 nur 3,17 Millionen Wurzelkanalbehandlungen in den alten Bundesländern registriert [35].

Die Zahnerhaltung durch endodontischer Behandlungsmaßnahmen scheint immer mehr an Bedeutung zu gewinnen, da die Patienten ihre natürlichen Zähne möglichst lange erhalten möchten.

Die Erfolgsraten der endodontisch behandelten Zähne und damit ihr Verbleib in situ wurde in verschiedenen Studien untersucht und mit beispielsweise 85,1 % Überleben nach zehn Jahren [14] oder 86 % nach acht bis zehn Jahren für Zähne mit apikaler Veränderung zum Zeitpunkt der Wurzelkanalbehandlung und 96 % für Zähne ohne

apikale Veränderung am Anfang der Therapie durch Untersuchungen [58] angegeben. Weitere Untersuchungen zeigten Ergebnisse von 90,2 % Erfolgsrate nach drei bis fünf Jahren [61] oder in der so genannten „Toronto-Studie“ 93 % Überleben in situ nach vier bis sechs Jahren für Zähne ohne apikale Aufhellung vor Behandlungsbeginn und 79 % Erfolgsrate in dem selben Zeitraum für Zähne mit anfänglicher apikalen Läsion [19]. Eine große Anzahl von Studien verdeutlichen, zu welchem guten und langen Erfolg eine Wurzelkanalbehandlung führen kann und dass diese eine Methode mit guter Prognose ist, um die natürliche Dentition zu erhalten.

Viele Untersuchungen befassen sich mit den zahlreichen Materialmöglichkeiten der Wurzelkanalfüllungen und den unterschiedlichen Techniken der Wurzelkanalbehandlung und deren Einfluss auf den Verbleib des endodontisch behandelten Zahnes in der Mundhöhle [2, 9, 12, 19, 51, 58, 68]. Allerdings bestimmt nach gewissenhafter und sorgfältig durchgeführter Wurzelkanalbehandlung auch die postendodontische Versorgung über den Langzeiterfolg und die Zufriedenheit des Patienten. Somit sollte auch die koronale Restauration als wesentlicher Bestandteil der kompletten endodontischen Maßnahme verstanden werden.

Eine Studie von *Ray* und *Trope* kam in einer Untersuchung an über 1000 Röntgenaufnahmen wurzelkanalbehandelter Zähne zu dem Schluss, dass sich durch eine qualitativ hochwertige postendodontische Restauration, kombiniert mit einer qualitativ guten Wurzelkanalfüllung, Erfolgsraten von 91,4 % erzielen ließen, währenddessen schlechte postendodontische Restaurationen dieses Ergebnis auf 44 % Erfolg verminderten. Laut dieser Untersuchung hat die koronale Restauration statistisch signifikanten Einfluss auf den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung. Zu den Ergebnissen dieser Untersuchung gehörte auch die Erkenntnis, dass eine gute postendodontische Restauration das Langzeitergebnis signifikant stärker positiv beeinflusst, als eine qualitativ hochwertige Wurzelkanalfüllung [51].

Auch andere Arbeiten mit ähnlichem Design kamen zu dem Resultat, dass endodontisch behandelte Zähne mit guter Wurzelkanalfüllung und guter koronalen Restauration Erfolgsraten von 81 % erzielten, wobei diese sich bei qualitativ schlechter Restauration auf 71 % verminderte [66].

Untersuchungen an Röntgenbildern unterstützen diese Ergebnisse und fordern für den Erfolg eines wurzelkanalbehandelten Zahnes nicht nur eine qualitativ hochwertige Wurzelkanalfüllung, sondern auch eine bakteriendichte postendodontische Versorgung um die Anzahl der apikalen Läsionen zu verringern [33].

Diese Studien belegen die wichtige Rolle der postendodontischen Restauration, ohne die eine Wurzelkanalbehandlung nicht zum Erfolg führen kann.

In der Literatur werden viele Konzepte zur Restauration endodontisch behandelter Zähne vorgestellt und empfohlen [7, 17, 18, 25, 27]. Trotzdem zeigen sich in der Praxis Unsicherheiten und unterschiedliche Lehrmeinungen auf.

Eine Umfrage, an der über 6000 Zahnärzte im Jahr 2007 teilnahmen, zeigt, dass 78 % der Behandler es grundsätzlich nicht für nötig hielten, einen endodontisch behandelten Zahn mit Stiften zu versehen. Gleichzeitig gaben sie allerdings an, 74 % aller endodontisch behandelten Zähne mit Stiften zu versorgen. Außerdem waren 54 % der Befragten der Ansicht, ein Stiftaufbau würde die Wurzel stabilisieren und vor Frakturen schützen. Das mit 47 % am häufigsten verwendete Stiftsystem war in dieser Befragung die konfektionierte Schraube mit oder ohne Gewindevorschnitt [47].

Angesichts dieser widersprüchlichen Ergebnisse bestehen in der Frage nach der bestmöglichen postendodontischen Restauration noch Unsicherheiten und Aufklärungsbedarf.

1.2 Allgemeine Anforderungen an die postendodontische Versorgung

Die Planung der postendodontischen Restauration sollte schon vor Beginn der Wurzelkanalbehandlung erfolgen, da dem Behandler viele Restaurationsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, die mit dem Restgebiss, der Compliance des Patienten und vielen anderen Faktoren, wie der Verträglichkeit der verschiedenen Restaurationsmaterialien oder finanzielle Aspekte und dem zeitlicher Aufwand für Patient und Behandler, abgeglichen werden müssen [17, 25].

Die einzelnen Restaurationsarten, egal ob konservierender oder prothetischer Art, bringen jeweils Vor- und Nachteile mit sich und müssen für die individuelle Situation

des Restgebisses und des Patienten überdacht werden. Vor allem im sichtbaren Bereich sind nicht nur funktionelle, sondern auch ästhetische Faktoren zu berücksichtigen.

1.3. Spezielle Anforderungen an die postendodontische Versorgung

1.3.1 Problem des „koronalen Leakage“

Egal welche postendodontische Versorgung direkt im Anschluss der Wurzelkanalbehandlung erfolgt, in jedem Fall sollte sie für die gesamte Verweildauer im Mund bakteriendicht sein [16, 17]. Besteht ein so genanntes „koronales Leakage“ kann es schnell zu einer Reinfektion des Zahnes kommen, welche sich ungünstig auf die Prognose des Zahnes *in situ* auswirkt [1, 12, 40, 41, 54].

Eine *In-vitro*-Untersuchung zeigte, dass eine mikrobielle Besiedlung schon 7 Tage nach Abfüllung der Kanäle mittels Sealer und Guttapercha nachweisbar war, wenn keine angemessene Versorgung der Kavität erfolgt. Dies führt zu einer Reinfektion des Wurzelkanalsystems. Weiterhin kamen die Autoren zu dem Schluss, dass verschiedene getestete Wurzelkanalfüllpasten für sich alleine nicht bakteriendicht waren und somit ein Deckverschluss benötigt wird [11].

Auch *in vivo* konnten diese Ergebnisse bestätigt werden und so den Bedarf einer dauerhaft bakteriendichten Versorgung direkt im Anschluss an eine Wurzelkanalfüllung deutlich machen [40].

Erfolgt diese Art von Versorgung nicht, kann nur eine Revision mit erneuter Eliminierung der Bakterien und Toxine zu einer guten Prognose führen. *In vitro* kam es nach 3 Monaten zu einer bakteriellen Besiedlung der gesamten Wurzelkanalfüllung beim Fehlen eines bakteriendichten Verschluss.

Die Autoren gaben darüber hinaus zu bedenken, dass durch eine Stiftbohrung die Wurzelkanalfüllung gekürzt wird und eine komplette bakterielle Penetration in diesen Kanälen schneller erfolgt [41].

In anderen Studien wurden an über hundert Zähnen verschiedene provisorische Verschlussmaterialien auf ihre Dichtigkeit hinsichtlich koronaler bakterieller Keimbildung *in vitro* untersucht. Cavit und IRM-Zement hielten einer bakteriellen Penetration maximal 12 Tage stand. Das einzige Material, welches die Beobachtungsdauer von einem Monat ohne periapikalen Keimnachweis überdauerte, war der getestete Glasionomer-Zement (GIZ) [8].

Der Verschluss eines wurzelkanalbehandelten Zahnes sollte zur Vermeidung einer Reinfektion also nicht aus provisorischen Füllungsmaterialien bestehen. Auch anderen Studien zufolge verhindern provisorische Materialien wie Cavit, Dyract oder IRM-Zement maximal zwei Wochen eine Undichtigkeit und damit bakterielle Penetration des Wurzelkanalsystems [5].

Die Problematik des „koronales Leakage“ muss der Behandler in seine Entscheidung über die Art und den Zeitpunkt weiterer definitiver oder provisorischer Versorgungen mit einbeziehen um mit seiner Wurzelkanalbehandlung gute Langzeiterfolge erzielen zu können.

1.3.2 Problem der erhöhten Frakturanfälligkeit

Die Versorgung eines wurzelkanalbehandelten Zahnes muss nicht nur in Hinblick auf einen bakteriendichten Verschluss, sondern auch wegen seiner erhöhten Frakturanfälligkeit bedacht werden.

In früheren Veröffentlichungen wurde die These vertreten, dass durch die Wurzelkanalbehandlung und somit das Entfernen der Pulpa vor allem das Dentin durch Austrocknung spröde wird, und aus diesem Grund endodontisch behandelte Zähne frakturgefährdet seien [24, 26].

Diese Aussage gilt heute als widerlegt [20, 29, 31, 62]. An Hundezähnen wurde die Härte des Dentins von 20 wurzelkanalbehandelten Zähnen mit der Härte von 20 unversehrten Zähnen durch Belastungstests mit einander verglichen. Ergebnis dieses Versuches war, dass Dentin eines wurzelkanalbehandelten Zahnes nicht signifikant weicher ist, als Dentin eines vitalen Zahnes [20]. Auch weitere *in-vivo*-Untersuchungen konnten lediglich einen statistisch nicht signifikanten geringeren Feuchtigkeitsgehalt von 0,25 % an endodontisch behandelten Zähnen feststellen [49], welcher nicht die Ursache der erhöhten Frakturanfälligkeit sein konnte.

Andere Studien ermittelten zwar eine um 3,5 % höhere Mikrohärtigkeit des Dentins am vitalen Zahn im Gegensatz zu einem vor 10 Jahren wurzelkanalbehandelten, kontralateralen Zahn, dieser geringe Unterschied wurde aber nicht als Ursache für die erhöhte Frakturanfälligkeit verantwortlich gemacht [56]. Somit musste die erhöhte Frakturanfälligkeit endodontisch behandelter Zähne eine andere Ursache haben.

Heute kommt man zu dem Schluss dass die Frakturgefahr endodontisch behandelter Zähne folgende andere Gründe als veränderte Dentineigenschaften hat:

Bei einer Wurzelkanalbehandlung kommt es mitunter zu erheblichen Zahnhartsubstanzverlust:

Zunächst werden kariöse Läsionen und eventuell vorhandene Füllungsreste entfernt, weiterhin wird der Zahn trepaniert. Dafür wird zentral eine Kavität angelegt und das Pulpdach entfernt [27]. Als nächstes werden die vorhandenen Wurzelkanäle manuell oder maschinell unter Substanzverlust aufbereitet [70] und, bei Weiterversorgung mittels Stiftaufbau, zusätzlich erweitert.

In einer *In-vitro*-Untersuchung an 40 extrahierten Molaren wurde die steigende Frakturgefahr bei zunehmendem Substanzverlust gezeigt, indem Molaren mit intakter Zahnkrone, zentraler Zugangskavität und MOD-Kavität (mit und ohne endodontischer Zugangskavität) in Hinblick auf ihre Stabilität überprüft wurden. Die Belastungsgrenze für die unterschiedlich vorbereiteten Zähne wurde ermittelt: Intakte Zähne frakturierten bei einer durchschnittlichen Last von 341 kg, Zähne mit endodontische Zugangskavität bei 226 kg, Zähne mit MOD-Kavität bei einer Belastung von 222 kg und Zähne sowohl mit MOD-Kavität als auch mit endodontischer Zugangskavität bei einem Gewicht von nur 122 kg [28].

Andere Autoren verglichen ebenfalls mo- mit mod- und zentralen Zugangskavitäten auf die mechanische Belastbarkeit *in-vitro*. Diese sank mit zunehmender Größe der Kavität signifikant. Die Autoren empfehlen daher Restaurationen wie Teilkronen um den Zahn vor Frakturen zu stabilisieren [48].

Auch die einzelnen substanzfordernden Arbeitsschritte einer Wurzelkanalbehandlung wurden auf ihren Einfluss auf die mechanische Belastbarkeit beobachtet. In einer *In-vitro*-Untersuchung an Prämolaren kam man zu dem Schluss, dass die Wurzelkanalaufbereitung den kleinsten Einfluss auf die Festigkeit bei mechanischer Belastung hat, sie reduziert die Belastungsgrenze um 5 %. Die Präparation der Zugangskavität verringerte die mechanische Belastbarkeit 20 %. Den größten Anteil zur Frakturanfälligkeit verursachen zusätzliche Kavitäten: Eine MOD-Kavität, also zwei fehlende Seitenwände zusätzlich zur zentralen Zugangskavität, schwächen den Zahn um 63 %. Besonders Zähne mit vorhandenen Füllungen oder größerer kariöser Zerstörung, die oft Grund für eine endodontische Behandlung sind, wären nach diesen Erkenntnissen besonders frakturgefährdet [53].

Einige Studien untersuchten über dies hinaus die zusätzliche Substanzschwächung bei postendodontischen Stiftpräparationen und ermittelten ebenfalls eine weitere Frakturgefahr an dieser Stelle [3, 23].

Außerdem kamen verschiedene Autoren zu dem Ergebnis, dass die Wurzelkanalfüllung mit Sealer und Guttapercha diese Schwächung nicht kompensieren konnte [67, 70]. Somit werden geeignete postendodontische Restaurationen unentbehrlich, um die erworbene Frakturanfälligkeit zu kompensieren.

Zahlreiche *In-vivo*-Beobachtungen sichern diese These, denn als Grund für eine Extraktion endodontisch behandelter Zähne wird die Zerstörung der Hartschicht in verschiedenen Studien mit 41 % - 59 % der Fälle angegeben [9, 64, 68],

Bei der Erfassung des Extraktionsgrundes von 147 endodontisch behandelten Zähnen wurde ermittelt, dass 43,5 % aufgrund des Versagens der Restauration und nur 19,1 % aufgrund von endodontischem Versagen extrahiert wurden. In weiteren 10,9 % der Fälle wurde eine vertikale Wurzelfraktur als Extraktionsgrund festgestellt, welche durch eine geeignete Restauration hätte vermieden werden können [22].

1.3.3 Zeitpunkt der postendodontischen Versorgung

Auch der Zeitpunkt der postendodontischen definitiven Versorgung sollte in der Planung mitbedacht werden.

Zum einen muss umgehend ein bakteriendichter Verschluss angestrebt werden, um eine erneute Keimbeseelung und Reinfektion zu verhindern [1, 12, 32, 40, 41, 54], und zum anderen soll der Zahn schnell Bestandteil des funktionsfähigen Kauorgans werden und mit einer definitiven Versorgung nach Substanzverlust vor möglichem Frakturrisiko geschützt werden [2, 69].

Ältere Lehrmeinungen forderten eine Wartezeit nach der Wurzelkanalbehandlung, um die Heilungstendenzen zu beobachten und die oft aufwendigen und teuren Restaurationsmaßnahmen nur an Zähnen mit gesicherter Prognose durchzuführen und somit das Risiko von endodontischen Spätkomplikationen an diesen Zähnen zu vermindern [16, 25].

Allerdings kommen neuere Untersuchungen zu dem Schluss, dass Zähne, deren postendodontische, definitive Versorgung in den ersten zwei Wochen nach abgeschlossener Wurzelkanalbehandlung eingegliedert wird, eine signifikant höhere Überlebenschance haben, als Zähne, die zu einem späteren Zeitpunkt definitiv versorgt wurden [69], sodass einige Autoren eine möglichst zeitnahe postendodontische Versorgung fordern.

In der Literatur finden sich unter anderem auch Beobachtungen, welche zeigten, dass nicht-definitiv postendodontisch versorgte Zähne eine bis zu 6-fach erhöhte Frakturanfälligkeit aufwiesen und somit nach Beendigung der Wurzelkanalbehandlung schnellst möglichst definitiv versorgt werden sollten [2].

Auch der Endodontie-Beirat der Deutschen Gesellschaft für Zahnheilkunde spricht sich gegen das exspektative Verfahren aus und rät in einer Stellungnahme zur schnellstmöglichen definitiven Versorgung um den wurzelkanalbehandelten Zahn den Risiken einer Reinfektion oder einer Fraktur nicht auszusetzen [16].

1.4 Konsequenz für die Versorgung endodontisch behandelter Zähne

Mit dem Wissen über besondere statische Eigenschaften und verringerte Belastbarkeit eines endodontisch behandelten Zahnes und das Problem der „koronalen Leakage“ muss der Behandler schnellst möglich eine definitive geeignete postendodontische Versorgung wählen. Nur so kann er nach mehreren Behandlungssitzungen und damit Mühen für Patient und Behandler gute Langzeiterfolge erzielen und den Zahn in situ erhalten. In seine Entscheidung müssen Überlegungen über die Größe der zu versorgenden Kavität, über die prothetische Wertigkeit des Zahnes und die individuelle Situation mit einbezogen werden. Schlussendlich muss der Behandler mit seinem Vorwissen alle Versorgungsmöglichkeiten mit ihren Vor- und Nachteilen bedenken und zwischen diesen abwägen um sich für die individuell geeignete Methode der postendodontischen Versorgung zu entscheiden.

1.5 Möglichkeiten der postendodontischen Restaurationen

1.5.1 Provisorische Füllungsmaterialien

Zemente, egal ob zum Beispiel Zinkoxidphosphat-, Glasionomer-Zemente oder Cavit, stabilisieren den Zahn nicht ausreichend. Außerdem eignen sie sich nicht für definitive Versorgung, da sie keinen dauerhaften Verschluss vor bakterieller Penetration bieten [1, 5, 8, 32, 54] mit Ausnahme des Glasionomer-Zementes [8].

Sie eignen sich eher zur provisorischen Versorgung der Eingangskavität, beispielsweise zwischen zwei Sitzungen.

Wird mit der definitiven postendodontischen Versorgung abgewartet, so empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung und die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde eine Kompositversorgung mittels Adhäsivtechnik [16, 17].

1.5.2 Füllungsmaterialien

1.5.2.1 Amalgam

Amalgam ist ein über einen langen Zeitraum gut untersuchtes Füllungsmaterial, welches seit 1820 Verwendung in der Zahnmedizin findet. Außerdem werden die Kosten für dieses Füllungsmaterial im Seitenzahnbereich von den gesetzlichen Krankenkassen getragen.

Da Amalgam allerdings keinen chemischen Verbund zu Schmelz oder Dentin eingehen kann, verleiht es dem endodontisch behandelten Zahn keine zusätzliche Stabilität.

Im Gegenteil: um der Amalgamfüllung eine Retention zum dauerhaften Halt bieten zu können, benötigt man Unterschnitte. Deren Präparation zur Aufnahme der Füllung bedeutet zusätzlichen Substanzverlust, der sich ungünstig auf die Belastbarkeit des Zahnes ausübt [24, 27, 28, 37, 52, 53].

Amalgam bietet somit keine sinnvolle Alternative zur endgültigen Versorgung von fraktur anfälligen, wurzelkanalbehandelten Zähnen.

1.5.2.2 Komposit

Komposite hingegen können einen chemischen Verbund mit der Zahnhartsubstanz eingehen, wenn sie mit entsprechenden Dentin- oder Schmelzbondingsystemen verwendet werden. So entsteht ein guter, bakteriendichter Haftverbund der den endodontisch behandelten Zahn vor Reinfektionen des Wurzelkanalsystems schützen kann.

In einer Studie von *Reeh* et al. kommen die Autoren zu dem Schluss, dass mit Komposit-Restaurationen, bei Benutzung eines Dentinadhäsives, 87 % der Ausgangshärte des Zahnes erreicht werden können. Mit Verwendung eines Schmelzadhäsives erreicht der postendodontisch versorgte Zahn 51 % der Ausgangsfestigkeit [52].

Die Deutschen Gesellschaften für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, zahnärztliche Prothetik, Werkstoffkunde und Zahnerhaltung empfehlen in einer gemeinsamen Stellungnahme die Verwendung von Komposit aufgrund der Dichtigkeit für Zähne mit geringem Destruktionsgrad, wie zum Beispiel einer okklusalen Zugangskavität ohne weiteren Zahnhartsubstanzverlust. Hier bietet die verbliebene, nicht unterbrochene Zahnstruktur genug Schutz vor möglichen Frakturen. Des Weiteren wird Komposit zur provisorischen Versorgung empfohlen, wenn eine definitive Versorgung nicht direkt im Anschluss an die Wurzelkanalbehandlung erfolgen kann oder soll [17].

Ein weiterer Vorteil dieses plastischen Füllungsmaterials ist, dass durch den Dentin-haftvermittler substanzschonend gearbeitet werden kann. Auf eine Kavitätenpräparation nach Black oder Unterschnitte, wie sie bei nicht-adhäsiven Füllungen gefordert werden, kann verzichtet werden [27].

Cathro et al. zeigten in ihrer Studie, dass Komposit sich außerdem gut zum Aufbau von stark zerstörten endodontisch behandelten Zähnen zur Aufnahme einer Krone eignet, solange mindestens 1 mm Restdentin als Attachement vorhanden ist. Die Untersuchung zeigt zudem, dass diese Art des Stumpfaufbaus den Stiftaufbauten nicht unterlegen ist [10].

1.5.3 Teilkronen und Kronen

Die Deutschen Gesellschaften für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, zahnärztliche Prothetik, Werkstoffkunde und Zahnerhaltung raten gemeinsam, bei mittlerem Destruktionsgrad eines endodontisch behandelten Zahnes, zu höckerumfassender und stabilisierenden Versorgung durch Kronen oder Teilkronen. Liegt eine mehrflächige Kavität vor, bei der die Kontinuität der Kronenwände unterbrochen ist, sollte der Zahn mit Kronen oder anderen Höckerübergreifenden Versorgungen wie Onlays oder Teilkronen versorgt werden [17].

Goldteilkronen werden in der Literatur als zusätzlich stabilisierend beschrieben und eignen sich für die Restauration endodontisch behandelter Zähne vor allem um das Frakturrisiko zu verringern [37, 48, 52].

Allerdings muss bedacht werden, dass zur Aufnahme einer Krone, vor allem wenn sie verblendet werden soll, eine substanzfordernde Präparation nötig ist, so dass die Indikation für eine Krone nur auf von vorne herein zerstörte Zähne fällt und nicht bei kleinflächigen Kavitäten angewandt werden soll [68].

1.5.4 Goldguss-Inlayversorgung

Für Goldinlays gilt dasselbe wie für nicht-adhäsiven Füllungsmaterialien wie beispielsweise Amalgam. Sie reduzieren die Stabilität der Zähne, da die höckerübergreifende Komponente fehlt [37, 48]. Außerdem können sie bei ungünstiger Kraftverteilung und großem Zahnhartsubstanzverlust, wie beispielsweise MOD-Kavität, eine Keilwirkung besitzen. Die dabei entstehenden ungünstigen Spannungsverhältnisse können mitunter zur Fraktur der Zähne führen [17, 25, 52].

1.5.5 Stiftaufbauten

Unter den Stiftaufbauten gibt es verschiedene Typen und Materialien. Die Einteilung der Stifte oder Stiftaufbauten ist auf verschiedene Arten möglich.

Zum einen können sie nach dem Herstellungsverfahren eingeteilt werden, also in individuell gegossene oder konfektionierte und halbkonfektionierte Stifte. Die beiden letzten lassen sich nach ihrem Design in konische und zylindrische Stifte deren Oberfläche glatt, gerillt oder mit Schraubgewinde versehen sein kann, einteilen.

Da es die Herstellung von Stiften und Stiftaufbauten verschiedene Materialien zur Verfügung stehen, kann nach ihnen ebenfalls eine Einteilung erfolgen.

Hier stehen verschiedene Metalllegierungen bei den individuell hergestellten Stiftaufbauten den aus Titan, Zirkonoxidkeramik oder Karbon-, Quarz- oder Glasfaser-Verstärktem Kunststoff der konfektionierten Stiftsysteme zur Auswahl.

In dieser Untersuchung stehen individuelle, gegossene Stiftaufbauten den konischen, konfektionierten Stiften aus Titan gegenüber.

Um dem Problem der geringen Belastbarkeit und der damit verbundenen erhöhten Frakturanfälligkeit entgegenzuwirken, wurde in der Vergangenheit oft die Verwendung eines Stiftaufbaus propagiert, um die Wurzel und den Zahn zu stabilisieren.

Außerdem waren einige Autoren und Behandler der Meinung, dass grundsätzlich jeder endodontisch behandelte Zahn mit einem Stiftaufbau versorgt werden sollte [39].

Allerdings zeigten viele Studien, dass Stiftaufbauten das Gegenteil bewirken können. Durch den zusätzlichen Substanzverlust durch eine Stiftbohrung wird der Zahn zusätzlich geschwächt [3, 23, 28, 44, 45, 52, 57, 69]. Weiterhin kommt es bei der Präparation zu Aufnahme einer Krone zu zusätzlicher Substanzschwächung [44].

Auch verschiedenen Studien über postendodontisch versorgte Zähne zeigten: In 10,9 % der Fällen waren vertikale Wurzelfrakturen für der dritthäufigsten Extraktionsgrund für endodontisch behandelte Zähne [22]. Diese gehäufte Anzahl an Wurzelfrakturen untersuchten sie in einer weiteren Studie genauer und kamen zu dem Schluss, dass

61,7 % der endodontisch behandelten Zähne mit vertikaler Wurzelfraktur Stifte oder Schrauben zu finden waren. Außerdem endeten 69,5 % dieser Schrauben und Stifte im koronalen Drittel des Zahnes [21].

Besonders gefährdet von vertikalen Wurzelfrakturen nach Stiftinsertion sind die zweiten Oberkiefermolaren mit 27 % und die mesialen Wurzeln der Unterkiefermolaren mit 24 % [63].

Wenn allerdings nicht ausreichend Dentin vorhanden ist, um genügend Retention für alleinige Kronenversorgung zu erlangen, ist ein Stiftaufbau sinnvoll und sogar nötig um die nötige Retention für eine Krone zu schaffen [50]. So finden sich wiederum auch gute Langzeitergebnisse für postendodontisch mit Stiftaufbauten versorgte Zähne [13, 14].

Zu Beachten ist das Design und die Ausführung der Stifte und Stiftaufbauten, aber auch der Krone: Untersuchungen zu diesem Thema ergaben, dass Stiftaufbauten frakturresistenter sind, wenn zur Aufnahme der folgenden Krone ein „ferrule design“ (Fassreifen-Design) von mindestens 2 mm Dentin vorhanden ist [6, 30, 44, 50, 60]. So kann die Krone den Stiftaufbau und Dentinsaum genügend umfassen und zusätzlich stabilisieren.

1.6 Ziel der vorliegenden Untersuchung

In der vorliegenden retrospektiven Studie soll dargestellt werden, welche Restaurationsarten nach endodontischer Behandlung in der Zahnklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster zum Einsatz kamen und wie sich die Wahl der einzelnen postendodontischen Versorgungsarten auf den Langzeiterfolg und Verbleib in situ auswirkt, um somit deutlich zu machen, welche Vor- und Nachteile die einzelnen Restaurationsarten mit sich bringen.

Ziel dieser Studie ist es, herauszufinden welche der weiteren erfassten Variablen außerdem noch Einfluss auf den Langzeiterfolg eines postendodontisch versorgten Zahnes in situ haben.

Zu den getesteten Einflussgrößen gehören:

- Alter und Geschlecht der Patienten
- Zahnspezifische Variablen wie Verteilung in Ober- und Unterkiefer, in Quadranten, nach Prämolaren und Molaren oder nach Zahnnummer
- Art der postendodontischen Restauration
- Kavitätengröße bei Versorgung mit plastischen Füllungsmaterialien

So soll die Erstellung von Prognosen für die verschiedenen Restaurationsarten, auch in Abhängigkeit vom Zerstörungsgrad im Fall der plastischen Füllungsmaterialien möglich werden.

2 Literaturvergleich

Da die postendodontische Restauration signifikanten Einfluss auf das Langzeitüberleben in situ hat [33, 51, 66], kann man verschiedene Untersuchungen zu diesem Thema finden:

Beispielsweise untersuchten *Lynch et al.* 176 postendodontisch behandelte Zähne in Hinblick auf ihr Überleben in Abhängigkeit zur Weiterversorgung nach 12 bis 60 Monaten. Im Mittel betrug der Beobachtungszeitraum nach Eingliederung der Restauration 38 Monate. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass postendodontisch mit Kronen versorgte Zähne eine Überlebensrate von 91,7 % hatten, Amalgam-Restaurationen wiesen Überlebensraten von 86,5 % auf und Komposit-Füllungen erreichten einen Anteil von 83,0 % in situ. Ein hochsignifikanter Unterschied lag zu den provisorischen Versorgungungen vor: sie erreichten lediglich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 34,5 %. Dieser Studie zufolge hängt das Überleben eines endodontisch behandelten Zahnes von der koronalen Restauration ab [38].

Vire untersuchte 116 in einem Jahr extrahierte Zähne, die zuvor eine Wurzelkanalbehandlung bekommen hatten um so Rückschlüsse auf die Ursache des Misserfolges gewinnen zu können. 59,4 % dieser Zähne wurden aufgrund von prothetischem Versagen extrahiert. Bei der Untersuchung dieser Fälle fand er heraus, dass postendodontisch überkronte Zähne bessere Prognosen hatten als nicht-überkronte Zähne. In Zahlen bedeutet dies in der Studie: Überkronte Zähne hielten durchschnittlich 87 Monate (7,3 Jahre) bis zur Extraktion, nicht-überkronte Zähne waren durchschnittlich 50 Monate (4,1 Jahre) in situ [68].

Die Autorin *Speich* kam ebenfalls zu dem Schluss, dass die koronale Restauration signifikanten Einfluss auf das Langzeitüberleben in situ hat. Sie untersuchte eine Anzahl von 728 endodontisch behandelten Zähnen über einen Zeitraum von 16 Jahren und beobachtete, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier für mit Stiften postendodontisch versorgte Zähne 74,3 % betrug, währenddessen Versorgungungen ohne Stift eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 91 % erreichten. Ein Stift verkürzt die komplikationsfreie Verweildauer in situ eines postendodontisch versorgten Zahnes ihrer Untersuchung zufolge signifikant [61].

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen *Willershausen et al.*; sie untersuchten ebenfalls den Erfolg postendodontisch versorgter Zähne in Hinblick auf die Notwendigkeit eines Stiftes. Die von ihnen beobachteten 775 Zähne hatten insgesamt eine Quote von 6,6 % Misserfolg. Betrachtete man nur die mit Stiften versorgten Zähne, so wiesen diese eine statistisch signifikant höhere Misserfolgsrate von 13,2 % auf [69].

Aquilino und *Caplan* erfassten zwischen 1985 und 1987 insgesamt 203 endodontisch behandelte Zähne über 1 bis 9 Jahre. 129 Zähne wurden nach der endodontischen Behandlung überkront, 74 Zähne mit Amalgam oder Komposit versorgt. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass nicht-überkronte Zähne eine sechsmal höhere Verlustrate aufwiesen als überkronte Zähne. Überkronte Zähne erreichten eine Überlebensrate von 89 %, nicht-überkronte Zähne eine Überlebensrate von 62 % nach 10 Jahren und Berechnung nach Kaplan-Meier [2].

Zu den Größen des Defektes äußern sich nur sehr wenige Untersuchungen wie die von *Nagasiri* und *Chitmongkolsunk*. Die Autoren untersuchten das Überleben von 220 postendodontisch versorgten Molaren, welche noch nicht definitiv versorgt wurden und sich auf einer Wartelist zur Weiterversorgung befanden. Sie registrierten das Überleben in Abhängigkeit zum Zahnhartsubstanzverlust, also der Kavitätengröße. Mit Hilfe der Kaplan-Meier-Methode wurden Überlebensraten für konservierende und provisorisch versorgte Zähne in Abhängigkeit zur Kavitätengröße erstellt und verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass mit größer werdendem Zahnhartsubstanzverlust auch die Überlebensrate in situ sank. Weiterhin kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Komposit-Restaurationen sich günstiger auf die Prognose in situ ausüben als Amalgam- oder Zementversorgungen [46].

Ganz andere Erkenntnisse lieferten die Untersuchungen von *Mannocci et al.*, denn sie beobachteten 110 Prämolaren mit Klasse-II-Kavität die postendodontisch mit Glasfaserverstärkten Stiften und direktem Kompositaufbau versorgt worden waren und 109 Prämolaren deren postendodontische Versorgung aus einer zweiflächigen Amalgamfüllung bestand. Im Vergleich dieser beiden Restaurationsarten nach 1, 3 und 5 Jahren zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Überleben beider Gruppen. Auffällig war, dass in der Amalgamgruppe der Misserfolgsgrund meist eine Fraktur des betroffenen Zahnes war, währenddessen der Misserfolg in der Stift- und Kompositgruppe häufiger einer Sekundärkaries zuzuordnen war [42].

Weiterhin findet man Studien wie die von *Kolker et al.*, die das Frakturverhalten von Amalgamfüllungen und Kronen vergleichen, allerdings nicht an endodontisch behandelten Zähnen. Trotzdem beobachteten sie 518 Zähne über einen Zeitraum von 10 Jahren. 49 % dieser Zähne hatten große Amalgamfüllungen, 51 % der Zähne wurden mit Kronen versorgt. 22 % der Amalgamgruppe und 12 % der Kronen-Gruppe wurden am Ende als Misserfolg eingestuft und überstanden den Untersuchungszeitraum von 10 Jahren nicht [34].

Diese Studie soll im Gegensatz zu den hier aufgeführten alle Arten der postendodontischen Versorgungen miteinander vergleichen. Bei den plastischen Füllungsmaterialien soll der Einfluss der Füllungsgröße auf die Langzeitprognose untersucht werden.

3 Material und Methoden

3.1 Grundlagen

Als Grundlage dieser retrospektiven Studie dienten Patientenakten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Die verwendeten Akten sollten Informationen über eine (durch Studenten oder Zahnärzte der Abteilung) sachgemäß durchgeführte und erfolgreich beendete Wurzelkanalbehandlung und ihre anschließende postendodontische Weiterversorgung mit detaillierten Informationen über Art und Größe der Restaurationsart und Überleben in situ in Abhängigkeit von ihrer Versorgungsart beinhalten.

In allen erfassten Fällen wurden die Trepanationsöffnungen und zusätzlichen Kavitäten in Anschluss an die Wurzelkanalfüllung mit einem zunächst meist provisorischen Verschluss aus Glasionomer-Zement versorgt, um das Eindringen von Bakterien zu vermeiden.

In der Mehrzahl der Fälle folgte im weiteren Verlauf der Behandlung eine definitive Versorgung. Diese konnte konservierender (Amalgam- oder Komposit-Füllung) oder prothetischer Art (Teilkrone, Krone, Krone mit gegossenem oder konfektioniertem Stiftaufbau) sein. Weiterhin gab es eine Gruppe von Trepanationen durch Kronen- bzw. Brückenpfeilern, welche nach erfolgreicher Wurzelkanalbehandlung nicht erneuert wurde, sondern deren Trepanationsöffnung nur mit Glasionomerzement oder Komposit verschlossen wurde. Eine weitere Gruppe bestand aus Zähnen, deren Kavität ausschließlich provisorisch mit Glasionomer-Zement versorgt wurde.

Die Kontrolle der unterschiedlichen postendodontischen Restaurationsarten wurde in Form von Befunden (durch Studenten oder Zahnärzte der Zahnklinik Münster) in den untersuchten Patientenakten dokumentiert.

3.2 Auswahl der Patientenakten

690 Patientenakten mit 1033, zwischen Januar 1990 und Dezember 1999, abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlungen im Seitenzahnggebiet wurden mit dem Patientendatenerfassungsprogramm ZACH ausfindig gemacht. Die ermittelten Akten wurden aus den Archiven der Zahnklinik Münster zusammengetragen.

Die Fälle mussten bestimmten Anforderungen genügen:

1. Die Patienten mussten sich regelmäßig nach der erfolgreichen Wurzelkanalbehandlung in der Zahnklinik vorgestellt haben, sodass der Zustand des betroffenen Zahnes und alle an ihm durchgeführten Maßnahmen lückenlos anhand der Behandlungseinträge und Befunde zu beobachten waren. Es musste eindeutig ausgeschlossen werden können, dass beobachtete Zähne außerhalb der Zahnklinik Münster behandelt wurden.
2. Als weitere Bedingung mussten alle für den Datenerhebungsbogen wichtigen Informationen detailliert und unmissverständlich aus der jeweiligen Akte hervorgehen. Zu diesen erfassten Informationen gehören patientenspezifische Daten wie Name, Vorname, Geschlecht und Geburtsdatum der Patienten.
3. Weiterhin mussten zahnspezifische Daten aufgeführt sein, wie die Benennung des wurzelkanalbehandelten Zahnes mit Datum, Art der provisorischen oder definitiven Weiterversorgung mit Datum und Größe der Kavität und der weitere Behandlungsverlauf des betroffenen Zahnes, gegebenenfalls mit folgender Extraktion oder weiteren Behandlungsmaßnahmen.

Als Ende der Beobachtung wurde der letzte Befund des Zahnes in situ am Ende des Beobachtungszeitraumes gewertet (diese Zähne werden „zensiert“ genannt) oder die Extraktion des Zahnes.

In diese Studie als „extrahiert“ mit einbezogen wurden lediglich Zähne, deren Nicht-Erhaltungswürdigkeit aufgrund von Frakturen und Zerstörungen gegeben war, die im direkten Zusammenhang mit der koronalen Restauration standen.

Zähne, deren Nicht-Erhaltungswürdigkeit mit unbefriedigenden Wurzelkanalbehandlungen oder parodontale Schäden zu begründet waren, wurden nicht ausgewertet. Sie schieden als zensierte Fälle aus.

Nach Durchsicht aller Akten verblieben von anfänglichen 1033 postendodontisch versorgten Zähnen 676 Fälle mit lückenlos dokumentierten Daten über ihre Versorgung, die die genannten Anforderungen und Auflagen erfüllten und als Basis für diese Studie zur Verfügung standen.

Die ausgewählten Daten wurden direkt in einen speziell für diese Studie erstellten Datenerhebungsbogen eingetragen und mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel erfasst und verdichtet.

3.3 Untersuchungszeitraum

Ziel dieser Studie war es, die Überlebenswahrscheinlichkeit wurzelkanalbehandelte Zähne in Abhängigkeit von ihrer postendodontischen Versorgung zu ermitteln.

Dazu sollten die ausgewählten Fälle über einen möglichst langen Zeitraum lückenlos beobachtet werden, um den Einfluss der Art, Größe und Ausdehnung der Versorgung auf die Überlebenswahrscheinlichkeit zu ermitteln.

Daher wurden Patientenakten verwendet, deren Abschluss der Wurzelkanalbehandlung im Seitenzahnggebiet zwischen dem 1.1.1990 und dem 31.12.1999 datiert war und deren letzte Befunderhebung über den Zustand des betroffenen Zahnes nach dem 1.1.2005 stattgefunden hat, so dass sich in jedem Fall ein Beobachtungszeitraum von mindestens 5 Jahren ergab.

3.4. Datenverarbeitung

Nach Erhebung der Informationen mit einem Datenerhebungsbogen wurden die Daten mit Excel erfasst und die einzelnen Variablen anschließend zur leichteren Verarbeitung mit SPSS 12.0.1 für Windows (SPSS Inc., Chicago, USA) kodiert.

Zu den erfassten und kodierten Daten gehören:

Daten:

Kodierung:

Allgemeine Daten zum Patienten:

- 1) Erfassungsnummer
- 2) Patientename
- 3) Geburtsdatum
- 4) Geschlecht

0 = weiblich
1 = männlich

Daten zum wurzelkanalbehandelten Zahn:

- 5) Zahn
- 6) Datum des Abschlusses der
Wurzelkanalbehandlung

Zahnnummern nach FDI-Schema

Daten zur Weiterversorgung:

- 7) Art der Versorgung

1 = Amalgamfüllung
2 = Provisorium mit Glasionomierzement
3 = Komposit-Füllung
4 = konfektionierter Stift
5 = gegossener Stift
6 = gegossene Krone oder Brücke
7 = Teilkrone, Gold
8 = Trepanation durch vorhandene
Krone oder Brückepfeiler

- | | |
|---|--|
| 8) Kavitätengröße bei Amalgam-,
Komposit- oder Ketac-Füllungen | Anzahl der Kavitätenflächen |
| 9) Datum der Versorgung | |
| 10) Haltbarkeit der Versorgung | 0 = zensiert (Zahn befindet sich am
Ende des Beobachtungszeitraumes
in situ)
1 = frakturiert/extrahiert |

3.5. Datenauswertung

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wurden aus den erfassten Daten statistische Kennwerte wie Mittelwerte, absolute und relative Häufigkeit und ihre Verteilung, Minimal- und Maximalwert, Standardabweichung und Streuung ermittelt.

Des Weiteren wurde mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes die Unabhängigkeit zweier Variablen in einer Kontingenztafel überprüft und über diese Funktion die Signifikanz bestätigt oder widerlegt.

Das Signifikanzniveau wurde auf $p \geq 0,05$ festgelegt. Als hochsignifikant wurde ein Ergebnis mit einem p-Wert von kleiner als 0,01 bezeichnet. Keine statistische Signifikanz liegt bei p-Werten größer als 0,05 vor.

Weiterhin wurden mittels der analytischen Statistik diverse Überlebensraten in Abhängigkeit von verschiedenen Variablen nach Kaplan Meier bestimmt und grafisch dargestellt.

Die verschiedenen Überlebensraten der einzelnen Versorgungsarten wurden auf ihre statistische Signifikanz mit Hilfe des Log-Rank-Tests überprüft.

Außerdem wurde durch die binäre logistische Regression die Bedeutung des Einflusses der einzelnen Variablen auf die Haltbarkeit eines postendodontisch versorgten Zahnes deutlich gemacht.

4 Ergebnisse

4.1 Beobachtungszeitraum

Der Beobachtungszeitraum der erfassten Fälle lag bei mindestens 5 Jahren. Durchschnittlich betrug der Beobachtungszeitraum 9,7 ($\pm 2,8$) Jahre.

Tabelle 1 zeigt detailliert die Beobachtungszeiträume für die einzelnen Versorgungsarten. Amalgamfüllungen (durchschnittlicher Beobachtungszeitraum: 10,3 Jahre) und Trepanationen durch Kronen oder Brücken (durchschnittlicher Beobachtungszeitraum: 10,1 Jahre) wurden im Mittel am längsten beobachtet. Bei Teilkronen (durchschnittlicher Beobachtungszeitraum: 8,9 Jahre) und konfektionierten Stiften (durchschnittlicher Beobachtungszeitraum: 9,2 Jahre) ergaben sich im Durchschnitt die kürzesten Beobachtungszeiträume. Die Untersuchungszeiträume der einzelnen postendodontischen Versorgungen unterschieden sich statistisch nicht signifikant von einander ($p \geq 0,05$).

Tabelle 1: Beobachtungszeitraum der einzelnen Versorgungen in Monaten

Versorgung	N	Minimum (in Jahren)	Maximum (in Jahren)	Mittelwert (in Jahren)	Standard- Abweichung (in Jahren)
Amalgam	98	6,0	15,9	10,4	$\pm 2,7$
Glasionomer- zement	100	5,2	15,6	9,4	$\pm 2,9$
Komposit	37	5,5	15,9	9,6	$\pm 3,3$
konfektionierter Stift	61	5,6	15,7	9,2	$\pm 2,7$
gegossener Stift	241	5,6	16,3	9,7	$\pm 2,7$
Krone/Brücke	62	5,5	15,9	9,2	$\pm 2,6$
Teilkrone	24	6,2	15,7	8,9	$\pm 2,3$
Trepanation durch Krone/Brücke	53	5,2	15,8	10,1	$\pm 3,1$

4.2 Häufigkeitsverteilung der beobachteten Fälle

4.2.1 Verteilung nach Geschlecht der Patienten

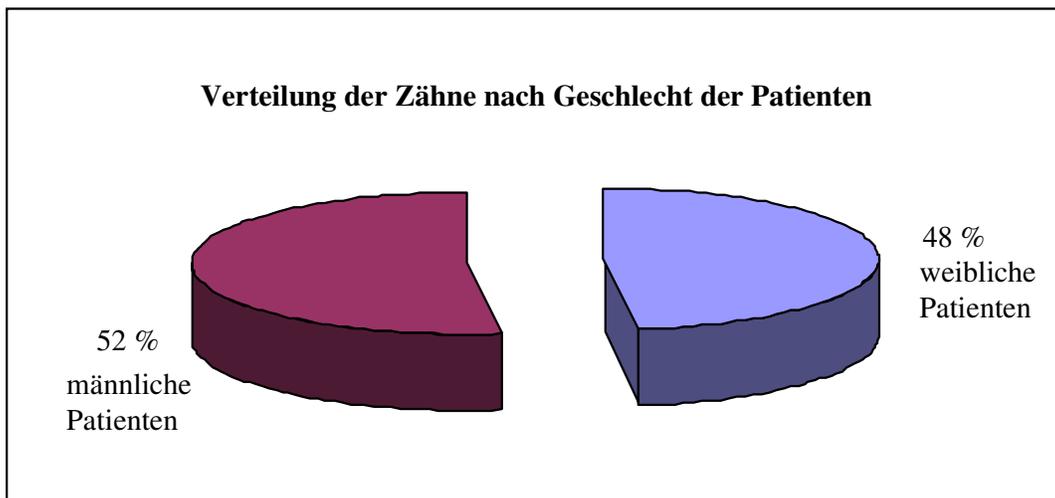


Abbildung 1: Geschlechtsspezifische Verteilung der beobachteten Zähne

Die Verteilung der erfassten Fälle nach dem Geschlecht des zugehörigen Patienten war ausgeglichen.

325 Zähne (48,1 %) waren weiblichen Patienten zuzuordnen, 351 Zähne (51,9 %) waren männlichen Patienten zuzuordnen (Abbildung 1).

Die Anzahl der weiblichen und männlichen Patienten unterschied sich nicht signifikant ($p \geq 0,05$) von einander.

4.2.2 Verteilung nach Alter der Patienten

Das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung der postendodontischen Restauration lag zwischen 18,1 Jahren (Minimum) und 76 Jahren (Maximum).

Im Durchschnitt betrug das Alter der Patienten 56,2 ($\pm 12,6$) Jahre.

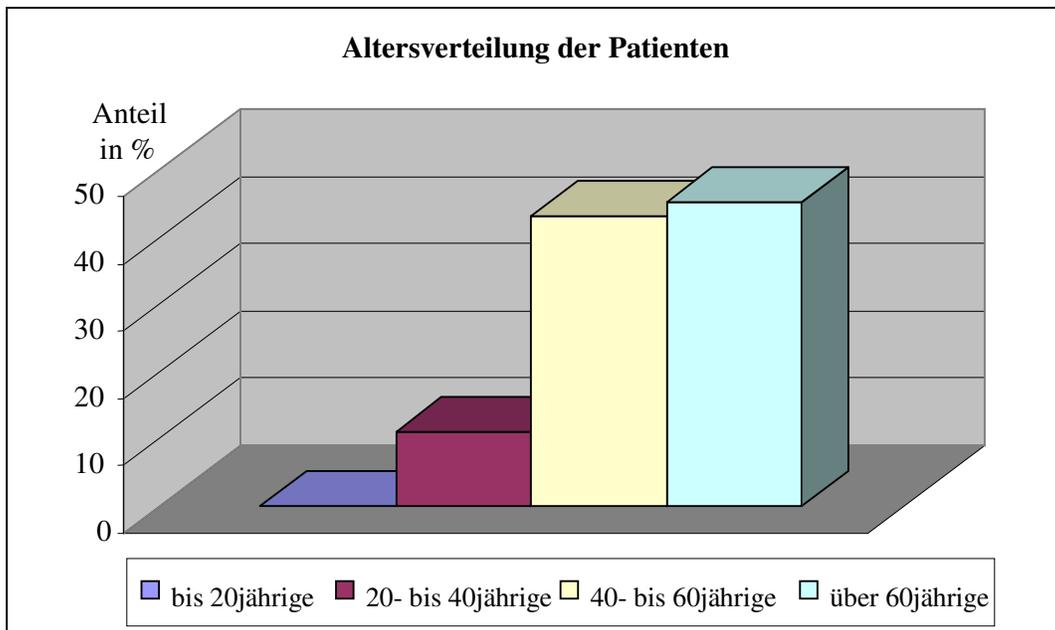


Abbildung 2: Altersverteilung der Patienten

Die Altersverteilung der Patienten in Gruppen von je zwanzig Jahren ist in Abbildung 2 dargestellt.

Hier wurde deutlich, dass die unter 20jährigen einen Anteil von 1,5 % des Gesamtkollektivs der Patienten bildeten.

11,1 % der Patienten gehörten in die Gruppe der 20- bis 40jährigen und 43,3 % des Gesamtkollektivs gehörten der Gruppe der 40- bis 60jährigen an.

Die über 60jährigen bildeten einen Anteil von 45,4 % an der Gesamtanzahl der erhobenen Fälle.

Patienten mit einem Alter von über 40 Jahren wurden signifikant häufiger postendodontisch behandelt, als Patienten mit einem Alter unter 40 Jahren ($p \leq 0,05$).

4.2.3 Verteilung in Ober- und Unterkiefer

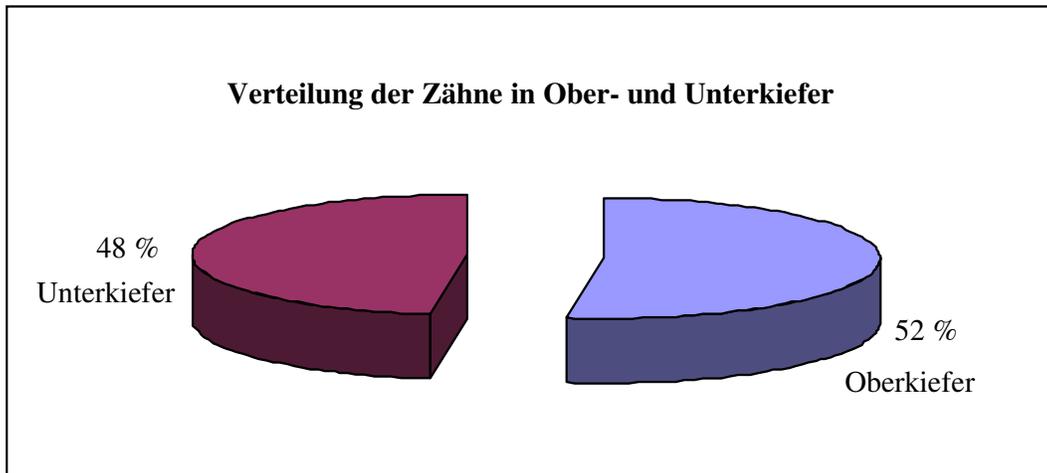


Abbildung 3: Verteilung OK/UK

Die Verteilung der in dieser Studie erfassten Zähne auf den Ober- und Unterkiefer war mit 353 Zähnen (52,2 %) für den Oberkiefer und mit 323 postendodontisch versorgten Zähnen (47,8 %) für den Unterkiefer ausgeglichen (Abbildung 3).

Der Unterschied war nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

4.2.4 Verteilung nach Quadranten

Die Verteilung der beobachteten Zähne dieser Studie in den 4 Quadranten war ebenfalls ausgeglichen, hier lagen keine statistisch signifikanten Unterschiede vor ($p \geq 0,05$).

Im ersten Quadrant befanden sich 26 % der Zähne, dem zweiten Quadranten war mit einem Anteil von 26,2 % nur ein Zahn mehr zuzuordnen. Ein knappes Viertel (24,9 %) der für diese Untersuchung relevanten Zähne befand sich im dritten Quadranten. Der geringste Anteil an untersuchten Zähnen befand sich mit 22,9 % im vierten Quadranten der Patienten.

4.2.5 Verteilung nach Prämolaren und Molaren

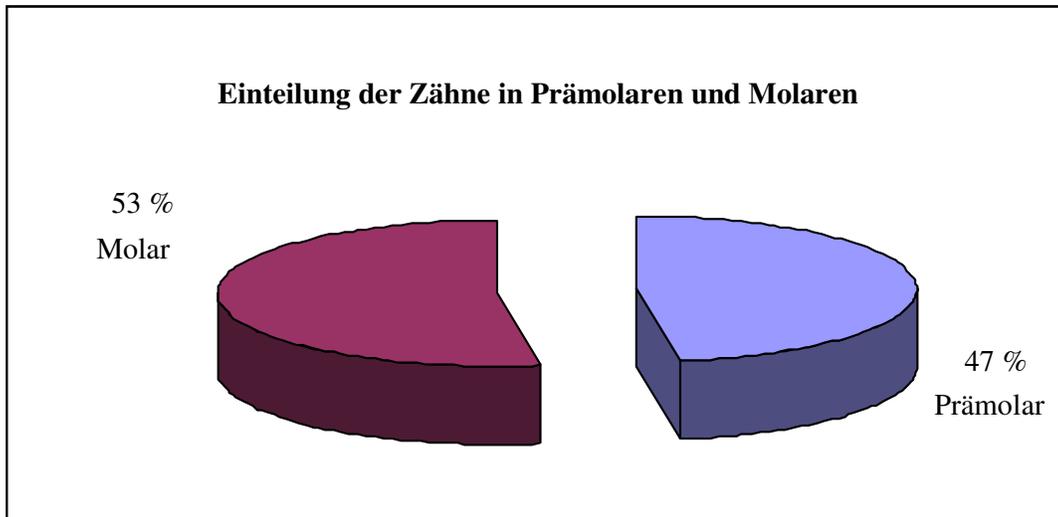


Abbildung 4: Verteilung Prämolaren und Molaren

Auch die Einteilung der 676 postendodontisch versorgten Zähne war mit 47,5 % Prämolaren und 52,5 % Molaren ausgeglichen.

In beiden Zahngruppen schien die Indikation zur Wurzelkanalbehandlungen mit anschließender Restauration etwa gleich häufig gegeben zu sein, es lagen keine statistisch signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$) vor (Abbildung 4).

4.2.6 Verteilung nach FDI-Schema

Die Verteilung der Zähne nach FDI-Schema beinhaltet sowohl die Quadrantenzugehörigkeit, als auch die Zahnreihenfolge von mesial nach distal.

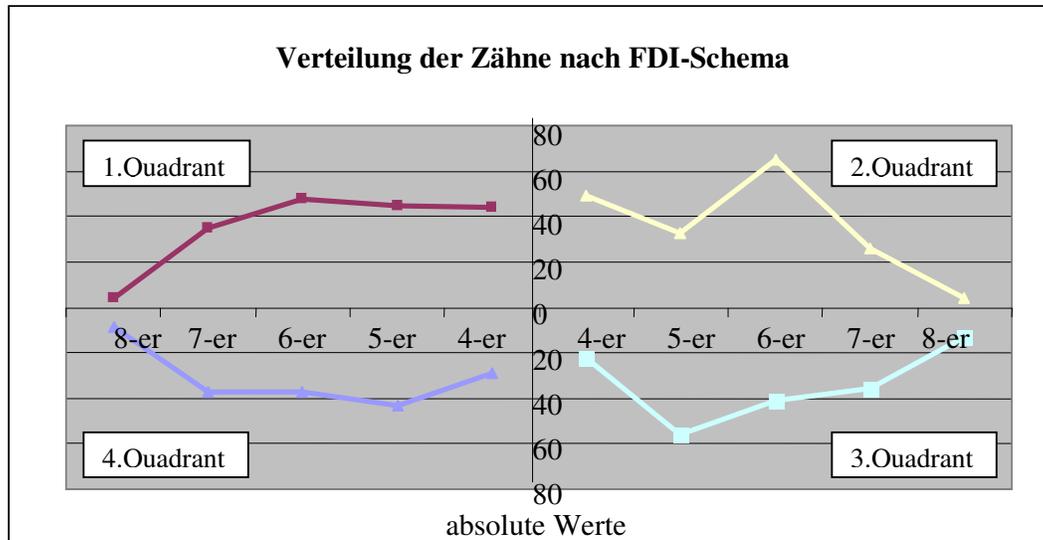


Abbildung 5: Verteilung nach FDI-Schema

Der Anteil der postendodontischen Behandlungen an den 3. Molaren im ersten und zweiten Quadranten betrug je 0,6 % am Gesamtanteil. Im Unterkiefer, also den Quadranten 3 und 4 wurde mit 1,9 % im 3. Quadranten und 1,3 % im 4. Quadranten eine postendodontische Restauration an einem 3. Molaren abgeschlossen.

Der größte postendodontische Behandlungsbedarf aller Zähne lag in dieser Studie bei Zahn 26 mit 9,6 % vor, gefolgt von Zahn 35 mit 8,3 % (Abbildung 5).

Erste Molaren werden signifikant häufiger und 3. Molaren signifikant seltener behandelt als andere Seitenzähne ($p \leq 0,05$).

4.2.7 Verteilung nach Restaurationsarten

Die Verteilung der beobachteten Zähne nach dem Kriterium der Art der Weiterversorgung wird in Abbildung 6 dargestellt.

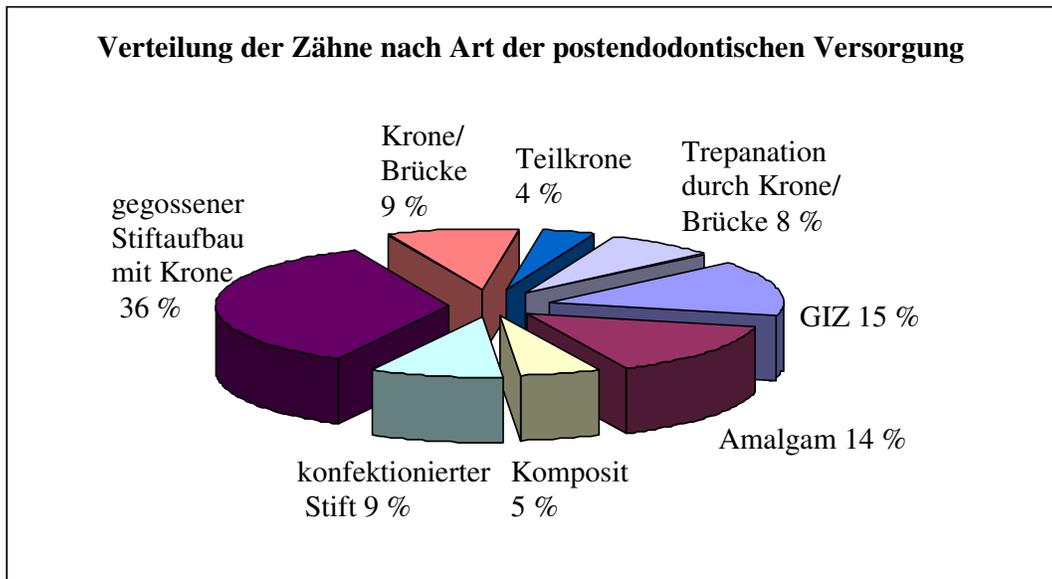


Abbildung 6: Verteilung nach Art der postendodontischen Versorgung

241 Zähne (35,7 %) dieser Untersuchung wurden nach abgeschlossener Wurzelkanalbehandlung mit einem gegossenen Stiftaufbau versehen, welcher anschließend mit Kronen- oder Brückenprothetik versorgt wurde.

Außerdem wurden 100 provisorische Glasionomer-Zement-Füllungen (GIZ) und 98 Amalgamfüllungen erfasst, die jeweils einen Anteil von knapp 15 % am Gesamtkollektiv der Fälle ausmachten.

Die vierthäufigste Restaurationsart bildeten die 62 Kronen und Brücken (9,2 %) (ohne Kombination mit einem Stift/Stiftaufbau), gefolgt von der Versorgung mit konfektionierten Stiften mit 61 Zähnen (9 %).

In 7,8 % der untersuchten Fälle wurde durch eine Krone oder Brückenanker trepaniert und die Trepanationsöffnung verschlossen, ohne Anfertigung von neuer prothetischer Versorgung.

Diese Studie beinhaltet außerdem 37 Komposit-Füllungen (5,5 %) als postendodontische Versorgungsart.

Mit einer Anzahl von 24 (3,6 %) bildete die Gruppe der Teilkronen die kleinste Untersuchungsgruppe.

Die erfassten Zähne wurden postendodontisch signifikant häufiger mit Amalgamfüllungen, GIZ und gegossenen Stiften versorgt als mit allen anderen Versorgungsarten ($p \leq 0,001$).

4.2.8 Verteilung nach Kavitätengröße der Füllungsrestorationen

Bei Zähnen mit plastischen Füllungen wurden als Variabel nicht nur die Restaurationsart der wurzelkanalbehandelten Zähne registriert und untersucht, sondern auch die Größe der jeweiligen Versorgung und damit indirekt auch die Größe des vorangegangenen Defektes.

Bei den konservierenden Materialien Amalgam und Komposit und dem provisorischen Glasionomer-Zement wurden die Kavitätengrößen aus den Akten erfasst und folgende Verteilung ergaben sich:

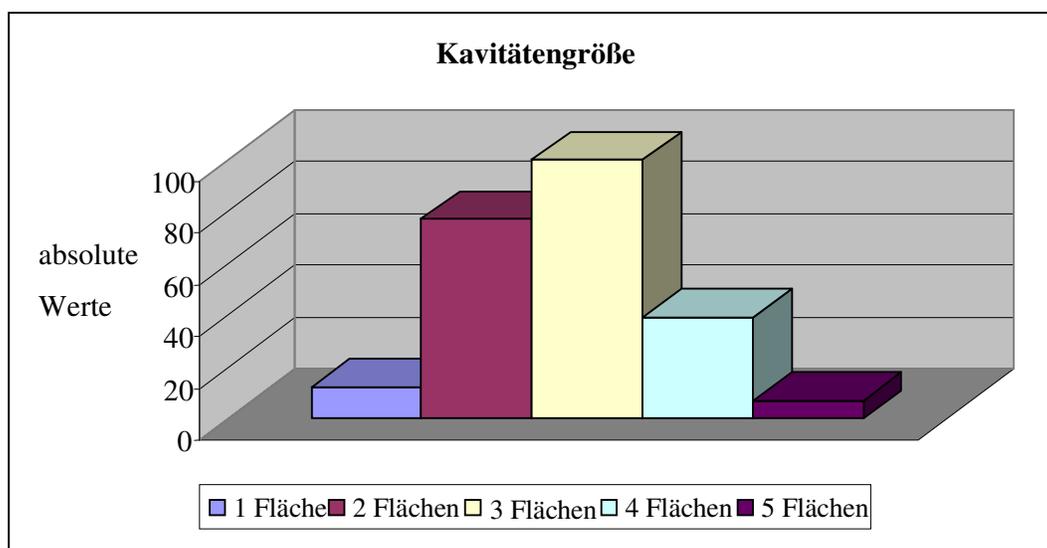


Abbildung 7: Verteilung der Kavitätengröße der Füllungen

In der Abbildung 7 wurde die Gesamtverteilung aller Füllungen auf die unterschiedlichen Kavitätengrößen dargestellt.

Insgesamt wurden in allen drei Füllungsgruppen 12 einflächige Füllungen (5,1 %), 77 zweiflächige Füllungen (32,8 %), 100 dreiflächige Füllungen (42,6 %), 39 vierflächige Füllungen (16,6 %) und 7 fünfflächige Füllungen (3 %) erfasst.

Die Abbildung 8 - 11 zeigen die Verteilungen der Kavitätengröße der einzelnen Füllungsmaterialien.

Die Unterschiede sind statistisch signifikant ($p \leq 0,001$). Zwei- und dreiflächige Füllungen wurden signifikant häufiger erfasst als ein- und fünfflächige Füllungen.

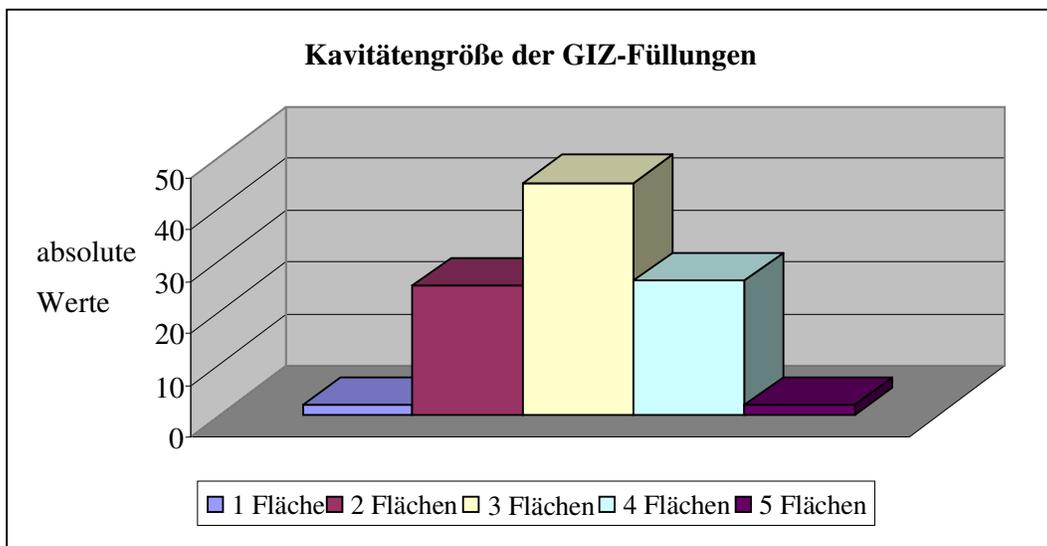


Abbildung 8: Verteilung nach Kavitätengröße der GIZ-Füllungen

Unter den insgesamt 100 Glasionomer-Zement-Füllungen (GIZ) befanden sich jeweils 2 einflächige und fünfflächige Defekte (je 2 %), knapp die Hälfte (45 %) dieser Versorgung bestand aus dreiflächigen Füllungen. 25 % der Glasionomer-Zement-Füllungen waren zweiflächige Kavitäten, 26 % waren vierflächige Kavitäten (**Abbildung 8**).

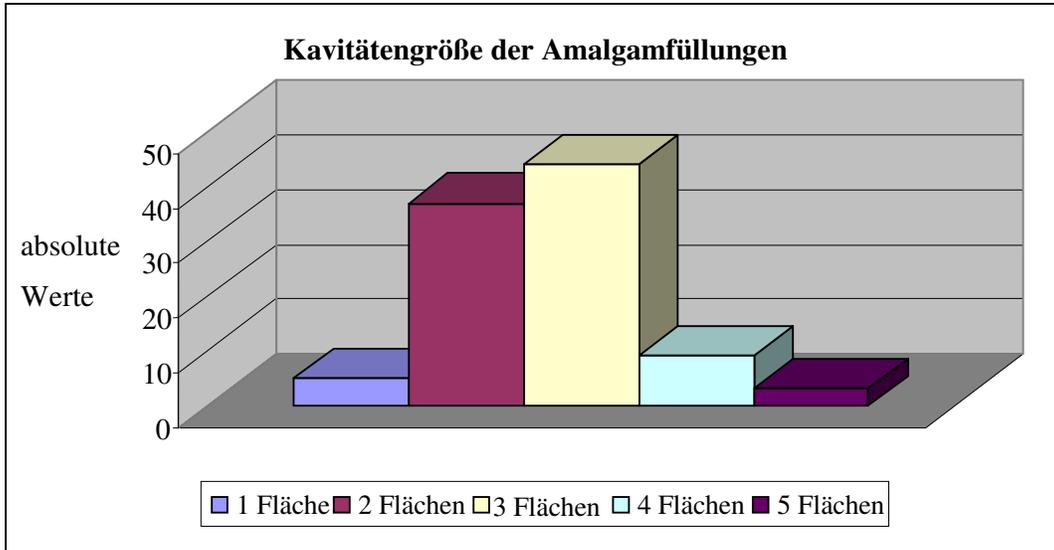


Abbildung 9: Verteilung nach Kavitätengröße der Amalgamfüllungen

Unter den 98 Amalgamfüllungen ergab sich folgendes Bild der Verteilung auf die Kavitätengrößen: Auf die einflächigen und fünfflächigen Kavitäten fielen 5 % bzw. 3 %. Weiterhin traten 37 zweiflächige (37,8 %) und 44 dreiflächige (44,9 %) Amalgamfüllungen auf. Die Anzahl der vierflächigen Füllungen dieser Restaurationsart belief sich auf 9 (9,2 %) (**Abbildung 9**).

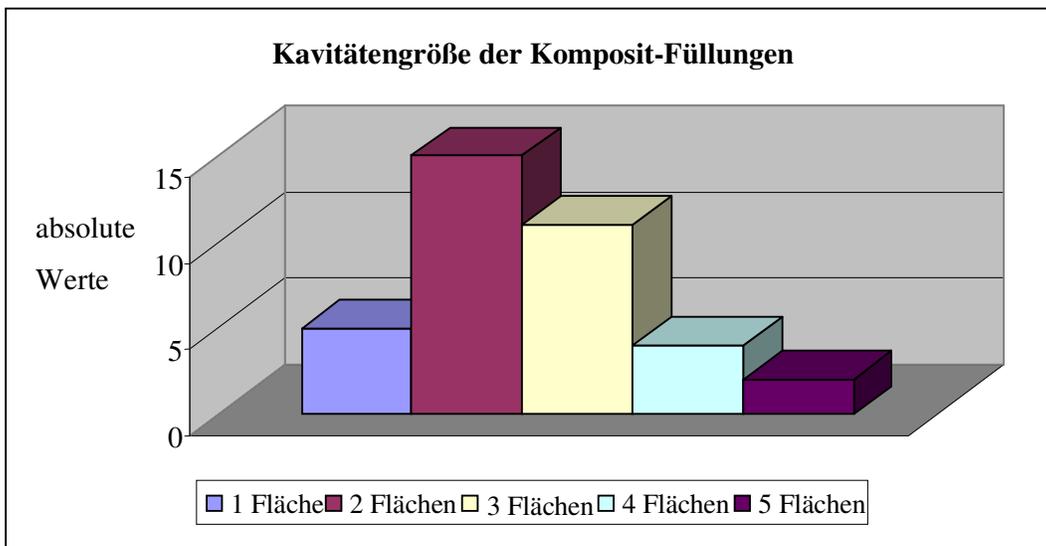


Abbildung 10: Verteilung nach Kavitätengröße der Komposit-Füllungen

Betrachtete man die Verteilung von Kavitätengrößen der Komposit-Füllungen, so wurden 5 einflächigen Füllungen (13,5 %), 15 zweiflächige Füllungen (40,5 %), 11 dreiflächige (29,7 %), 4 vierflächige (10,8 %) und 2 fünfflächige (5,4 %) Füllungen erfasst (Abbildung 10).

4.3 Überlebenszeitanalysen der beobachteten Zähne

4.3.1 Überlebenszeitanalysen nach Kaplan Meier

Um die Überlebenszeitanalysen der postendodontisch versorgten Zähne in Abhängigkeit der verschiedenen Variablen zu ermitteln, wurde die Kaplan-Meier-Methode gewählt.

Dazu wurden die erfassten 676 gültigen Fälle eingeteilt in:

- 1) zensierte Fälle, also der Anteil der Zähne die den Beobachtungszeitraum vom Beenden der Wurzelkanalbehandlung bis zum letzten Befund unbeschadet in der Mundhöhle überstanden haben, ohne dass ein Ereignis eingetreten ist, und
- 2) in den Anteil der Fälle, welche durch ein Ereignisse wie einer Fraktur oder Extraktion die im Zusammenhang mit der postendodontischen Versorgung stand, innerhalb des Beobachtungszeitraumes ausschieden.

Durch die Anwendung der Kaplan-Meier-Methode (und die graphische Darstellung der Überlebenszeitanalyse mit der selbigen) konnten sowohl die Überlebenswahrscheinlichkeit für einen bestimmten Zeitpunkt für die jeweiligen Variablen abgelesen werden, als auch umgekehrt auf den Zeitpunkt geschlossen werden, an dem sich noch ein bestimmter Anteil der postendodontisch restaurierten Zähne in situ befand.

Des Weiteren ließ sich ein Mittelwert der Überlebenszeit für die einzelnen Variablen bestimmen, der als Prognose verstanden werden konnte. Dieser Mittelwert wurde mit Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall angegeben.

Um die verschiedenen analysierten Variablen und ihren Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit eines Zahnes auf signifikante Unterschiede zu testen wurde der Log-Rang-Test durchgeführt. Mit Hilfe dieses Signifikanztests wurde dargestellt ob sich die Ereignisse zufällig ergaben, oder von den getesteten Variablen abhängig waren.

4.3.2 Überlebenszeitanalysen aller Fälle

Betrachtete man die Gesamtzahl der 676 gültigen Zähne, die als Basis dieser Studie dienten, und unterteilte sie in Ereignisse (= Fraktur) und zensierte Fälle, unabhängig von allen weiteren aufgenommenen und selektierten Variablen, so ergab sich eine Anzahl von 93 (13,8 %) postendodontisch behandelten Zähnen, die den gesamten Beobachtungszeitraum nicht überstanden haben und extrahiert werden mussten. 583 Zähne (86,2 %) „überlebten“ die beobachtete Verweildauer in der Mundhöhle.

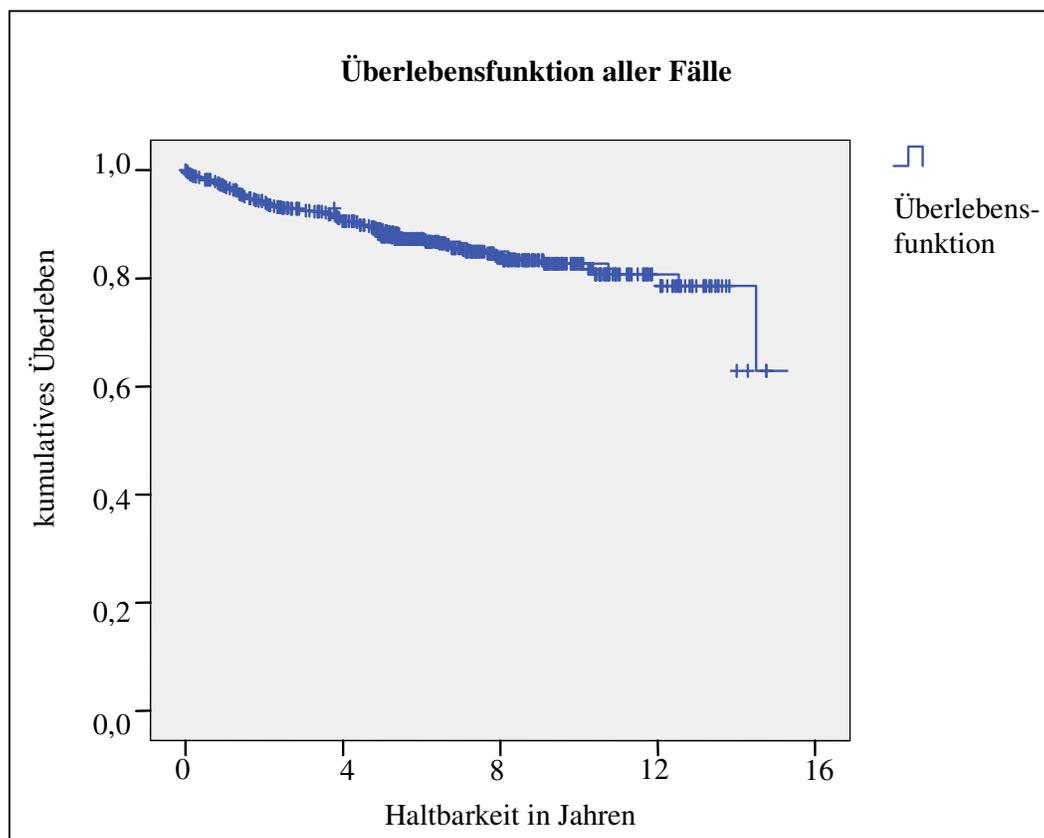


Abbildung 11: Überlebensfunktion aller Fälle

Für die Prognose postendodontisch restaurierter Zähne ließ sich allgemein für die Überlebenswahrscheinlichkeit in situ ein Mittelwert von 13,6 Jahre (= 163,4 Monaten \pm 2,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 13,1 - 14,1 Jahre) errechnen.

Durch die graphische Kaplan-Meier-Darstellung wurde das kumulative Überleben in Abhängigkeit zur Zeit (in Jahren) dargestellt (Abbildung 11).

So ließ sich ablesen, dass nach einem Jahr 97,1 % der Zähne immer noch vorhanden waren, also 19 Zähne extrahiert wurden. Nach drei Jahren verringert sich der Anteil der Zähne in situ auf 92,8 %. Im fünften Jahr der Beobachtung betrug dieser nur noch 89,5 %; 65 Zähne wurden extrahiert. Im siebten Jahr des Untersuchungszeitraumes befanden sich 86,8 % der Zähne in situ.

4.3.3 Überlebenszeitanalysen nach patientenspezifischen Variablen

4.3.3.1 Überlebenszeitanalysen nach dem Geschlecht der Patienten

Führte man mit Hilfe der Kaplan-Meier-Methode die Überlebenswahrscheinlichkeitsanalyse für beide Geschlechtergruppen durch und verglich diese miteinander, so zeigte die graphische Darstellung der Kaplan-Meier-Funktion einen leicht niedrigeren Verlauf der Überlebenszeitkurve für männliche als für weibliche Patienten (Abbildung 12).

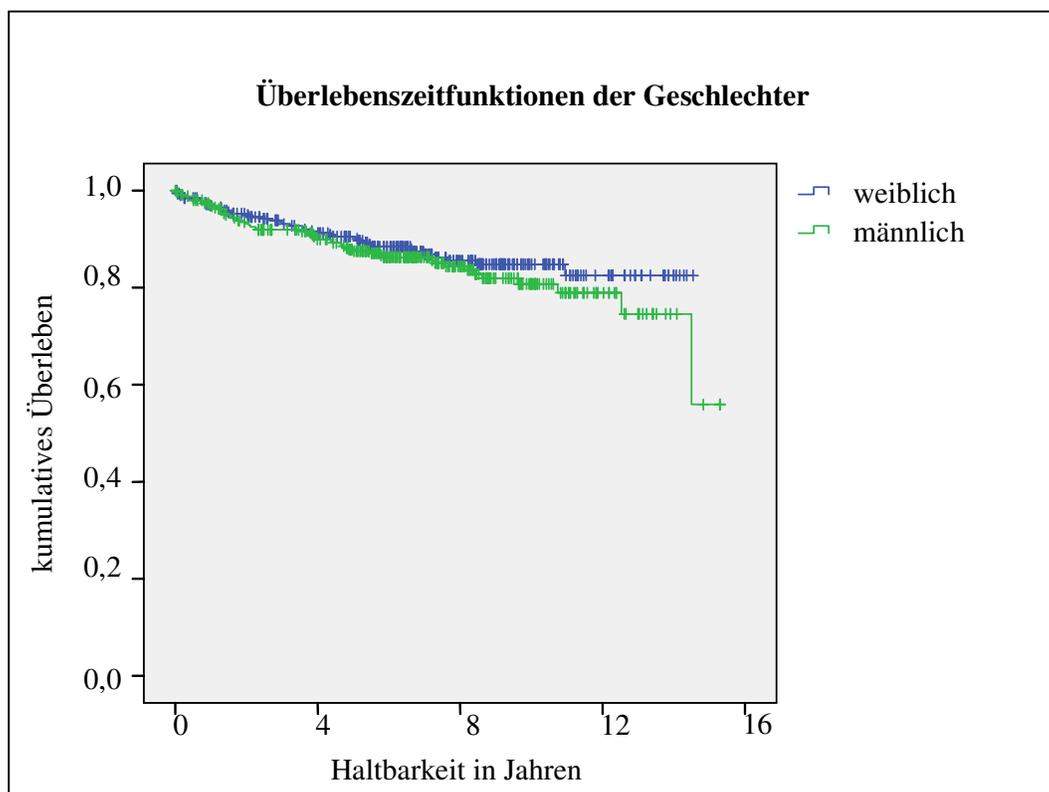


Abbildung 12:Überlebensfunktionen der Geschlechter

In Zahlen ausgedrückt bedeutete das ein Überleben von 97,2 % für Frauen und 97,1 % für Männer nach einem Jahr. Nach drei bzw. fünf Jahren sankt die Überlebensquote auf 93,8 % bzw. 90,5 % für Frauen und 91,9 % bzw. 88,5 % für Männer. Nach sieben Jahre konnte man Werte von 87,4 % für weibliche, und 86,2 % für männliche Patienten ablesen.

Insgesamt verblieben 87,7 % der beobachteten Zähne bei den weiblichen Patienten in situ, bei den männlichen Patienten waren es 84,2 %.

Der Unterschied war nicht signifikant ($p = 0,32$).

4.3.3.2 Überlebenszeitanalysen nach dem Alter der Patienten

Um das Überleben der erfassten, postendodontisch versorgten Zähne in Abhängigkeit vom Alter der Patienten zu untersuchen, wurde das Gesamtkollektiv in Altersgruppen von je 20 Jahren eingeteilt um die Ergebnisse übersichtlicher zu gestalten.

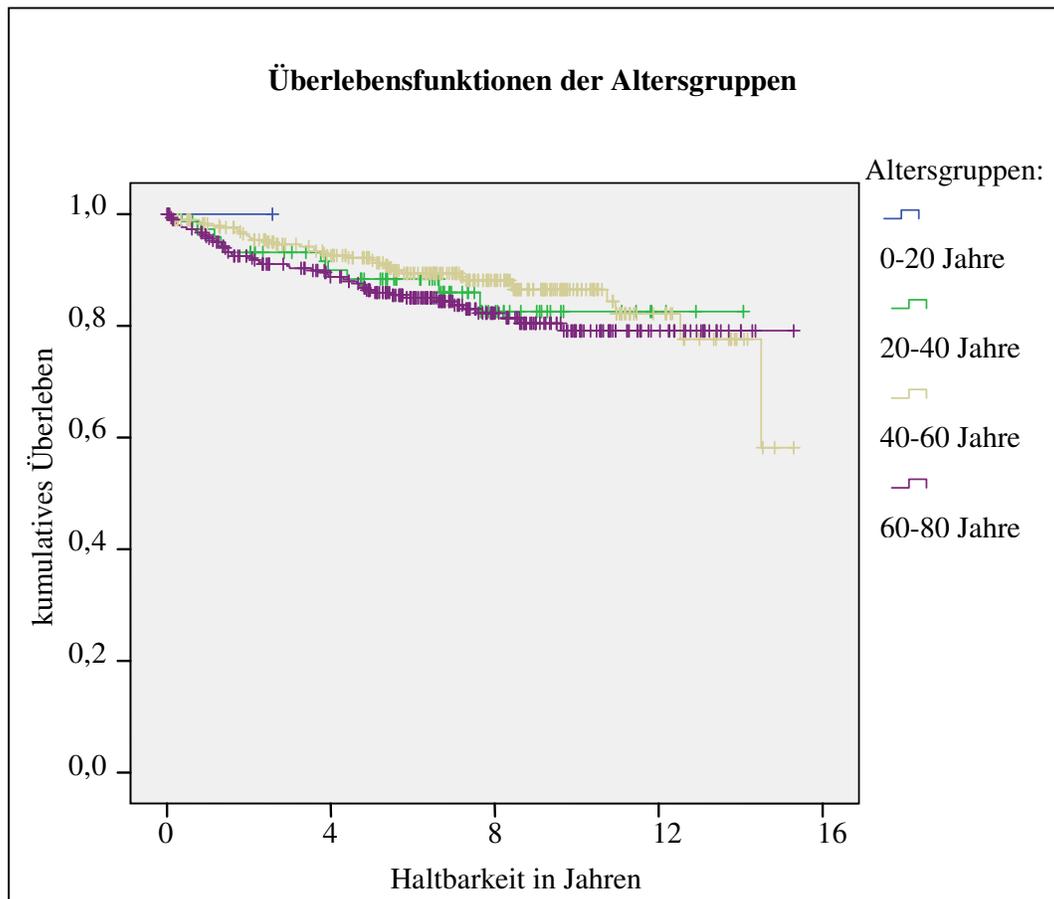


Abbildung 13: Überlebensfunktionen der Altersgruppen

Für jede Altersgruppe wurde die Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier ermittelt und dargestellt. So ergaben sich drei relevante Kurven, da die Gruppe der bis 20jährigen nur einen Fall enthielt und somit nicht aussagekräftig war (Abbildung 13).

Die übrigen drei Gruppen lagen dicht beieinander und überschritten sich. Insgesamt zeigt sich für die Gruppe der 60- bis 80jährigen Patienten die geringste Überlebenswahrscheinlichkeit, am Ende des Beobachtungszeitraumes befanden sich hier 84,3 % der postendodontisch behandelten Zähne in situ.

Der Unterschied war nicht signifikant ($p = 0,46$).

4.3.4 Überlebenszeitanalysen nach zahnspezifischen Variablen

4.3.4.1 Überlebenszeitanalysen nach Einteilung in Ober- und Unterkiefer

Um die Verweildauer und das Überleben in situ eines postendodontisch versorgten Zahnes auf Abhängigkeit von der Lage in Ober- oder Unterkiefer zu testen, wurden für die beiden Gruppen je eine Überlebenskurve nach Kaplan-Meier (Abbildung 14) erstellt.

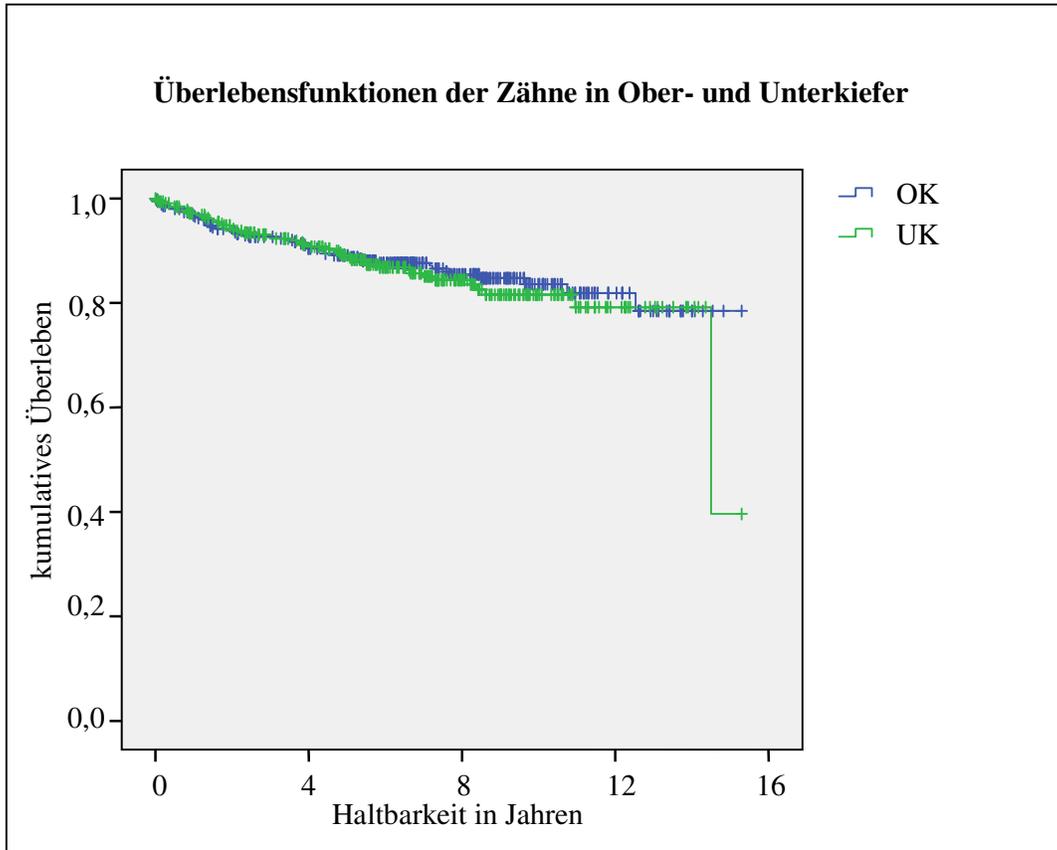


Abbildung 14: Überlebensfunktionen der Zähne in Ober- und Unterkiefer

Nach einem Jahr befanden sich 97,1 % der Ober- und ein genau so großer Anteil der im Unterkiefer lokalisierten postendodontisch versorgten Zähne in situ. Auch der weitere Verlauf beider Kurven blieb auf gleichem Niveau.

Das mittlere Überleben eines wurzelkanalbehandelten Oberkiefer- oder Unterkieferzahnes ergab Werte von 13,8 Jahren (= 165,6 ± 3,5 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 13,18 – 14,37 Jahre) für den Oberkiefer.

Für den Unterkiefer ergab sich ein Mittelwert für die Überlebenswahrscheinlichkeit von 13,4 Jahren (= 160,4 ± 4,6 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 12,61 – 14,12 Jahre).

Das Gesamtüberleben am Ende der Beobachtung wurde mit 86,4 % für Oberkieferzähne und 86,1 % Unterkieferzähne errechnet.

Die Überlebensraten in Ober- und Unterkiefer unterscheiden sich nicht signifikant ($p = 0,609$).

4.3.4.2 Überlebenszeitanalysen nach Einteilung in Prämolaren und Molaren

Die Überlebenszeitfunktionen, einzeln erstellt für Prämolaren und Molaren, zeigten im Vergleich zu einander eine auf leicht höherem Niveau verlaufende Kurve für Prämolaren. Insgesamt überlagerten und schnitten sich beide Kurvenverläufe mehrmals (Abbildung 15).

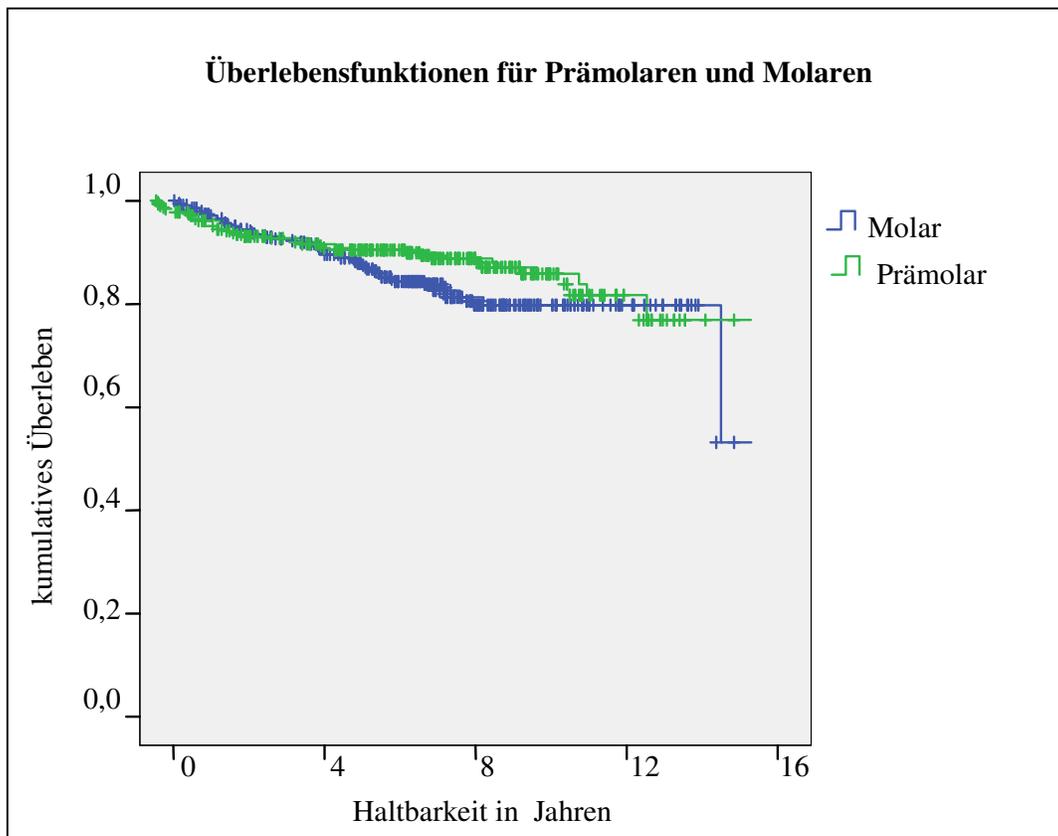


Abbildung 15: Überlebenszeitanalysen von Prämolaren und Molaren

Die Überlebenswahrscheinlichkeit für Prämolaren wurde mit 88,5 % am Ende des Beobachtungszeitraumes angegeben, 37 der 321 Prämolaren wurden extrahiert da sie nicht mehr zu erhalten waren. Bei den Molaren betrug der Überlebensanteil am Ende der Beobachtung 84,2 %, 56 der 355 Molaren „überlebten“ nicht.

Für das mittelwertige Überleben wurden für einen Prämolaren 13,9 Jahre (= $167,17 \pm 3,9$ Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 13,3 – 14,56 Jahre) ermittelt.

Für die Molaren wurde ein Mittelwert für das Überleben von 13,4 Jahren ($= 160,2 \pm 4,0$ Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 12,70 – 14,01 Jahre) als Prognose ermittelt. Der Unterschied war nicht signifikant ($p = 0,109$).

4.3.4.3 Überlebenszeitanalysen nach Art der Zähne

Betrachtete man die Überlebenszeitfunktion der einzelnen Zähne, eingeteilt nach ihrer Art, so zeigte sich, dass die 1. Prämolaren einen Anteil von 86,1 % in situ und 13,8 % Extraktionen in ihrer Gruppe am Ende des Beobachtungszeitraumes verzeichneten. Die 2. Prämolaren waren mit einem Anteil von 90,4 % in situ verbliebene Zähne und 9,6 % Extraktionen vertreten.

Die 1. Molaren wiesen einen unversehrten Anteil von 84,8 % auf, bei den 2. Molaren und 3. Molaren „überlebten“ 84,8 %, bzw. 83,3 % den Beobachtungszeitraum in situ. Abbildung 16 stellt die Überlebenszeitfunktionen der Zahngruppen graphisch dar. Die einzelnen Kurven überlagerten und schnitten sich.

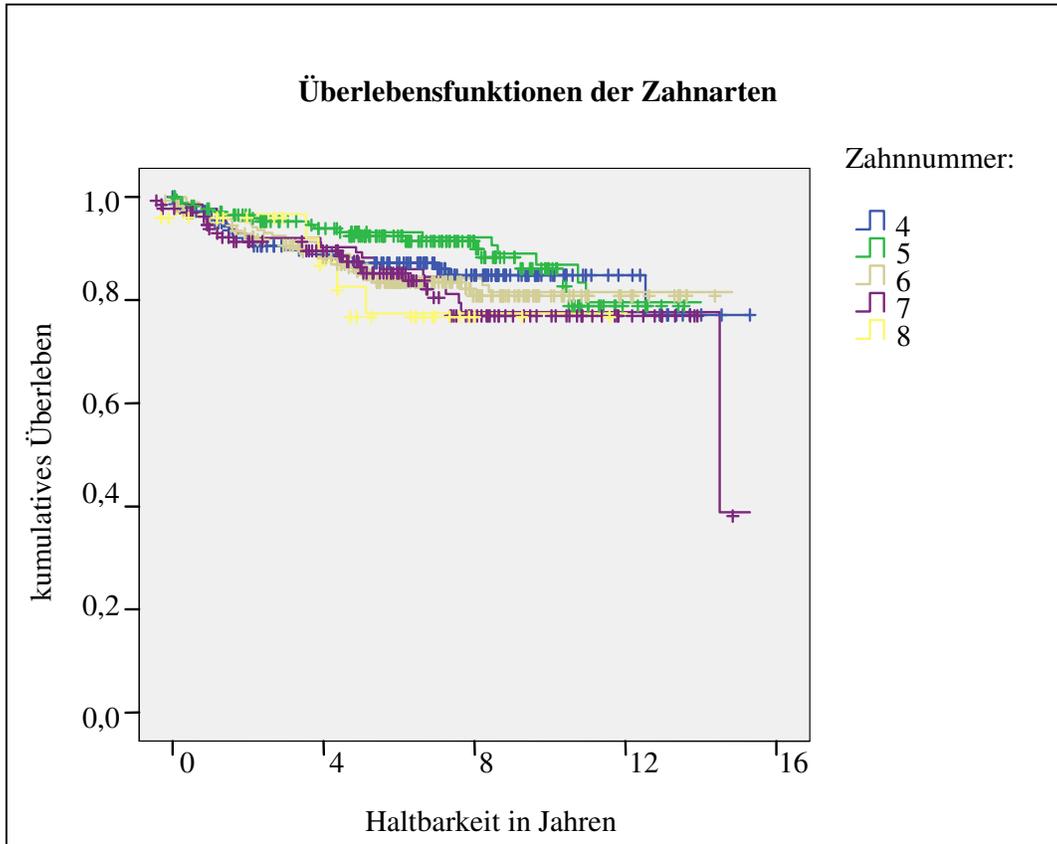


Abbildung 16: Überlebensfunktionen der Zahnarten

Die mittelwertigen Überlebenszeiten der einzelnen Zähne zeigten folgende Ergebnisse: Für wurzelkanalbehandelte 3. Molaren ergab sich ein mittleres Überleben von 10,6 Jahren (= 126,7 ± 2,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 9,02 – 12,1 Jahre). Für 2. Molaren und 2. Prämolaren ergaben sich mittlere Überlebenswahrscheinlichkeiten von 13,1 Jahren (= 157 bzw. 157,6 ± 6,4 / bzw. 4 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 12,04 – 14,13 bzw. 12,48 – 13,78 Jahren).

Für die 1. Molaren ergaben sich Prognosen von 13,3 Jahren (= 160 ± 4,3 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 12,63 – 14,17 Jahren).

Die längsten mittleren Überlebenswerte ließen sich für die 1. Prämolaren ermitteln. Sie erreichten eine mittlere Verweildauer in situ von 13,7 Jahre (= 164,5 ± 5,6 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 12,78 – 14,63 Jahre).

Die Signifikanz von $p = 0,344$ zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied der Überlebenszeitanalysen der einzelnen Zähne.

4.3.4.4 Überlebenszeitanalysen nach Quadranten

Abbildung 17 zeigt vier Überlebenszeitfunktionen, erstellt für die einzelnen Quadranten in denen sich die untersuchten, postendodontisch versorgten Zähne befanden.

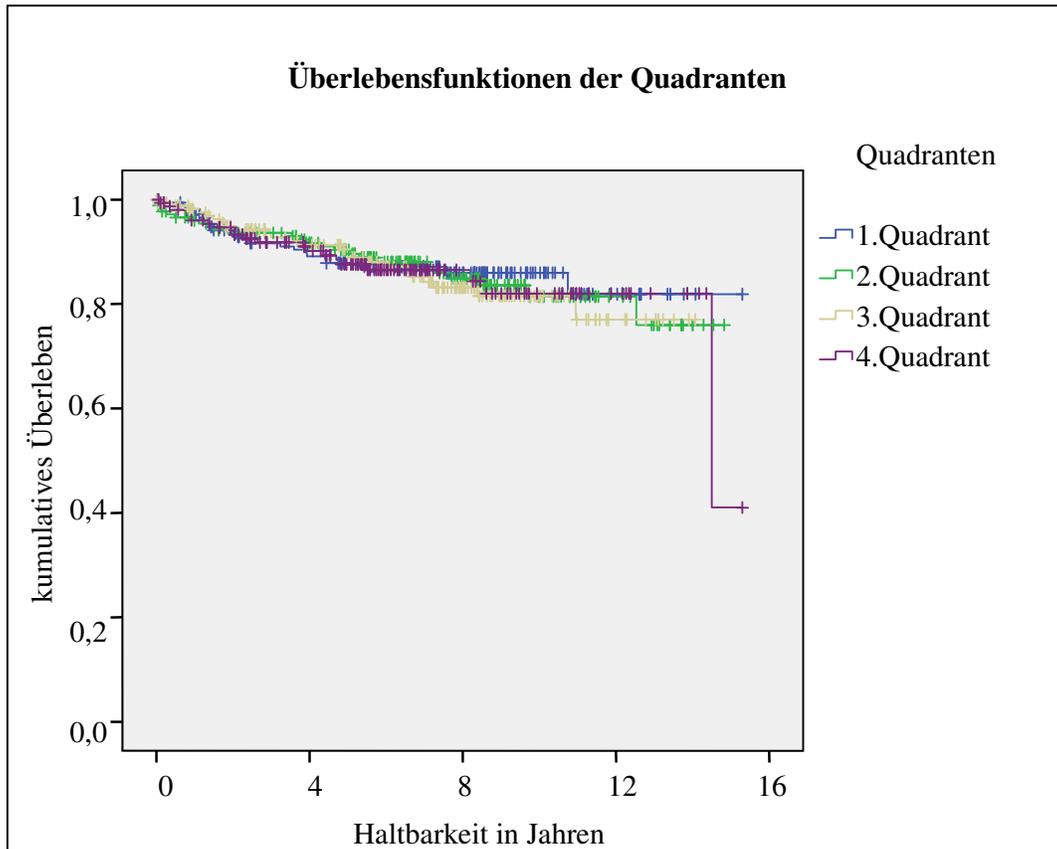


Abbildung 17: Überlebensfunktionen der Quadranten

Die Errechnung der Werte für das mittlere Überleben der Zähne in den einzelnen Quadranten folgende Werte:

Im 3. Quadrant „überlebten“ die postendodontisch versorgten Zähne im Mittel 12,6 Jahre (= 151,5 ± 4,6 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 11,86 – 13,38 Jahre). Im 2. Quadranten verblieben die erfassten Zähne im Mittel 13,3 Jahre (= 160 ± 4,7 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 12,57 – 14,10 Jahre).

Für den 4. Quadranten wurden Werte für das mittlere Überleben von 13,5 Jahre (= 161,8 ± 5,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 12,53 – 14,44 Jahre) errechnet.

Im 1. Quadranten fand man den höchsten Mittelwert für das Überleben in situ mit 13,9 Jahren (= 166,9 ± 4,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 13,12 – 14,71 Jahre).

Der Unterschied war nicht signifikant (p = 0,959).

4.3.5 Überlebenszeitanalyse nach Versorgungsart

In diesem Kapitel werden die Überlebenswahrscheinlichkeiten für die einzelnen Restaurationsarten dargestellt und miteinander verglichen, um so Prognosen für die einzelnen Versorgungsarten erstellen zu können.

Tabelle 2: Gesamtüberleben nach Versorgungsart

Versorgung	Gesamtzahl N	Extraktionen		Überleben	
		N	Prozent	N	Prozent
Amalgamfüllungen	98	29	29,6 %	69	70,4 %
Glasionomer-Zement-Füllungen	100	37	37 %	63	63,0 %
Komposit-Füllungen	37	3	8,1 %	34	91,9 %
konfektionierte Stifte	61	9	14,8 %	52	85,2 %
gegossene Stifte	241	10	4,1 %	231	95,9 %
Kronen/Brücken	62	3	4,8 %	59	95,2 %
Teilkronen	24	0	0 %	24	100,0 %
Trepanation durch Krone/ Brücke	53	2	3,8 %	51	96,2 %
Gesamt	676	93	13,8 %	583	86,2 %

Tabelle 2 zeigt den Anteil der in situ verbliebenen und extrahierten Zähne für jede Versorgungsart, der am Ende des Beobachtungszeitraumes vorliegt.

100 % der Teilkronen befanden sich zum Schluss in situ. Die Gruppe der postendodontisch behandelten Zähne, deren Trepanation durch eine gegossene, prothetische Restauration erfolgte, wiesen einen Anteil von 96,2 % für das Gesamtüberleben am Ende der Beobachtung auf. Die Gruppen der gegossenen Stiftaufbauten erreichten einen

Anteil von 95,9 % an Zähnen in situ und die Gruppe der Kronen- und Brückenprothetik erreichte einen Anteil von 95,2 % an Zähnen in situ am Ende der Beobachtung. Komposit-Füllungen erreichten insgesamt einen Anteil von 91,9 % an Zähnen in situ. Die Versorgung mit konfektionierten Stiften wies einen Wert von 85,2 % für das Gesamtüberleben auf. Ein Anteil von 70,4 % verbliebenen Zähnen, die mit Amalgamfüllungen versorgt wurden, befanden sich ebenfalls bis zum Ende der Untersuchung in situ. Die provisorischen Glasionomer-Zement-Füllungen erreichten einen Anteil von 63,0 % verbliebenen Zähnen.

Tabelle 3: Mittelwerte für die Überlebenszeiten der Versorgungen

Versorgungsart	Mittelwert (in Jahren)	Standard- Fehler (in Jahren)	95 % - Konfidenzintervall (in Jahren)	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Amalgamfüllungen	11,82	± 0,62	10,61	13,04
Glasionomer-Zement- Füllungen	6,63	± 0,53	5,59	7,66
Komposit-Füllungen	13,45	± 0,84	11,80	15,09
konfektionierte Stifte	12,76	± 0,61	11,56	13,95
gegossene Stifte	13,90	± 0,18	13,55	14,26
Kronen/Brücken	14,03	± 0,32	13,41	14,65
Trepanation durch Krone/ Brücke	15,32	± 0,42	14,49	16,15
Gesamt	13,55	± 0,24	13,06	14,03

Die Mittelwerte für das Überleben der einzelnen Versorgungsarten mit ihren Standard-Fehlern und 95 %-Konfidenzintervall wurden ebenfalls berechnet (Tabelle 3).

Lediglich die Versorgungsart der Teilkronen ergab keine Mittelwerte, da in dieser Gruppe alle Fälle als „zensierte“ Werte beobachtet wurden und kein Ereignis wie eine Extraktion eintrat.

Das mittlere Überleben wurde für Trepanationen durch Kronen oder Brücken mit 15,3 Jahren (= 183,8 ± 5,1 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 14,49 – 16,15 Jahre) angegeben.

Das mittlere Überleben der Kronen- und Brückenversorgungen wurde mit einem Wert von 14 Jahre (= 168,3 ± 3,8 Monaten und 95 %-Konfidenzintervall 13,41-14,65) angegeben.

Die mittlere Verweildauer für postendodontisch versorgte Zähne beliefen sich für gegossenen Stiftaufbauten auf 13,9 Jahre (= 166,8 ± 2,2 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 13,55 - 14,26 Jahre).

Komposit-Versorgungen erreichten ein mittleres Überleben von 13,4 Jahre (= 161,3 ± 10 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 11,80 - 15,09 Jahre).

Das mittlere Überleben der konfektionierten Stifte belief sich auf 12,8 Jahre (= 153,1 ± 7,3 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 11,56 - 13,95 Jahre).

Für Amalgamfüllungen wurde eine mittlere Überlebenszeit von 11,8 Jahre (= 141,9 ± 7,5 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 10,61 – 13,04 Jahre) ermittelt.

Die provisorischen Glasionomer-Zement-Füllungen hielten im Mittel 6,6 Jahre (= 79,5 ± 6,3 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 5,59 - 7,66 Jahre).

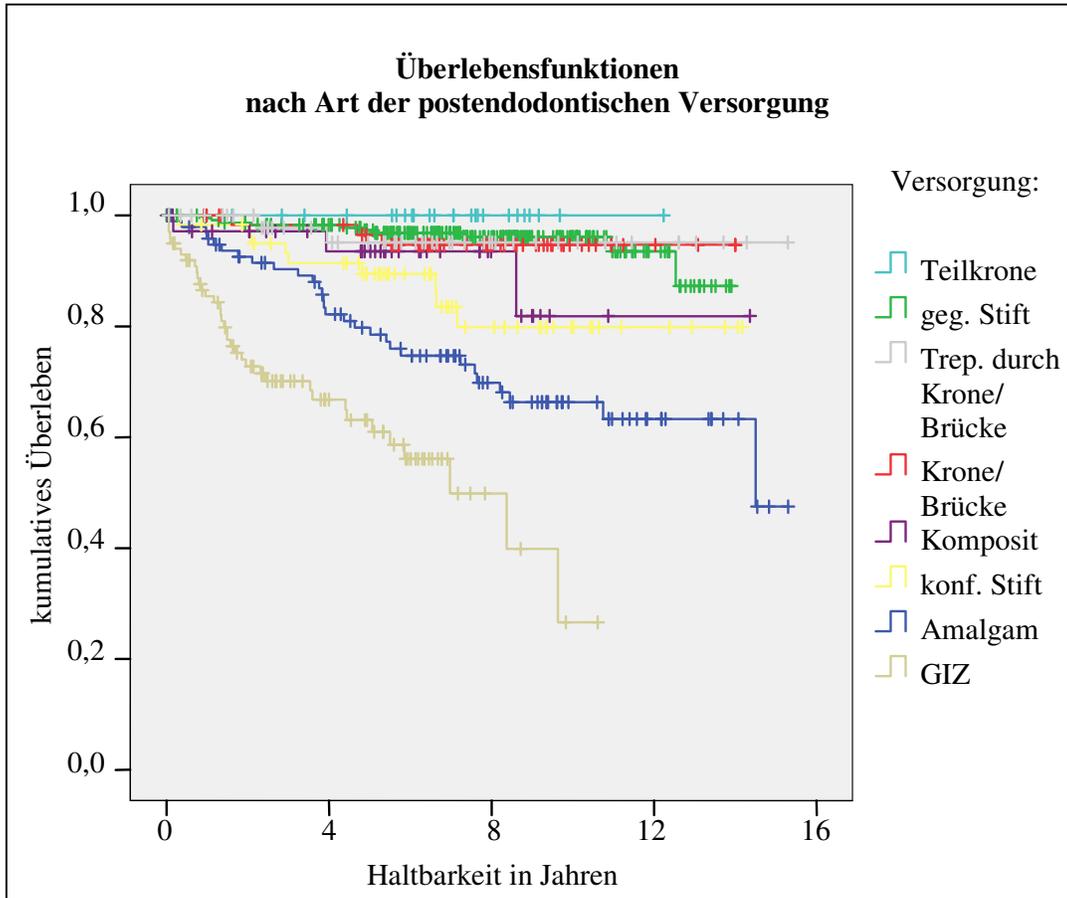


Abbildung 18: Überlebensfunktionen der Versorgungen

Auch die graphischen Darstellungen der einzelnen Überlebenszeitfunktionen nach der Kaplan-Meier-Methode (Abbildung 18) zeigten deutliche Unterschiede der Niveaus der einzelnen Kurven.

Aus den Überlebenszeitfunktionen der einzelnen Restaurationsarten ließen sich folgende Werte ablesen:

97,8 % der gegossenen Stift „überlebten“ die ersten fünf Jahre, 96,5 % der Kronen- und Brückenrestorationen verblieben, 95,1 % der Trepanationen durch Kronen und Brücken hielten und 93,5 % der Komposit-Füllungen befanden sich noch in situ. Weiterhin waren nach fünf Jahren noch 91,4 % der konfektionierten Stifte, 79,7 % der Amalgamfüllungen und nur 61,3 % der Ketac-Füllungen innerhalb der Mundhöhle.

Je zwei Überlebenszeitkurven wurden mit Hilfe des Log-Rank-Tests auf Signifikanz getestet und in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Signifikante Unterschiede der Versorgungsarten (rote Ergebnisse markieren statistisch signifikante Werte $p \leq 0,05$)

Versorgung	Überlebenswahrscheinlichkeit (in Jahren)	Log-Rank Test auf Signifikante Unterschiede der Versorgungsarten (p-Werte)							
		GIZ	AG	Konf. Stift	Komposit	Geg. Stift	Krone/Brücke	Trep. durch Krone/Brücke	Teilkrone
GIZ	6,63 ± 0,53		0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AG	11,82 ± 0,62	0,001		0,086	0,056	0,000	0,000	0,002	0,007
Konf. Stift	12,76 ± 0,61	0,000	0,086		0,519	0,001	0,052	0,083	0,051
Komposit	13,45 ± 0,84	0,000	0,056	0,519		0,116	0,331	0,370	0,137
Geg. Stift	13,90 ± 0,18	0,000	0,000	0,001	0,116		0,785	0,980	0,365
Krone/Brücke	14,03 ± 0,32	0,000	0,000	0,052	0,331	0,785		0,968	0,284
Trep. durch Krone/Brücke	15,32 ± 0,42	0,000	0,002	0,083	0,370	0,980	0,968		0,299
Teilkrone		0,000	0,007	0,051	0,137	0,365	0,284	0,299	

Hierbei wird deutlich, dass sich Glasionomer-Zement-Füllungen signifikant schlechter auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ausüben als andere Versorgungsarten ($p \leq 0,05$). Außerdem bestehen signifikante Unterschiede zwischen Amalgam und Glasionomer-Zement-Füllungen, gegossenen Stiften, Kronen und Brücken, Teilkronen und Trepanationen durch Kronen bzw. Brücken ($p \leq 0,05$).

Weiterhin bestehen signifikante Unterschiede zwischen gegossenen und konfektionierten Stiften ($p \leq 0,05$).

Zwischen prothetischen Versorgungsarten wie Teilkronen, Kronen oder Brücken und Trepanationen durch vorhandene Kronen oder Brücken lagen keine signifikanten Unterschiede vor ($p \geq 0,05$). Ob ein Stift Verwendung findet oder nicht, wirkt sich statistisch nicht signifikant auf die Überlebenswahrscheinlichkeit aus ($p \geq 0,05$).

4.3.6 Überlebenszeitanalyse nach Kavitätengröße

Im folgenden Kapitel wurden alle Fälle der drei Füllungsmaterialien Glasionomer-Zement-, Amalgam- und Komposit-Füllungen zusammengefasst und nach den Größen der mit ihnen versorgten Kavitäten eingeteilt.

So ließen sich einzelnen Überlebenszeitanalysen für die beobachteten Zähne in Abhängigkeit von ihrer Kavitätengröße ermitteln.

Tabelle 5: Überleben nach Kavitätengrößen

Kavitäten- flächen	Gesamtzahl N	Extraktionen		Überleben	
		N	Prozent	N	Prozent
1	12	2	16,7 %	10	83,3 %
2	77	19	24,7 %	58	75,3 %
3	100	32	32,0 %	68	68,0 %
4	39	14	35,9 %	25	64,1 %
5	7	2	28,6 %	5	71,4 %
Gesamt	235	69	29,4 %	166	70,6 %

Am Ende des Beobachtungszeitraumes befanden sich 83,3 % der Fälle der einflächigen Kavitäten in situ. Bei den zweiflächigen Kavitäten ließ sich ein Anteil von 75,3 % errechnen, der sich am Ende der Beobachtungszeit noch in situ befand. Bei den dreiflächigen Kavitäten reduzierte sich dieser Anteil auf 67,3 % in situ, die vierflächigen Kavitäten sind am Ende mit einem Anteil von 64,1 % in situ vertreten. Von den sieben beobachteten fünfflächigen Kavitäten überlebten 5 in situ (Tabelle 5).

Tabelle 6: Mittelwert für die Überlebenszeiten der Kavitätengröße

Kavitäten- flächen	Mittelwert (in Jahren)	Standard- fehler (in Jahren)	95 %-Konfidenzintervall (in Jahren)	
			untere Grenze	obere Grenze
1	13,04	± 1,28	10,54	15,55
2	11,67	± 0,71	10,27	13,06
3	9,92	± 0,82	8,30	11,53
4	7,88	± 0,82	6,38	9,48
5	8,82	± 2,09	4,73	12,92
Gesamt	10,91	± 0,49	9,96	11,86

Weiterhin wurden die Mittelwerte für das Überleben der postendodontischer Versorgungen in situ in Abhängigkeit von ihrer Kavitätengröße ermittelt (Tabelle 6).

Für einflächige postendodontisch mit Füllungsmaterialien versorgte Kavitäten ergab sich ein mittelwertiges Überleben von 13 Jahren (=156,5 Monaten ± 15,3; 95 %-Konfidenzintervall 10,54 – 15,55 Jahre).

Dieses mittelwertige Überleben wurden für zweiflächige Defekte mit 11,7 Jahren (= 140 ± 8,5 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 10,27 – 13,06 Jahre), für dreiflächige Kavitäten mit 9,9 Jahren (= 119 ± 9,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 8,3 – 11,53 Jahre) und für vierflächige mit 7,9 Jahren (= 94,5 ± 9,8 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 6,28 – 9,48 Jahre) angegeben.

Für fünfflächige Kavitäten ergaben sich Werte von 8,8 Jahren (= 105,89 ± 25,1 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 4,73 – 12,92 Jahre).

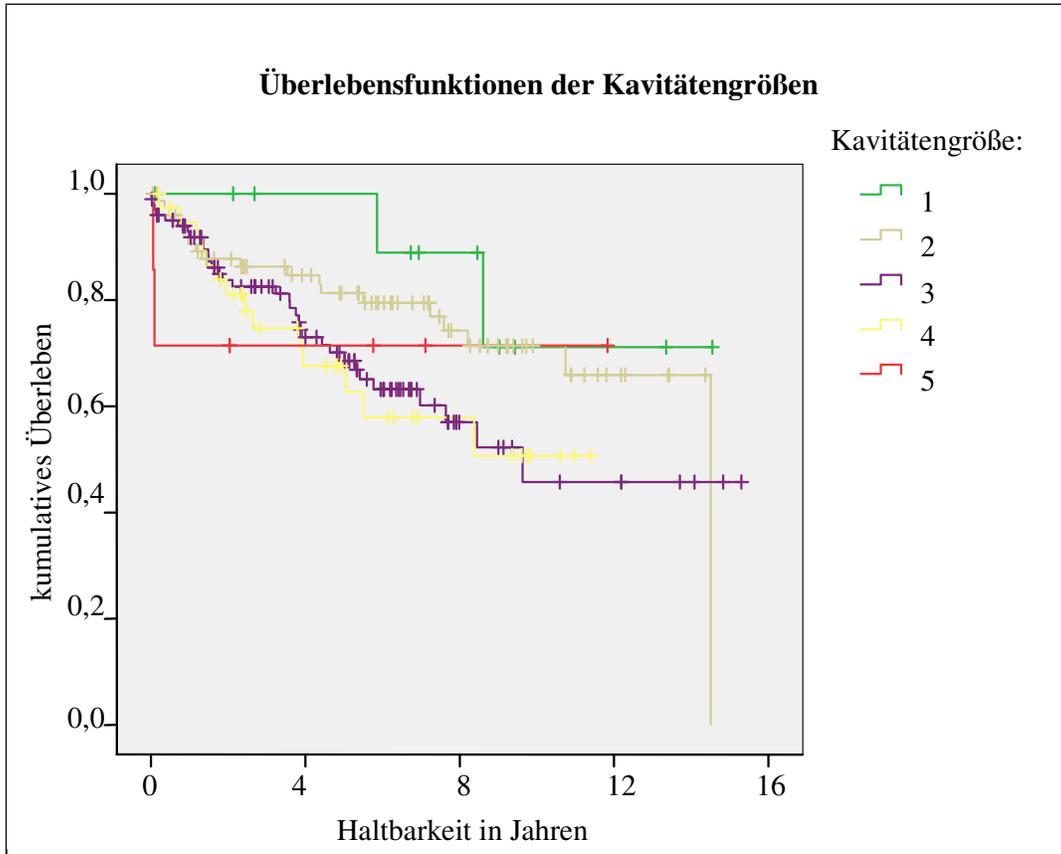


Abbildung 19: Überlebensfunktionen der Kavitätengrößen

Die graphische Darstellung dieser Ergebnisse in Abbildung 19 zeigt die geringe Fallzahl der ein- und besonders der fünfflächigen Kavitäten und die unterschiedlichen Niveaus der Funktionen für die zwei-, drei- und vierflächigen Defekte, die divergieren.

Aus der Kaplan-Meier-Berechnung ließ sich beispielsweise der Anteil der Zähne in situ nach fünf Jahren für die verschiedenen Kavitätengrößen ablesen:

88,9 % der einflächigen Kavitäten überlebten in situ. Des Weiteren befanden sich 81,3 % der zweiflächigen Kavitäten nach fünf Jahren in situ, 69,7 % der dreiflächigen Kavitäten überstanden ebenfalls fünf Jahre. Bei den vierflächigen Kavitäten handelte es sich um einen Anteil von 67,6 %, bei den fünfflächigen 71,4 % nach fünf Jahren in situ. Die Unterschiede der Überlebenszeitanalysen wurden mit Hilfe des Log-Rank-Test gegeneinander geprüft und waren statistisch nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

Als nächstes wurden die Kavitätengrößen in Kavitäten die zweiflächig oder kleiner sind, und Kavitäten die größer als zweiflächig sind eingeteilt. Dies hat den Vorteil, dass die geringe Anzahl der einflächigen und fünfflächigen Kavitäten ebenfalls erfasst wird und in das Ergebnis mit einfließt, und dass die sehr nah beieinander liegenden (siehe Abbildung 19) drei- und vierflächigen Kavitäten zusammengefasst werden.

Tabelle 7: Überleben nach kodierten Kavitätengrößen

Kavitäten- flächen kodiert	Gesamtzahl N	Extraktionen		Überleben	
		N	Prozent	N	Prozent
Kavität ≤ 2	89	21	23,6 %	68	76,4 %
Kavität > 2	147	49	33,3 %	98	66,7 %
Gesamt	236	70	29,7 %	166	70,3 %

So bekommt man einen Anteil von 76,4 % an Kavitäten ≤ 2 , die die gesamte Beobachtungszeit in situ überstehen und einen Anteil von 66,7 % an Kavitäten > 2 , für die selbiges gilt (Tabelle 7).

Tabelle 8: Mittelwert für die Überlebenszeiten der kodierten Kavitätengröße

Kavitäten- flächen kodiert	Mittelwert (in Jahren)	Standard- fehler (in Jahren)	95 %-Konfidenzintervall (in Jahren)	
			untere Grenze	obere Grenze
Kavität ≤ 2	11,84	$\pm 0,63$	10,6	13,07
Kavität > 2	10,08	$\pm 0,66$	8,79	11,39
Gesamt	10,91	$\pm 0,49$	9,96	11,86

Errechnet man Zeit des mittelwertigen Überlebens dieser beiden Gruppen (Tabelle 8), so ergeben sich Werte von 11,84 Jahren für Kavitäten ≤ 2 (= 142 \pm 9,9 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 10,6 – 13,07 Jahre) und 10,1 Jahre für Kavitäten > 2 (= 121 \pm 7,92 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 8,79 – 11,39 Jahre).

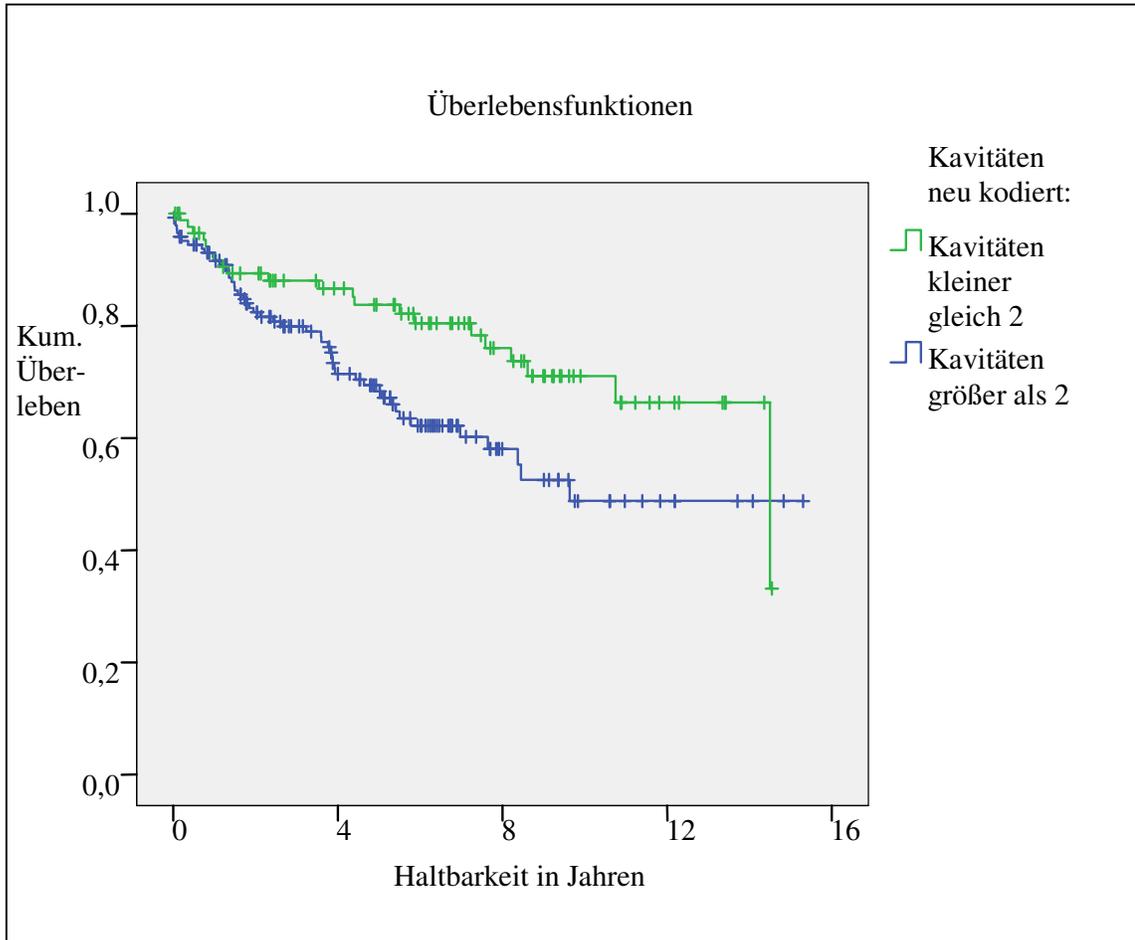


Abbildung 20: Überlebensfunktionen der Kavitätengrößen

Auch die graphische Darstellung (Abbildung 20) dieser Daten nach Kaplan-Meier verdeutlicht den Unterschied zwischen den beiden gebildeten Gruppen. Die Kurven zeigen einen klaren Niveau-Unterschied.

Liebt man das Überleben nach fünf Jahren ab, so ergeben sich Werte von 83,7% für Kavitäten ≤ 2 (Stand.-Fehler 0,042) und 69,2% für Kavitäten > 2 (Stand.-Fehler 0,043).

Der Signifikanztest zeigt mit einem p-Wert von 0,023, dass statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Verlauf der Überlebenszeiten der beiden Kavitätengruppen vorliegen.

4.3.7 Überlebenszeitanalyse nach Kavitätengröße und Versorgungsart

Da die vorangegangenen Ergebnisse für die unterschiedlichen Kavitätengrößen die Daten der Amalgam-, Komposit- und auch Glasionomer-Zement-Füllungen beinhalten, wurden in diesem Kapitel die Überlebenszeitanalysen der einzelnen Kavitätengrößen für jede einzelne Füllungsart betrachtet.

Die Anzahl der beobachteten Fälle der einzelnen Kavitätengrößen und deren drei Füllungsarten wurde in Tabelle 9 mit dem Anteil, der den Beobachtungszeitraum in situ überstanden hat, aufgeführt.

Werte für das mittlere Überleben in situ jeder Kavitätengröße und Füllungsart wurden in Tabelle 10 – 12 aufgeführt.

Für einflächige und fünfflächige Kavitäten war die Erstellung dieser Berechnung aufgrund der geringen Fallzahl und der zum Teil 100 % zensierten Fälle nicht möglich.

Um die Ergebnisse übersichtlicher zu gestalten, wurden sie auf gewohnte Weise graphisch dargestellt. Abbildung 21 zeigt die zwei-, Abbildung 22 die drei- und Abbildung 23 die vierflächigen Kavitäten und ihre Überlebenszeitfunktionen für die jeweiligen Versorgungsart.

Da die einflächigen und fünfflächigen Füllungen mit 12 bzw. 7 Fällen zu selten vertreten waren, um aussagekräftige Überlebenszeitanalysen nach Kaplan-Meier zu erstellen, musste auf diese Graphiken und Tabellen verzichtet werden.

Tabelle 9: Überleben nach Kavitätengrößen und Füllungsmaterial

Kavitäten- flächen	Füllungs- material	Gesamtzahl N	Extrahiert		Überleben	
			Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
1	Amalgam	5	0	0 %	5	100,0 %
	GIZ	2	1	50,0 %	1	50,0 %
	Komposit	5	1	20,0 %	4	80,0 %
	Gesamt	12	2	16,7 %	10	83,3 %
2	Amalgam	37	9	24,3 %	28	75,7 %
	GIZ	25	9	36,0 %	16	64,0 %
	Komposit	15	1	6,7 %	14	93,3 %
	Gesamt	77	19	24,7 %	58	75,3 %
3	Amalgam	44	18	40,9 %	26	59,1 %
	GIZ	45	14	31,1 %	31	68,9 %
	Komposit	11	0	0 %	11	100,0 %
	Gesamt	100	32	32,0 %	68	68,0 %
4	Amalgam	9	2	22,2 %	7	77,8 %
	GIZ	26	11	42,3 %	15	57,7 %
	Komposit	4	1	25,0 %	3	75,0 %
	Gesamt	39	14	35,9 %	25	64,1 %
5	Amalgam	3	0	0 %	3	100,0 %
	GIZ	2	2	100 %	0	0,0 %
	Komposit	2	0	0 %	2	100,0 %
	Gesamt	7	2	28,6 %	5	71,4 %

Das Gesamtüberleben der einzelnen Kavitätengrößen und Füllungsarten in Tabelle 9 zeigte, dass bei einflächigen Kavitäten Amalgamfüllungen (Gesamtanteil in situ am Ende der Beobachtung: 100 %) und Komposit-Füllungen (80 % in situ) höhere Werte erreichten als Glasionomer-Zement-Füllungen (50 % verbliebene Fälle in situ).

Bei den zweiflächigen Füllungen ergaben sich Werte von 93,3 % Komposit-Füllungen, 75,7 % Amalgamfüllungen und 64 % der Glasionomer-Zement-Füllungen in situ.

Die dreiflächigen postendodontisch versorgten Kavitäten kamen auf 100 % Komposit-Füllungen, 68,9 % Glasionomer-Zement-Füllungen und 59,1 % Amalgamfüllungen in situ am Ende der Beobachtungszeit.

Bei vierflächigen Füllungen ergaben sich Ergebnisse von 77,8 % der Amalgamfüllungen, 75,0 % der Komposit-Füllungen, 57,7 % der Glasionomer-Zement-Füllungen in situ.

Fünfflächige Kavitäten verzeichneten Werte von 100 % der Fälle in situ bei den Amalgam- und Komposit-Füllungen und 0 % bei den Glasionomer-Zement-Füllungen.

Tabelle 10: Mittelwert für die Überlebenszeit der zweiflächigen Füllungen

Füllungsmaterial	Mittelwert (in Jahren)	Standard- Fehler (in Jahren)	95 %-Konfidenzintervall (in Jahren)	
			untere Grenze	obere Grenze
Amalgam	12,63	± 0,82	11,03	14,24
GIZ	6,03	± 0,79	4,48	7,59
Komposit	13,90	± 1,02	11,01	15,90
Gesamt	11,67	± 0,71	10,27	13,06

Die errechneten Mittelwerte für die durchschnittliche Überlebenszeit in situ der zweiflächigen Kavitäten und der drei Füllungsarten wurden detailliert in Tabelle 10 dargestellt.

Komposit-Füllungen dieser Größe hielten im Mittel 14 Jahre (=166,8 ±12,2 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 11,01 – 15,09 Jahre).

Für Amalgamfüllungen ergaben sich die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit in situ von 12,6 Jahren (= 151,6 ± 9,8 Monate und 95 %-Konfidenzintervall 11,03 – 14,24 Jahre).

Glasionomer-Zement-Füllungen erreichten Werte von durchschnittlich 6 Jahren (= 72,4 ± 9,5 Monate; 95 %-Konfidenzintervall 4,48 – 7,59 Jahre).

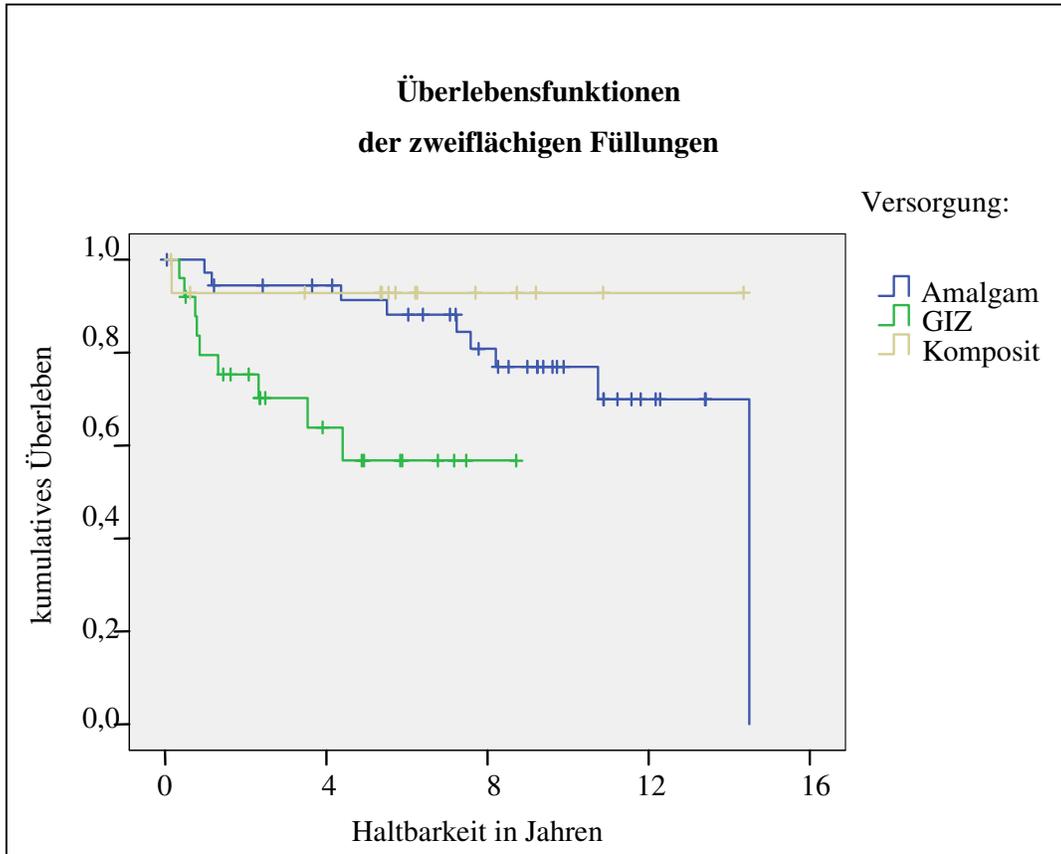


Abbildung 21: Überlebensfunktionen der zweiflächigen Füllungen

Abbildung 21 zeigt die Verläufe der nach Kaplan-Meier erstellten Überlebenszeitfunktionen für zweiflächige Kavitäten und die verschiedenen Füllungsmaterialien.

Die unterschiedlichen Niveaus der Kurven für zweiflächige Kavitäten die mit Amalgam-, Komposit- oder Glasionomer-Zement-Füllungen versorgt wurden, zeigten den niedrigsten Verlauf für Glasionomer-Zement-Füllungen. Die anderen beiden Kurven schnitten sich, insgesamt zeigte die Funktion der Komposit-Füllungen einen Verlauf auf höchstem Niveau.

Nach einem Jahr der Beobachtung befanden sich 97,2 % der Amalgam-, 92,9 % der Komposit- und 79,5 % der Glasionomer-Zement-Füllungen mit zweiflächigen Kavitäten in situ. Nach fünf Jahren sanken die Werte auf 91,3 % Amalgam- und 56,8 % Glasionomer-Zement-Füllungen in situ. Komposit-Füllungen blieben auf demselben Niveau.

Testete man diese Unterschiede der Überlebenszeitanalysen der einzelnen Füllungsarten für zweiflächige Kavitäten auf Signifikanz, so ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Glasionomer-Zement-Füllungen und den beiden anderen Füllungsmaterialien

mit $p = 0,007$ (getestet gegen Amalgam) und $p = 0,049$ (getestet gegen Komposit). Keine statistisch signifikanten Unterschiede ergaben sich zwischen den Ergebnissen für Amalgam- und Komposit-Füllungen mit $p = 0,437$.

Tabelle 11: Mittelwert für die Überlebenszeit der dreiflächigen Füllungen

Füllungsmaterial	Mittelwert (in Jahren)	Standard- Fehler (in Jahren)	95 %-Konfidenzintervall (in Jahren)	
			untere Grenze	obere Grenze
Amalgam	9,94	$\pm 1,04$	11,03	11,97
GIZ	6,64	$\pm 0,80$	5,06	8,21

Die Mittelwerte für die durchschnittliche Überlebenszeit in situ der dreiflächigen Kavitäten und der drei möglichen Füllungsarten sind in Tabelle 11 dargestellt.

Für Komposit-Füllungen konnten keine Mittelwerte errechnet werden, da alle beobachteten Fälle (100 %) in dieser Kategorie die gesamte Beobachtungszeit überlebten.

Amalgamfüllungen dieses Umfangs hielten im Mittel 9,9 Jahre ($= 119,3 \pm 12,4$ Monate; 95 %-Konfidenzintervall 11,03 – 11,97 Jahre).

Glasionomer-Zement-Füllungen erreichten Werte von durchschnittlich 6,6 Jahre ($= 79,6 \pm 9,7$ Monate; 95 %-Konfidenzintervall 5,06 – 8,21 Jahre).

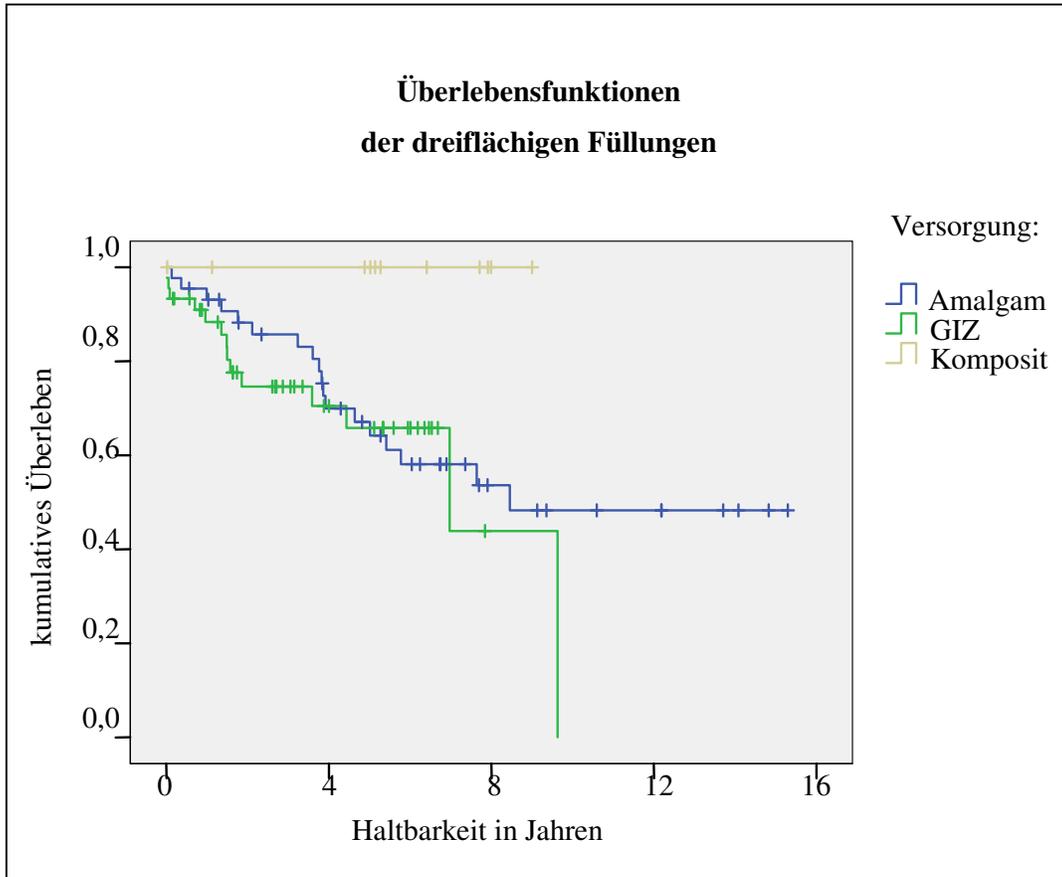


Abbildung 22: Überlebensfunktionen der dreiflächigen Füllungen

Abbildung 22 zeigt die Verläufe der Überlebenszeitfunktionen für dreiflächig postendo-dontisch versorgte Kavitäten.

Die unterschiedlichen Niveaus der Kurven für dreiflächige Kavitäten die mit Amalgam-, Komposit- oder Glasionomer-Zement-Füllungen versorgt wurden, zeigten den niedrigsten Verlauf für Glasionomer-Zement- und Amalgam-Füllungen. Diese beiden Füllungsarten schnitten sich, insgesamt zeigte die Funktion der Amalgamfüllungen von beiden einen Verlauf auf höherem Niveau. Komposit Füllungen zeigten den Verlauf auf höchstem Niveau.

Nach einem Jahr der Beobachtung befanden sich 93,1 % der Amalgam-, 100 % der Komposit- und 88,3 % der Glasionomer-Zement-Füllungen mit dreiflächigen Kavitäten in situ.

Nach fünf Jahren sanken die Werte auf 67,1 % Amalgam- und 65,8 % Glasionomer-Zement-Füllungen in situ.

Nach sieben Jahren befanden sich 58,1 % der Amalgam- und 43,9 % der Glasionomer-Zement-Füllungen in situ. Alle Komposit-Versorgungen überlebten den gesamten Beobachtungszeitraum.

Testete man diese Unterschiede der Überlebenszeitanalysen der einzelnen Füllungsarten für dreiflächige Kavitäten auf Signifikanz, so ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Komposit-Füllungen und den beiden anderen Füllungsmaterialien mit $p = 0,028$ (getestet gegen Amalgam) und $0,027$ (getestet gegen GIZ) und damit $\leq 0,05$. Keine statistisch signifikanten Unterschiede ergaben sich zwischen den Ergebnissen für Amalgam- und Glasionomer-Zement-Füllungen mit $p = 0,519$ und damit $\geq 0,05$.

Tabelle 12: Mittelwert für die Überlebenszeit der vierflächigen Kavitäten

Füllungsmaterial	Mittelwert (in Jahren)	Standard- Fehler (in Jahren)	95 %-Konfidenzintervall (in Jahren)	
			untere Grenze	obere Grenze
Amalgam	9,75	$\pm 1,30$	7,20	12,31
GIZ	6,57	$\pm 0,94$	4,73	8,41
Komposit	4,71	$\pm 0,25$	4,22	5,20
Gesamt	7,88	$\pm 0,82$	6,28	9,48

Die errechneten Mittelwerte für die durchschnittliche Überlebenszeit in situ der vierflächigen Kavitäten und der drei Füllungsarten sind detailliert in Tabelle 12 aufgeführt.

Amalgamfüllungen dieser Größe hielten im Mittel 9,8 Jahre (= $117 \pm 15,6$ Monate; 95 %-Konfidenzintervall 7,20 – 12,31 Jahre).

Für Glasionomer-Zement-Füllungen ergaben sich Werte für das mittlere Überleben in situ von 6,6 Jahre (= $78,9 \pm 11,3$ Monate; 95 %-Konfidenzintervall 4,73 – 8,41 Jahre).

Komposit-Füllungen erreichten Werte von durchschnittlich 4,7 Jahren (= $56,5 \pm 3$ Monate; 95 %-Konfidenzintervall 4,22 – 5,2 Jahre).

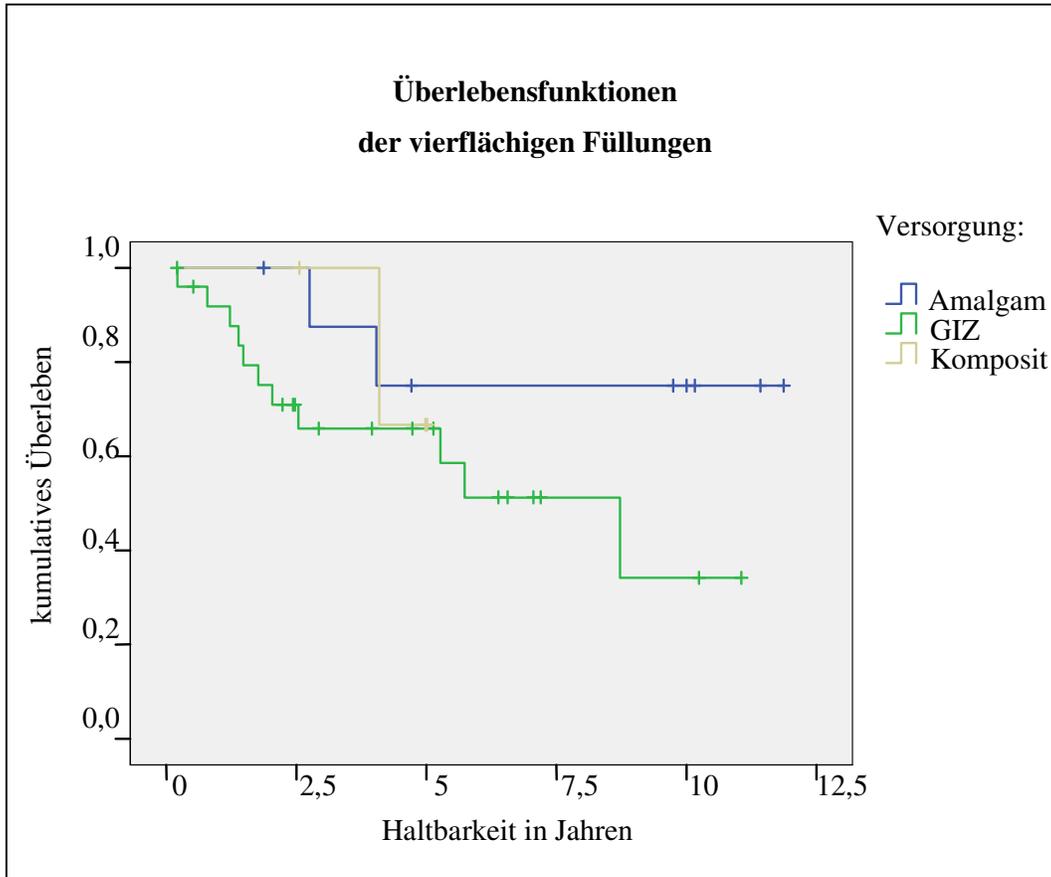


Abbildung 23: Überlebensfunktionen der vierflächigen Füllungen

Abbildung 23 zeigt die Verläufe der Überlebenszeitfunktionen für vierflächig postendodontisch versorgte Kavitäten.

Die unterschiedlichen Niveaus der Kurven für diese Kavitätengröße die mit Amalgam-, Komposit- oder Glasionomer-Zement-Füllungen versorgt wurden, zeigten den niedrigsten Verlauf für Glasionomer-Zement-Füllungen und Amalgam-Füllungen. Die Funktion der Komposit-Füllungen schnitt sich mit der der Amalgamfüllungen, zeigte aber einen Verlauf auf höherem Niveau.

Nach einem Jahr der Beobachtung befanden sich 87,5 % der Amalgam-, 66,7 % der Komposit- und 91,8 % der Glasionomer-Zement-Füllungen mit vierflächigen Kavitäten in situ.

Nach fünf Jahren sanken die Werte auf 75,0 % Amalgam- und 65,9 % Glasionomer-Zement-Füllungen in situ.

Nach sieben Jahren befanden sich ebenfalls 75,0 % der Amalgam- und 34,2 % der Glasionomer-Zement-Füllungen in situ. Der Anteil der Komposit-Versorgungen blieb bei 66,7 %.

Die Unterschiede der Überlebenszeitanalysen der einzelnen Füllungsarten für vierflächige Kavitäten waren statistisch nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

4.3.8 Überlebenszeitanalyse der Stiftaufbauten

Da individuelle Stiftaufbauten einen Anteil von 35,7 % am Gesamtkollektiv der postendodontischen Restaurationen ausmachten (Kapitel 4.1.8), sind sie die am häufigsten gewählte Restaurationsart im hier beschriebenen Untersuchungszeitraum. Ihnen gegenüber steht ein kleiner Anteil von konfektionierten Stiftaufbauten, die mit 9 % an der Gesamtmenge der untersuchten Fälle vertreten waren.

Die Haltbarkeit dieser Restaurationsarten wurde aufgrund ihres gehäuftten Vorkommens noch einmal gesondert betrachtet.

Untersuchte man sie auf die Anzahl der Extraktionen, die im Laufe der Behandlungen aufgrund von verminderter Haltbarkeit der koronalen Versorgung durchgeführt werden mussten, so kam man zu dem Ergebnis, dass am Ende der Beobachtung 85,2 % der konfektionierten Stifte in situ waren, währenddessen 95,7 % der individuell hergestellten Stiftaufbauten den Beobachtungszeitraum in situ überlebten.

Die graphische Darstellung der beiden Überlebenszeitanalysen nach Kaplan-Meier verdeutlichte diesen Unterschied (Abbildung 24).

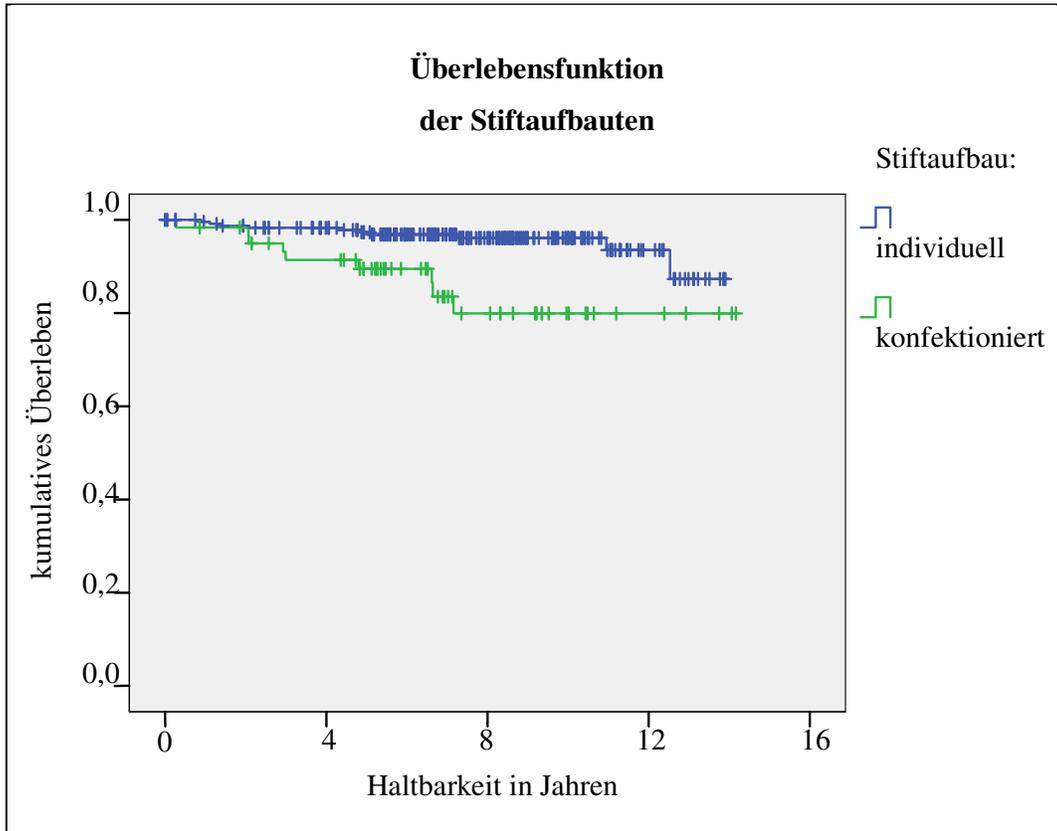


Abbildung 24: Überlebensfunktionen der Stiftaufbauten

Nach einem Jahr konnte ein mittleres Überleben von 99,6 % für individuell erstellte Stiftaufbauten ermittelt werden. Für konfektionierte Stiftaufbauten ergab sich ein Anteil von 98,4 % der sich nach einem Jahr Beobachtungszeitraum noch in situ befand.

Nach drei bzw. fünf Jahren sank die Überlebensquote auf 98,3 % bzw. 97,3 % für individuelle Stiftaufbauten und 93,2 % / bzw. 89,5 % für konfektionierte Stiftaufbauten.

Nach sieben Jahre konnte man Werte von 96,8 % (individuelle Stiftaufbauten), und 83,5 % (konfektionierte Stiftaufbauten) aus der Überlebenszeitfunktion ablesen.

Errechnet man Mittelwerte für die Haltbarkeit dieser Zähne, so erhielt man für individuelle Stiftaufbauten einen Wert von 13,9 Jahren (= 166,8 ± 2,9 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 13,15 – 14,09 Jahre), und eine mittlere Überlebenszeit von 12,7 Jahren (= 153,1 ± 7,3 Monaten; 95 %-Konfidenzintervall 11,56 – 13,95 Jahre) für konfektionierte Stifte.

Diese Unterschiede sind statistisch hochsignifikant (p = 0,001).

4.4 Binäre logistische Regression

Im folgenden Kapitel wurden Variablen (also möglichen Risikofaktoren) auf ihren statistisch signifikante Einfluss auf die dichotome Zielvariable (Extrahiert wegen insuffizienter postendodontischer Restauration: ja oder nein) mithilfe der binären logistischen Regression untersucht.

Als Selektionsverfahren wurde die Methode „Vorwärts Schrittweise (Likelihood-Quotient)“ verwendet. Dadurch wurden nur Variablen in das Modell aufgenommen, die signifikant zur Verbesserung der Modellgüte beitrugen.

In einem ersten Schritt wurde der Einfluss der Variable „Kavitätengröße“ auf die Zielvariable „Extrahiert“ untersucht. Es lag bei dieser Testung eine statistische Signifikanz von $p < 0,001$ vor, das bedeutete dass die Kavitätengröße der postendodontischen Versorgung einen statistisch hochsignifikanten Einfluss auf das Ergebnis hatte.

In einem zweiten Schritt wurde die Variable „Art der postendodontischen Versorgung“ in den Test miteinbezogen.

Hier ergab sich für diesen Zusammenhang ebenfalls eine statistische Signifikanz die innerhalb des vorgegebenen Niveaus liegt ($p = 0,001$).

Der dritte Schritt beinhaltete zur Testung die Variable „Altersgruppen“.

Der statistisch signifikante Einfluss dieser Variable liegt mit $p = 0,06$ nicht vor (Tabelle 10). Die Variablen „Zahn“, „Quadrant“, „Prämolar/Molar“ oder „OK/UK“ wurden aus dieser Berechnung ausgeschlossen, sie hatten laut binärer logistischen Regressionsanalyse ebenfalls keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Zielvariable „Extrahiert“ und damit auf die Haltbarkeit in situ (Tabelle 11).

Von den fünf getesteten Variablen haben schlussendlich nur die die Kavitätengröße und die Art der postendodontischen Versorgung statistisch signifikanten Einfluss auf das Ergebnis.

Tabelle 13: binäre logistische Regression 1

Variablen werden schrittweise in die Gleichung aufgenommen:

- a) In Schritt 1 eingegebene Variablen: Kavitätsgröße
- b) In Schritt 2 eingegebene Variablen: Versorgung
- c) In Schritt 3 eingegebene Variablen: Alter

Binäre logistische Regression		Regressions-Koeffizient B	Standard-Fehler	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1(a)	Kavitäten-größe	0,607	0,075	65,473	1	0,000	1,835
	Konstante	-2,712	0,185	213,845	1	0,000	0,066
Schritt 2(b)	Versorgung	-0,353	0,107	10,911	1	0,001	0,703
	Kavitäten-größe	0,270	0,125	4,663	1	0,031	1,310
	Konstante	-1,028	0,524	3,846	1	0,050	0,358
Schritt 3(c)	Alter	0,020	0,010	4,231	1	0,060	1,020
	Versorgung	-0,372	0,109	11,720	1	0,001	0,689
	Kavitäten-größe	0,275	0,127	4,698	1	0,030	1,316
	Konstante	-2,096	0,749	7,840	1	0,005	0,123

Tabelle 14: binäre logistische Regression 2

Variablen, die sich nicht in der Gleichung befinden:

Binäre logistische Regression			Wert	df	Signifikanz
Schritt 1	Variablen	Alter	3,312	1	0,069
		Zahn	0,128	1	0,721
		Versorgung	11,046	1	0,001
		Quadrant	0,146	1	0,703
		Präm./Molar	0,079	1	0,779
		OK/UK	0,241	1	0,624
	Gesamtstatistik		17,281	6	0,008
Schritt 2	Variablen	Alter	4,274	1	0,059
		Zahn	0,176	1	0,675
		Quadrant	0,178	1	0,673
		Präm./Molar	0,349	1	0,555
		OK/UK	0,185	1	0,668
	Gesamtstatistik		6,249	5	0,283
Schritt 3	Variablen	Zahn	0,109	1	0,741
		Quadrant	0,107	1	0,744
		Präm./Molar	0,546	1	0,460
		OK/UK	0,111	1	0,739
	Gesamtstatistik		2,021	4	0,732

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methode

Bei der vorliegenden retrospektiven Studie sind, wie bei jeder Untersuchung dieser Art, verschiedene mögliche Fehlerquellen zu beachten:

- Zur Aufnahme des Falls in diese Untersuchung war lückenlose Dokumentation erforderlich, sodass einige Akten nicht verwendet werden konnten, obwohl es sich um postendodontisch behandelte Seitenzähne handelte. Fehlten Basisinformationen, musste der Zahn ausgeschlossen werden. Somit reduzierte sich die Fallzahl auf 676 Zähne.
- Die Größe des Untersuchungsumfanges kann zusätzliche Ergebnisse verfälschen. Die Anzahl der in dieser Studie erfassten postendodontisch versorgten Zähne verteilt sich beispielsweise nicht gleichmäßig auf die verschiedenen postendodontischen Restaurationsgruppen.
- Die postendodontisch versorgten Zähne wurden nicht zufällig pro Patient ausgewählt. Bis zu 6 Fälle pro Patient wurden erfasst und somit kann eine Unabhängigkeit der Fälle nicht versichert werden.
- Eine klinische Untersuchung war nicht möglich, vielmehr mussten die Basisdaten zur Erfassung der Situation ausreichen. Somit konnten im Nachhinein keine detaillierten Angaben über beispielsweise Art der Fraktur erfasst und verarbeitet werden.
- Zähne die sich bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes in situ befanden wurden klinisch oder (aus ethischen Gründen) radiologisch nicht nachuntersucht, beispielsweise könnten eventuelle Infrakturen bei Symptombefreiheit zum Zeitpunkt des letzten Befundes nicht erfasst worden sein.

5.2 Diskussion der Ergebnisse und Vergleich mit anderen Studien

Ziel dieser Studie war es, postendodontisch versorgte Seitenzähne über einen möglichst langen Zeitraum zu untersuchen, um festzustellen ob die Restauration Einfluss auf das Frakturverhalten und den Verbleib in situ hat und um Überlebenswahrscheinlichkeiten für verschiedene Versorgungsmöglichkeiten zu errechnen. Diese sollten im Falle einer Füllungstherapie auch für die verschiedenen Füllungsgrößen ermittelt werden.

Des Weiteren wurden patienten- und zahnspezifische Variablen auf ihren Einfluss auf das postendodontische Überleben in situ geprüft.

Allgemeine Variablen

Das **Gesamtüberleben** der 676 verarbeiteten Fälle wurde mit 86,2 % verbliebenen postendodontisch versorgten Zähnen in situ am Ende des Beobachtungszeitraumes ermittelt. Die statistische Überlebenswahrscheinlichkeit aller erfassten Zähne dieser Untersuchung betrug $13,6 \pm 0,2$ Jahre. Das Gesamtüberleben betrug 86,2 %.

Diese Zahlen verdeutlichen, dass ein postendodontisch versorgter Seitenzahn gute Langzeitprognosen in situ haben kann, und dass sich diese Art der Bemühung, den Zahn zu erhalten, durchaus lohnt.

Andere Studien erreichten Erfolgsraten von 91,4 % [51] oder 71 % [66], wenn gute Wurzelfüllungen kombiniert mit einer guten postendodontischen Restauration vorlagen. In dieser Untersuchung wurde nicht nach Qualität der Versorgungen oder Wurzelfüllungen selektiert, sondern lediglich die postendodontische Versorgung beobachtet.

Bei Betrachtung der Ergebnisse für die einzelnen Restaurationsarten im entsprechenden Abschnitt dieses Kapitels wird deutlich, dass sich bei einigen postendodontischen Restaurationen erfolgreichere Werte erzielen lassen.

Patientenspezifische Variablen

2.1 Geschlechter der Patienten

Die Verteilung der Fälle nach dem **Geschlecht** der Patienten war ausgeglichen (52 % der beobachteten Fälle waren männlichen, 48 % weiblichen Patienten zuzuordnen) und Unterschiede statistisch nicht signifikant.

Der Bedarf an postendodontischen Weiterversorgungen schien in beiden Patientengruppen gleich hoch zu sein.

Auch die Überlebenszeitanalysen der postendodontischen Restaurationen für beide Geschlechter verliefen nicht signifikant unterschiedlich (87,4 % der beobachteten Zähne der weiblichen und 86,2 % der beobachteten Zähne der männlichen Patienten „überlebten“ den gesamten Untersuchungszeitraum in situ).

Offenbar wurden postendodontische Restaurationen von beiden Patientengruppen im gleichen Maße sowohl benötigt, als auch beansprucht und mit ähnlicher Mundhygiene erhalten, sodass der Bedarf und die Prognosen nicht vom Geschlecht des Patienten abhängig gemacht werden konnte.

Wenn der postendodontisch versorgte Zahn durch geeignete Restauration vor Frakturen geschützt ist, gilt dieselbe Überlebenswahrscheinlichkeit für beide Untersuchungsgruppen.

Diese Ergebnisse werden beispielsweise durch Studien von *Kolker* et al. unterstützt, in der das Geschlecht des Patienten ebenfalls keinen Einfluss auf die Verweildauer eines Zahnes in situ hatte [34].

Die postendodontische Versorgung kann der Behandler somit unabhängig vom Geschlecht des Patienten wählen und in beiden Patientengruppen zu denselben Ergebnissen kommen.

2.2 Alter der Patienten

Die Verteilung nach dem **Alter** der Patienten zeigte statistisch signifikante Unterschiede: Patienten mit einem Alter von über 40 Jahren wurden signifikant häufiger mit postendodontischen Restaurationen versorgt (43,3 % des Gesamtkollektivs gehörten der Gruppe der 40- bis 60jährigen, 45,4 % der Gruppe der 60 bis -80jährigen Patienten an). Dieses Ergebnis kann durch den im Alter erhöhten Bedarf an endodontischen Behandlungen erklärt werden:

Die Einflüsse wie Karies oder Traumata, die zur Notwendigkeit einer Wurzelkanalbehandlung führen können, summieren sich im Laufe der Jahre, sodass mit steigendem Alter der Bedarf an endodontischen Behandlungen größer wird und somit als Folge auch der Bedarf an postendodontischen Restaurationen steigt.

Das Alter der Patienten, und damit auch des Zahnes, hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Verweildauer des postendodontisch behandelten Zahnes in situ.

Die Überlebenszeitanalysen der einzelnen Altersgruppen (von je 20 Jahren) unterschieden sich nicht signifikant von einander.

Zu diesem Ergebnis kommen auch weitere Studien wie die von *Lynch et al.* [38] oder *Nagasiri und Chitmongkolsuk* [46].

Laut *Tonami und Takahashi* hatte das Alter des Dentins zwar statistisch signifikanten Einfluss auf seine physikalischen Eigenschaften [64], allerdings zeigte diese Untersuchung, dass durch die anschließende Restauration diese veränderten Eigenschaften nicht mehr erheblich waren und Unterschiede der Dentineigenschaft durch geeignete Restauration kompensiert werden können.

Somit stellt eine geeignete postendodontische Restauration in jedem Alter eine gute Möglichkeit dar, den behandelten Zahn langfristig vor Frakturen zu schützen und in situ zu erhalten.

Zahnspezifische Variablen

Lokalisation der Zähne/ Zahnart

Die Verteilung der postendodontisch versorgten Zähne in den vier **Quadranten** oder in **Ober- und Unterkiefer** war ausgeglichen (48 % der postendodontisch versorgten Zähne befanden sich im Unterkiefer, 52 % im Oberkiefer) und unterschied sich statistisch nicht signifikant, ebenso wie die Verteilung der Fälle auf **Prämolaren und Molaren** (53 % der untersuchten Zähne waren Molaren, 47 % Prämolaren).

Dasselbe gilt für die Überlebenszeitanalysen, die für diese zahnspezifischen Variablen erstellt worden sind: Sie unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Für das Überleben eines postendodontisch versorgten Zahnes in situ ist es nicht entscheidend, ob der Zahn dem Ober- oder Unterkiefer angehört, oder ob es sich um Prämolaren oder Molaren handelt.

Alle posterioren Zähne werden anscheinend in gleichem Maße beansprucht und können mit geeigneter postendodontischer Restauration gute Überlebenschancen erreichen die sich nicht durch Lokalisation der Zähne von einander unterscheiden.

Auch *Speich* kam in ihrer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass die Lokalisation der postendodontisch versorgten Zähne in Ober- oder Unterkiefer keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Verweildauer in situ hatte, sehr wohl aber die Tatsache ob es sich um Prämolaren oder Molaren handelt. Sie gab an, dass Molaren 1,4-fach häufiger von Komplikationen betroffen sind als Prämolaren [60].

Allerdings wurden in der Studie von *Speich* nicht nur Frakturen der Zähne, sondern auch endodontisches Versagen oder die Notwendigkeit einer Wurzelspitzenresektion als Misserfolg erfasst. Aufgrund der anatomischen Gegebenheiten der Molaren kann hier eher endodontischer Misserfolg auftreten als bei Prämolaren.

Diese Ergebnisse kann die vorliegende Studie nicht bestätigen, da hier ausschließlich Frakturen als Misserfolg gewertet wurden.

Die Verteilung auf die **Zahnart** zeigte, dass 1. Molaren signifikant häufiger (28,3 % Anteil am Gesamtkollektiv) und 3. Molaren signifikant seltener (4,4 % Anteil an der Gesamtmenge) postendodontisch versorgt werden.

Diese Verteilung ist damit zu begründen, dass an den 3. Molaren seltener der Versuch einer Wurzelkanalbehandlung unternommen wird: Zum einen, weil sie aus kieferorthopädischen Gründen (Platzmangel) oft vorzeitig extrahiert werden und zum anderen, weil sie aufgrund ihrer distalen Lage im Kiefer und der vielseitigen Anatomie der Wurzelkanäle oft schwer endodontisch zu behandeln sind. Des Weiteren liegen bei den so genannten Weißheitszähnen oft Nichtanlagen oder retinierte Position vor. Durch den seltenen Versuch der Wurzelkanalbehandlung ergibt sich dementsprechend auch ein geringerer Bedarf an postendodontischen Versorgungen.

Der Grund für den signifikant erhöhten Behandlungsbedarf an ersten Molaren könnte der sein, dass diese so genannten „Sechs-Jahr-Molaren“ als erste bleibende Zähne durchbrechen und so länger als anderen permanenten Zähne Reizen ausgesetzt sind, die zur endodontischen Behandlung führen können.

Obwohl es signifikante Unterschiede in der Verteilung der Zähne auf die Zahnart gibt, so liegen in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede bei dem Verlauf der Überlebenszeitanalysen für die einzelnen postendodontischen versorgten Zähne im Seitenzahngebiet vor.

Welcher Seitenzahn postendodontisch versorgt werden musste, ist nicht entscheidend für die jeweilige Langzeitprognose und die Frakturanfälligkeit des behandelten Zahnes.

In einer Studie von *Aquilino* und *Caplan* wiesen 2. Molaren ein statistisch signifikant kürzeres Überleben in situ auf als alle anderen Zähne [2]. Dieses Ergebnis kam eventuell dadurch zustande, dass hier entweder die endodontische Behandlung schwieriger war, oder bei zum Beispiel zusätzlich fehlenden 1. Molaren im Lückengebiss mehr Kaubelastung auf die 2. Molaren fällt.

Diese Beobachtung kann hier nicht gestützt werden.

Postendodontische Restauration

Art der Restauration

Die Verteilung der erfassten Fälle nach der Art ihrer postendodontischen Weiterversorgung zeigte hochsignifikante Unterschiede:

So war die Versorgung mittels **individuellem, gegossenem Stiftaufbau** (36 %) die häufigste gewählte.

Die Zerstörung der Zähne, die eine Wurzelkanalbehandlung benötigen, war demnach entweder so umfangreich, dass ein Stiftaufbau zum Retentionsgewinn der Krone indiziert war, oder aber der Behandler war der Meinung, dass grundsätzlich jeder endodontisch behandelte Zahn mit einem Stiftaufbau versorgt werden sollte [39].

Diese Lehrmeinung wurde auch in der prothetischen Abteilung der Zahnklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vertreten und praktiziert.

Das würde auch die geringe Fallzahl an postendodontisch versorgten Zähnen mittels **Krone** (9 %) oder **Teilkrone** (4 %) ohne Stiftaufbau erklären.

Konfektionierte Stifte (9 %) wurden im Vergleich zu individuellen Stiften selten als postendodontische Versorgung gewählt. Dieses ist damit zu begründen, dass konfektionierte Stifte, besonders mit Schraubgewinde, beim Einbringen Kräfte auf den Zahn übertragen die leicht zur Fraktur führen können [47].

Die zweithäufigste Restaurationsart war die provisorische Versorgung mittels **Glasionomer-Zement** (15 %).

Dieses Ergebnis kann dadurch zustande kommen, dass Patienten mit schlechter Compliance nach beendeter Wurzelkanalbehandlung keinen Schmerz mehr empfanden und keinen Grund darin sahen, die zahnfarbene provisorische Füllung durch zuzahlungspflichtigen Zahnersatz zu erneuern.

Glasionomer-Zement bietet dem Behandler die Möglichkeit ohne Vorbehandlung des Zahnes schnell mit einem bakteriendichten Verschluss zu versorgen [8]. Somit verzich-

ten viele Behandler auf das aufwendigere Einbringen von Kompositen als provisorischen Verschluss, obwohl die Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung und die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde diese Versorgungsart bei kleinen Defekten oder als Provisorium empfiehlt [16, 17].

Amalgamfüllungen (14 %) wurden häufiger als **Komposit-Füllungen** (5 %) verwendet.

Eine Ursache für diesen Sachverhalt könnte der Untersuchungszeitraum zwischen 1990 und 1999 sein: in diesem Zeitraum war die Entwicklung der Komposite und vor allem die der Dentinadhäsive noch nicht auf heutigem Entwicklungsstand [55] und einige Behandler benutzen lieber gewohnte Materialien.

Diese Verteilung kann aber auch dadurch entstanden sein, weil Amalgamfüllungen als komplette Kassenleistung für den Patienten nicht mit zusätzlichen Kosten verbunden sind und Komposit-Füllungen oft zuzahlungspflichtig sind. Im Moment der abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlung ist der Patient schmerzfrei und sieht bei fehlender oder schlechter Aufklärung durch den Behandler vielleicht keine Motivation den endodontisch behandelten Zahn sinnvoll zu versorgen.

Weiterhin wurde in 8 % der Fälle **durch eine Krone trepaniert**, ohne diese im Laufe der Weiterbehandlung zu erneuern. Dieses kann zum einen an mangelnder Compliance des Patienten liegen oder der Behandler möchte den Erfolg der Wurzelkanalbehandlung abwarten oder beurteilt die Versorgung klinisch als ausreichend.

Auch die Überlebenszeitanalysen, einzeln erstellt für die verschiedenen Restaurationsmöglichkeiten, zeigten statistisch signifikante Unterschiede auf.

Die geringste Überlebenswahrscheinlichkeit in situ wiesen die provisorischen **Glasionomer-Zement-Füllungen** auf ($6,63 \pm 0,53$ Jahre). Dieses Ergebnis unterschied sich signifikant von allen anderen untersuchten Materialien.

In einer retrospektiven Studie von *Lynch et al.* wurden 176 zwischen 1993 und 1996 endodontisch behandelte Zähne in Hinblick auf ihr Überleben in Abhängigkeit zur Weiterversorgung im Mittel über 3,17 Jahre untersucht und ein hochsignifikanter ($p <$

0,001) Unterschied zwischen den definitiven und provisorischen Versorgungen wurde ermittelt: Provisorische Restaurationen erreichten lediglich eine Überlebensrate von 34,5 % [38].

Die vorliegende Untersuchung kommt nach einem Zeitpunkt von durchschnittlichen 9,7 Jahren zu den Ergebnissen, dass 63,0 % der GIZ-Füllungen den genannten Zeitraum in situ überstanden. In der vorliegenden Studie konnte ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zwischen provisorischem Glasionomer-Zement und definitiver Versorgung beobachtet werden, sodass sowohl diese als auch die Studie von *Lynch et al.* trotz etwas anderer Ergebnisse und Beobachtungszeiträume gemeinsam zu dem Schluss kommen, dass endodontisch behandelte Zähne nicht nur provisorisch versorgt werden sollten, besonders nicht über einen längeren Zeitraum.

Amalgamfüllungen ($11,82 \pm 0,62$ Jahre) erzielten die zweitgeringste Überlebenswahrscheinlichkeit. Sie waren den Glasionomer-Zementen, gegossenen Stiften, Kronen, Trepanationen durch Kronen und Teilkronen signifikant unterlegen.

Der Grund für diese geringe Überlebenswahrscheinlichkeit in situ in den beiden genannten Restaurationsgruppen liegt wahrscheinlich darin begründet, dass diese nicht-adhäsiven Füllungen dem Zahn keine zusätzliche Stabilität geben können und somit nicht vor Frakturen schützen. Durch den Substanzverlust der durch Karies oder den Arbeitsvorgängen einer Wurzelkanalbehandlung entsteht, ist der Zahn fraktur anfällig und benötigt Restaurationen die ihm zusätzliche Stabilität verleiht [9, 28, 48, 53, 64, 68]. Des Weiteren müssen Kavitäten für die Aufnahme von Amalgamfüllungen mit Unterschnitten versehen werden, welche zusätzlichen Zahnhartsubstanzverlust bedeuten [27].

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der **Komposit-Füllungen** betrug $13,45 \pm 0,84$ Jahre. Da Komposit-Füllungen mittels Adhäsivtechnik eingebracht werden, schützen sie den Zahn besser vor Frakturen als die nicht-adhäsiven Amalgam- und GIZ-Füllungen. Trotz deutlich längerer Überlebenswahrscheinlichkeit waren diese Unterschiede nicht signifikant, was durch die geringe Fallzahl ($n = 37$) zu erklären ist.

In einer *In-vitro*-Studie von *Reeh* et al. kommen die Autoren zu dem Schluss, dass mit Komposit-Restaurationen, bei Benutzung eines Dentinadhäsives, 87 % der Ausgangshärte des Zahnes erreicht werden kann. Mit Verwendung eines Schmelzadhäsives erreicht der postendodontisch versorgte Zahn 51 % der Ausgangsfestigkeit [52].

Somit stützt diese Untersuchung die Empfehlung der Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung, welche zur Kompositversorgung mittels Adhäsivtechnik rät, wenn die definitive Versorgung nicht sofort erfolgen soll oder kann oder nur kleine Defekte zu versorgen sind [16]. Im Laufe der Jahre kam es außerdem zu Verbesserungen der adhäsiven Technik [55].

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von metallischen, **konfektionierten Stiften** ($12,76 \pm 0,61$ Jahren) war signifikant geringer, als die der **individuellen Stifte** ($13,90 \pm 0,18$ Jahre).

Der Grund dafür liegt in dem Spannungsaufbau, den konfektionierte Stifte auf die Wurzel bringen, wenn sie eingebracht und zementiert werden. Als besonders ungünstig gelten Stifte mit Schraubgewinde, da diese besonders viel Spannung erzeugen, die zur Wurzelfraktur führen kann [47]. Durch das Eindrehen solcher Schraubensysteme kann es zu Spannungsrissen, Perforationen und Wurzelfrakturen kommen. Konfektionierte Stifte haben nie den Durchmesser oder die Form des individuellen Wurzelquerschnittes und belasten den Zahn ungleichmäßig. Das gilt auch für zylindrische und konische vorgefertigte Stifte.

In dieser Studie wurden ausschließlich metallische Stifte in der Gruppe der konfektionierten Stifte untersucht, da adhäsive Aufbauten mit Glasfaserstiften im vorliegenden Untersuchungszeitraum an der Zahnklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität noch nicht üblich waren. Es kann darüber spekuliert werden, in wie weit adhäsive Stiftaufbauten zu besseren Ergebnissen geführt hätten. Dies müsste in einer weiteren Studie untersucht werden.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der **Kronen** ohne Stiftaufbau ($14,03 \pm 0,32$ Jahre) unterschied sich nicht signifikant von dem der Kronen mit individuellem Stiftaufbau. Dieser Sachverhalt stützt die Annahme, dass nicht jeder wurzelkanalbehandelte Zahn zwangsläufig eine Stiftversorgung benötigt. Befindet sich genügend Zahnhartsubstanz

am endodontisch behandelten Zahn um ausreichende Retention zu gewährleisten, kann auf eine Stiftversorgung verzichtet werden [23, 28, 44, 45, 52].

Eine Studie von *Sorensen* und *Martinoff* zeigte, dass mit Kronen versorgte Zähne bessere Langzeitergebnisse aufwiesen, als jede andere Versorgung für endodontisch behandelte Zähne [59]. Die Autoren kamen in einer weiteren Untersuchung zu dem Resultat, dass endodontisch behandelte Zähne im Seitenzahngbiet mit einer Frakturwahrscheinlichkeit von 38 % – 48 % gefährdet sind und diese Frakturanfälligkeit mit Kronenversorgung auf 5 % – 10 % reduziert werden konnte [60].

Auch *Vires* Studie zufolge hatten endodontisch behandelte Zähne die mit Kronen versorgt wurden ein signifikant höheres Überleben als andere Versorgungsarten [68].

Sjögren et al. verglichen die Haltbarkeit von endodontisch behandelten Zähnen mit und ohne Stift unter Kronenversorgung und kamen zu dem Ergebnis, dass es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen in Hinblick auf ihre Belastbarkeit gab [58]. Dieses Ergebnis konnte auch durch andere Autoren bestätigt werden [4].

In vitro untersuchten *McDonald* et al. das Frakturverhalten intakter, wurzelkanalbehandelter Unterkieferfrontzähne mit und ohne Stifte und erkannten keinen signifikanten Unterschied im Bruchverhalten zwischen Test- und Kontrollgruppe [43]. Diese Ergebnissen werden auch durch andere Untersuchungen bestätigt: Stifte stärken den endodontisch behandelten Zähne nicht zusätzlich und sollten nach Möglichkeit vermieden werden, da sie zusätzlichen Substanzverlust bedeuten [36].

Willershausen et al. beobachteten in ihrer Arbeit sogar, dass mit individuellen Stiften versorgte Zähne eine geringere Überlebensrate aufwiesen, als postendodontisch ohne Stiftaufbauten versorgte Zähne [69]. Dieser Sachverhalt konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden, hier lagen zwischen diesen Gruppen keine signifikanten Unterschiede vor.

Es finden sich in der Literatur auch günstige Prognosen für das Überleben von stiftversorgten Zähnen, wie sie in der Literaturstudie von *Creugers* et al. beispielsweise mit bis zu 91 % Überlebensraten nach 6 Jahren für gegossenen Stiftaufbauten angegeben wurden oder 81 % für konfektionierte Stifte mit Kompositaufbau [13].

Auch Ergebnisse wie eine Überlebensrate von 88,8 % nach elf Jahren konnten in der Literatur für stiftversorgte Zähne ausfindig gemacht werden [14].

In der Studie von *Speich* wurden 728 endodontisch behandelten Zähnen über einen Zeitraum von 16 Jahren beobachtet. Dort kam man zu dem Schluss, dass die koronale Restauration eine Einflussgröße auf das Langzeitüberleben in situ hatte. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier für mit Stiften postendodontisch versorgte Zähne betrug 74,3 %, während Versorgungen ohne Stift eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 91 % erreichten [61].

In der vorliegenden Studie wurden 676 postendodontisch versorgte Zähne im Durchschnitt 9,2 Jahre untersucht. Für Zähne mit individuellen Stiften wurde ein Anteil von 95,9 %, für Zähne mit konfektionierten Stiften ein Anteil von 85,2 % in situ berechnet (der Unterschied ist signifikant), Zähne ohne Stiftversorgung erreichten einen Anteil von 95,2 % in situ (keine signifikanten Unterschiede zu Versorgung mit gegossenen Stiften).

Die Ergebnisse aus der Studie von *Speich* konnten hier nicht bestätigt werden, individuelle Stiftaufbauten erreichten in der vorliegenden Untersuchung ähnlich gute Werte wie Kronenversorgung ohne Stiftaufbauten. Zu weniger guten Ergebnissen kommt man bei der Verwendung von konfektionierten Stiften.

Die in der Studie von *Speich* untersuchten Stiftversorgten Zähne wurden nicht nach individuell und konfektioniert eingeteilt, sodass auch hier ein direkter Vergleich nicht möglich ist. Außerdem wurde nicht nur prothetischer Misserfolg, sondern auch beispielsweise endodontischer Misserfolg gewertet.

Vire untersuchte 116 in einem Jahr extrahierte Zähne, die zuvor eine Wurzelkanalbehandlung bekommen hatten, um so Rückschlüsse auf die Ursache des Misserfolges gewinnen zu können. 59,4 % dieser extrahierten Zähne wurden aufgrund von prothetischem Versagen extrahiert. In dieser Gruppe stellte sich heraus, dass postendodontisch überkronte Zähne bessere Prognosen hatten als nicht-überkronte Zähne [68]. In Zahlen bedeutet dies für diese Studie: Überkronte Zähne hielten durchschnittlich 7,3 Jahre bis zur Extraktion, nicht-überkronte Zähne waren durchschnittlich 4,2 Jahre in situ.

In dieser Studie hielten nicht-überkronte Zähne $10,91 \pm 0,49$ Jahre bis zu ihrer Extraktion und überkronte Zähne $14,03 \pm 3,80$ Jahre bis zu ihrer Extraktion. Die Unterschiede sind signifikant.

Die hier ermittelten Ergebnisse sind wesentlich höher, als die aus der Studie von *Vire*, allerdings ist ihnen gemeinsam, dass überkronte Zähne insgesamt länger in situ verbleiben als nicht-überkronte Zähne. Ein direkter Vergleich der beiden Studien ist allerdings nicht möglich, da in *Vires* Studie lediglich die Zähne mit Misserfolg untersucht werden und nicht eine Gesamtheit von postendodontisch versorgten Zähnen.

Aquilino et al. beobachtete 203 zwischen 1985 und 1987 endodontisch behandelte Zähne über mindestens 1 - 9 Jahre. 129 Zähne wurden mit Kronen, 74 Zähne mit Komposit oder Amalgam versorgt. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass nicht-überkronte Zähne eine sechsmal höhere Verlustrate aufwiesen als überkronte Zähne. Überkronte Zähne erreichten eine Überlebensrate von 89 %, nicht überkronte Zähne eine Überlebensrate von 62 % nach 10 Jahren und Berechnung nach Kaplan-Meier [2].

In dieser Studie konnten nach durchschnittlich 9,7 Jahren eine Überlebensrate von 94,3 % für überkronte Zähne errechnet werden (egal ob mit oder ohne Stift) und eine Überlebensrate von 70,6 % für nicht überkronte Zähne (die Unterschiede sind signifikant).

Die hier vorliegenden Ergebnisse kommen wie die der Studie von *Aquilino* et al. zu dem Schluss, dass Kronenversorgung dem endodontisch behandelten Zahn genügend Stabilität verleihen kann, um günstigere Langzeitergebnisse zu erlangen, als Versorgung mittels plastischen

Die **Trepanationen durch Kronen und Brückenpfeiler** erreichten eine ähnliche Überlebenswahrscheinlichkeit in situ ($15,32 \pm 0,42$ Jahre). Eine Neuanfertigung ist zumindest aus Gründen der Frakturanfälligkeit also nicht in jedem Fall nötig.

Trotzdem sollten die Aspekte der Dichtigkeit in Hinblick auf eine Reinfektion des Wurzelkanalsystems bedacht werden. Eine Erneuerung der Restauration ist zur Vermeidung des „koronalen Leakage“ sicherlich sinnvoll.

Die **Teilkronen** stellten das höchste Gesamtüberleben dar (100 %). Allerdings bildeten sie die kleinste Untersuchungsgruppe mit einer Anzahl von 24 Zähnen.

Trotzdem zeigt dieser Wert, dass eine Versorgung mittels Teilkrone gute Langzeitergebnisse erzielen kann. Die Höckerumfassende Komponente einer Teilkrone stabilisiert den endodontisch behandelten Zahn, sodass dem Risiko einer Fraktur entgegengewirkt wird [17, 37, 48].

Goldteilkronen im Seitenzahnbereich konnten im Gegensatz zu Amalgamfüllungen laut einer *In-vitro*-Studien von *Reeh et al.* die relative Festigkeit eines endodontisch behandelten Seitenzahnes um das 2,11-fache erhöhen [52]. Bestätigt werden diese Ergebnisse durch die Autoren *Linn* und *Messer*, die in ihrer Untersuchung im Vergleich zu amalgamversorgten Zähnen zeigten, dass Teilkronenversorgung durch die Höckerumfassung das Mittel der Wahl für endodontisch behandelte Zähne ist, da diese Restaurationsart den Zahn stabilisieren kann und vor Frakturen schützt [37].

Plastische Füllungsmaterialien und Kavitätengröße

Die Verteilung der Fälle der plastischen Füllungsmaterialien auf die **Kavitätenflächen** zeigte statistisch signifikante Unterschiede:

Es gab nur einen Anteil von 5,1 % an **einflächigen Füllungen**, wahrscheinlich, weil der Defekt des Zahnes, der zur Wurzelkanalbehandlung führte, in den meisten Fällen größeren Umfangs war. **Fünfflächige Füllungen** machten nur 3 % aus, bei diesem Umfang eines zerstörten Zahnes hat der Behandler wahrscheinlich eher zur Indikation einer anderen Restaurationsart (zum Beispiel mit Stift- oder Kronenversorgung) geraten. Dasselbe gilt für die **vierflächigen Kavitäten** (16,6 %).

Zweiflächige Füllungen waren mit einem Anteil von 32,8 % und **dreiflächige Füllungen** mit einem Anteil von 42,6 % vertreten.

Die binäre logistische Regressionsanalyse zeigt, dass die Kavitätengröße statistisch signifikanten Einfluss auf den Verbleib der Zähne *in situ* hat. Die Überlebenszeitanalysen, ermittelt für jede Kavitätengröße zeigen allerdings keine signifikanten Unterschiede. Dies kann auf die ungleichmäßige Verteilung der Fälle auf die einzelnen Kavitä-

tengrößen und die zu geringen Fallzahlen vor allem der ein- und fünfflächigen Kavitäten zurückgeführt werden.

Trotzdem zeigt die graphische Darstellung der Überlebenszeitanalyse mit zunehmender Größe der Füllung eine Erhöhung der Frakturanfälligkeit.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der **einflächigen Füllungen** lag bei $13,04 \pm 1,28$ Jahre und verringerte sich stetig auf $7,88 \pm 0,82$ für **vierflächige Füllungen (zweiflächige Füllungen: 11,67 Jahre, dreiflächige Füllungen: 9,92 Jahre)**. **Fünfflächige Füllungen** wiesen einen Wert von 8,82 Jahren auf, dieser ist mit der nicht-repräsentativen Fallzahl von 7 Zähnen in dieser Gruppe zu erklären.

Insgesamt wird deutlich, dass mit zunehmendem Zahnhartsubstanzenverlust das Risiko einer Fraktur bei Versorgung mit plastischen Füllungsmaterialien steigt. Dieses Ergebnis wird auch durch einige *In-vitro*-Untersuchungen gestützt, die ebenfalls belegen, dass mit zunehmender Kavitätengröße die Frakturanfälligkeit steigt [28, 48, 53].

Zu statistisch signifikanten Unterschieden der Überlebenswahrscheinlichkeiten kommt diese Untersuchung bei dem Vergleich von **Kavitäten ≤ 2** ($11,84 \pm 0,63$ Jahre) und **Kavitäten > 2** ($10,08 \pm 0,66$ Jahre).

Hier wird deutlich, dass die Statik eines Zahnes mit einer einer mo- oder od-Kavität der Statik einer mod-Kavität überlegen ist. Dieses Ergebnis ist damit zu begründen, dass bei dreiflächigen Kavitäten zusätzlich zum zentralen Zugang zwei Seitenwände in ihrer Kontinuität unterbrochen sind und somit ein instabilerer Zustand vorliegt als bei einer geschwächten Seitenwand [25].

Beispielsweise untersuchten *Reeh et al. in vitro* die einzelnen substanzfordernden Arbeitsschritte einer Wurzelkanalbehandlung auf ihren Einfluss auf die mechanische Belastbarkeit. Sie kamen zu der Erkenntnis, dass zusätzliche Kavitäten den größten Anteil zur Frakturanfälligkeit verursachen: Eine MOD-Kavität, also zwei fehlende Seitenwände zusätzlich zur zentralen Zugangskavität schwächen den Zahn um 63 % [53].

Auch andere Autoren wie *Panitvisai* und *Messer* verglichen mo- mit mod- und zentralen Zugangskavitäten auf die mechanische Belastbarkeit in *In-vitro*-Versuchen.

Diese sank mit zunehmender Größe der Kavität signifikant [48]. Diese *in-vitro* erzielten Erkenntnisse kann diese Studie bestätigen.

Bei der Betrachtung der Überlebenszeitanalysen für **zweiflächige Füllungen** wurde deutlich, dass es statistisch signifikante Unterschiede zwischen **GIZ** ($6,03 \pm 0,82$ Jahre) und den anderen beiden Füllungsmaterialien gab, nicht aber zwischen **Komposit-** ($13,90 \pm 1,02$ Jahre) und **Amalgamfüllungen** ($12,63 \pm 0,82$ Jahre).

Die GIZ-Füllung war bei diesem Umfang an Zahnhartsubstanzverlust den anderen Füllungsmaterialien statistisch signifikant unterlegen.

Bei einer zweiflächigen Kavität, scheint der Zahnhartsubstanzverlust noch gering genug zu sein, um sowohl mit einer Amalgam- als auch mit einer Komposit-Füllung einer Fraktur in gleichem Maße standhalten zu können.

Anders sah es bei den Überlebenszeitanalysen für **dreiflächige Kavitäten** aus: Hier lagen signifikante Unterschiede zwischen **Komposit-Füllungen** (100 % überlebten in situ) und den beiden anderen Materialien vor, nicht aber zwischen **Amalgam-** ($9,94 \pm 1,04$ Jahre) und **GIZ-Füllungen** ($6,64 \pm 0,80$).

Die Komposit-Füllung war den beiden anderen Materialien bei diesem Umfang des Zahnhartsubstanzverlusts überlegen.

Mit zunehmender Größe der Kavität und weiterer fehlender Wand steigt die Frakturanfälligkeit und der Vorteil einer adhäsiven Komposit-Füllung wirkt sich günstig auf das Überleben ins situ aus.

Bei den **vierflächigen Füllungen** ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Füllungsmaterialien. Bei diesem Umfang des Zahnhartsubstanzverlustes sollte der Behandler über alternativen zu plastischen Füllungsmaterialien nachdenken. Allerdings sind die geringe Fallzahl in dieser Untersuchungsgruppe (9 Amalgam- und 4 Komposit-Füllungen) zu beachten.

In einer retrospektiven Studie über 1639 postendodontisch mit Amalgam versorgten Zähnen verglichen *Hansen et al.* die Frakturanfälligkeit von dreiflächigen mod-Amalgamfüllungen mit der von zweiflächigen (mo- oder od-Füllungen). Die Überle-

bensrate der dreiflächigen Amalgamfüllungen war in dieser Studie insgesamt geringer, als die der zweiflächigen. Weiterhin kamen die Verfasser zu dem Schluss, dass in den meisten Fällen die linguale Wand frakturiert und somit zum Verlust des Zahnes führen [24].

In einer *In-vitro*-Studien von *Reeh* et al. testeten die Autoren die Belastbarkeit von endodontisch behandelten Zähnen und kamen zu dem Ergebnis, dass die Stabilität des Zahnes mit MOD-Kavität um 67 % reduziert ist. Wird diese Kavität dann mit Amalgam versorgt, führt das nicht zur Erhöhung der Stabilität. Im Gegenteil, die relative Festigkeit beträgt nur noch 35 % der Ausgangsstabilität [53].

Auch *Linn* und *Messer* fanden heraus: Amalgamfüllungen mit zwei- oder dreiflächiger Ausdehnung stabilisieren den endodontisch behandelten Zahn nicht [37].

Der Unterschied der Überlebensraten zwischen zwei- und dreiflächigen Amalgamfüllungen konnte in dieser Studie ebenfalls belegt werden.

Nagasiri und *Chitmongkolsuk* untersuchten das Überleben von 220 wurzelkanalbehandelten Molaren, welche noch nicht definitiv versorgt worden waren und sich auf einer Wartelist zur Weiterversorgung befanden. Mit Hilfe der Kaplan-Meier-Methode wurden Überlebensraten für konservierend und provisorisch versorgte Zähne auch in Abhängigkeit zur Kavitätengröße erstellt und verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass mit Zunahme des Zahnhartsubstanzverlustes auch die Überlebensrate sank. Weiterhin kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Komposit-Restaurationen sich günstiger auf die Prognose *in situ* ausüben als Amalgam- oder Zementversorgungen. In Zahlen bedeutete das für das Überleben nach 2 Jahren: 95 % der einflächigen, 91 % der zweiflächigen und 80 % der dreiflächigen Kavitäten überlebten *in situ*. Für die verschiedenen Füllungsarten zeigten sich Ergebnisse von 90 % der Komposit-Füllungen, 77 % der Amalgamfüllungen und 60 % der Zementfüllungen *in situ* [46].

Ein Vergleich mit dieser Studie ist in sofern möglich, als dass die Untersuchung von *Nagasiri* und *Chitmongkolsuk* ebenfalls verschiedene plastische Füllungsmaterialien in Hinblick auf die unterschiedlichen Füllungsgrößen analysiert.

Die Ergebnisse können durch die hier vorliegende Untersuchung gestützt werden:

Auch hier nahmen die Überlebensraten bei jedem Füllungsmaterial mit zunehmender Füllungsrate deutlich ab. Außerdem war auch hier Komposit ab einer Füllungsgröße

von drei Flächen den Amalgamfüllungen statistisch signifikant überleben ($p \leq 0,05$). Sowohl Amalgam- als auch Komposit-Füllungen waren den GIZ-Füllungen bei jeder Füllungsgröße überlegen.

6 Schlussfolgerung aus der eigenen Untersuchung und klinische Konsequenz

- Postendodontisch behandelte Zähne können gute Langzeitprognosen haben. Die in dieser Studie beobachteten postendodontisch versorgten Zähne hatten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 13,6 Jahre. 86,2 % der Fälle überlebten den Beobachtungszeitraum von durchschnittlichen 9,2 Jahren in situ.
- Statistisch signifikanten Einfluss auf die Prognose eines postendodontisch versorgten Zahnes hat die gewählte Restorationsart. Sie sollte sorgfältig geplant und durchgeführt werden.
- Die Versorgungen mittels Krone/Brücke, Teilkrone oder Trepanation durch vorhandene Krone oder Brückenpfeiler erreichten eine signifikant bessere Überlebenswahrscheinlichkeit als Amalgamfüllungen, und eignen sich um endodontisch behandelte Zähne lange in situ zu erhalten.
- Die Versorgung mittels Teilkronen stellt das höchste Gesamtüberleben in situ dar (100 %).
- Das Überleben der Kronen ohne Stiftaufbau (95,2 %) unterscheidet sich nicht signifikant von dem der Kronen mit individuellem Stiftaufbau (95,9 %). Um gute Langzeiterfolge zu erzielen, muss nicht in zwingend nach endodontischer Behandlung eine Stiftversorgung erfolgen. Stifte stabilisieren den Zahn nicht zusätzlich, ihre Notwendigkeit beschränkt sich auf Zähne, deren Zahnhartsubstanzverlust zu umfangreich ist, um einer Krone genügend Retention zu bieten. Außerdem sprechen der höhere Aufwand, zusätzliche Kosten, Gefahr der „via falsa“ und Frakturgefahr gegen eine Stiftversorgung.
- Das Gesamtüberleben von metallischen, konfektionierten Stiften (85,2 %) unterschied sich signifikant von dem der individuellen Stifte (95,9 %). Die Versorgung mittels metallischen konfektionierten Stiftes führt schneller und häufiger zum Zahnverlust durch das erhöhte Frakturrisiko. Auf diese Stifte sollte bei der Versorgung endodontisch behandelter Zähne verzichtet werden.
- Die Trepanationen durch Kronen und Brückenpfeiler erreichten ein ähnliches Gesamtüberleben in situ (96,2 %) wie die Gruppe der mit Kronen versorgten Zähne.

Eine Neuanfertigung ist aus Gründen der Frakturanfälligkeit also nicht in jedem Fall nötig, trotzdem sollte das Problem des „koronalen leakage“ bedacht werden.

Für Füllungsmaterialien galt:

- Die Größe der Füllungsfläche hat nach Prüfung mit der binären logistischen Regressionsanalyse statistisch signifikanten Einfluss auf den Verbleib in situ eines postendodontisch versorgten Zahnes.
- Das geringste Gesamtüberleben wiesen die provisorischen GIZ-Füllungen mit 63 %, gefolgt von den Amalgamfüllungen mit 70,4 % überlebten Fällen in situ auf. Das Gesamtüberleben der Komposit-Füllungen betrug 91,1 %. Signifikante Unterschiede lagen zwischen GIZ-Füllungen und allen anderen Versorgungsvorrichtungen vor. Kleinere Defekte die keine Kronen- oder Stiftversorgung benötigen, sollten mit Komposit-Füllungen versorgt werden. Komposit-Füllungen stellen auch eine gute Alternative zur provisorischen Versorgung mit GIZ dar, wenn die definitive Versorgung etwa durch Kronen nicht umgehend erfolgen kann oder soll.
- Mit zunehmender Kavitätengröße versagen die nicht-adhäsiven Füllungsmaterialien (Amalgam und GIZ) deutlich schneller und häufiger als die adhäsive-verarbeiteten Komposite: Ab einer Kavitätengröße von zwei Flächen liegt ein statistisch signifikanter Unterschied der Überlebenszeitanalysen zwischen GIZ und den anderen beiden Füllungsmaterialien vor, ab einer Größe von drei Flächen liegt ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Komposit- und den anderen beiden Füllungsmaterialien vor. Bei dreiflächigen Kavitäten sollten weder Amalgam noch Glasionomerzement zur Versorgung genutzt werden.
- Patientenspezifische Variablen wie das Geschlecht und das Alter haben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Haltbarkeit eines postendodontisch versorgten Zahnes.
- Zahnspezifische Variablen wie Lokalisation im Ober-, Unterkiefer und Quadranten, Zugehörigkeit zu Prämolaren oder Molare und Zahnart haben ebenfalls keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das Überleben postendodontisch versorgter Zähne.

7 Zusammenfassung

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, den Einfluss der postendodontischen Versorgung auf das Frakturverhalten und den Verbleib der posterioren Zähne in situ untersuchen.

Als Grundlage dieser retrospektiven Studie dienten 676 Patientenakten der Poliklinik für Zahnerhaltung der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Es wurden Patientenakten verwendet, deren Abschluss der Wurzelkanalbehandlung im Seitenzahnggebiet zwischen 1990 und 1999 datiert war.

Es wurden verschiedene patienten- und zahnspezifische Variablen erfasst und auf ihren Einfluss auf die Überlebensrate eines postendodontisch versorgten Zahnes getestet.

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wurden aus den Daten die absolute und relative Häufigkeit, Mittelwert, Minimal- und Maximalwert sowie Standardabweichung ermittelt. Die binäre logistische Regressionsanalyse ermittelte die Variablen, welche statistisch signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate ($p \leq 0,05$) hatten. Überlebenszeitanalysen für einzelne Variablen wurden mit der Kaplan-Meier-Methode erstellt und ihre Abhängigkeit durch den Chi-Quadrat-Test überprüft.

Insgesamt überlebten 86,2 % der evaluierten Fälle den Beobachtungszeitraum von durchschnittlichen 9,7 ($\pm 2,8$; Minimalwert: 5 Jahre) Jahre in situ. Die statistische Überlebenswahrscheinlichkeit aller Zähne lag bei 13,6 ($\pm 0,2$) Jahren.

Die Versorgungsart, und bei Füllungsmaterialien die Kavitätengröße, hatten laut binärer logistischer Regressionsanalyse statistisch signifikanten Einfluss ($p \leq 0,05$).

Alle mit Teilkronen versorgte Zähne verweilten in situ, Trepanation durch Kronen oder Brückenanker erzielten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 15,3 ($\pm 0,4$) Jahren, Kronen- und Brückenprothetik erreichten 14,0 ($\pm 0,3$) Jahre, gegossene Stiftaufbauten 13,9 ($\pm 0,2$) Jahre, Komposit-Füllungen 13,4 ($\pm 0,5$) Jahre, konfektionierte, metallische Stifte 12,7 ($\pm 0,6$) Jahre, Amalgamfüllungen 11,8 ($\pm 0,6$) Jahre und Glasionomer-Zement-Füllungen erreichten Werte von 6,6 ($\pm 0,5$) Jahre.

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten von ein- oder zweiflächigen Kavitäten ($11,8 \pm 0,6$ Jahre) unterschieden sich signifikant von Kavitäten mit drei und mehr Flächen ($10,1 \pm 0,7$ Jahre). In der Gruppe der dreiflächigen Kavitäten hatten die Amalgam- und GIZ-Füllungen ein signifikant geringeres Überleben als die Komposit-Füllungen ($p \leq 0,05$). Glasionomer-Zement-Füllungen schützten signifikant schlechter vor Frakturen als alle anderen Versorgungen ($p < 0,001$) und eignen sich nur als Provisorium.

Konfektionierte Stifte hatten eine signifikant geringere Überlebensrate als individuell gegossene Stifte ($p \leq 0,05$).

Kein signifikanter Unterschied lag zwischen den mit Stiften versehenen Zähnen und der alleinigen Kronenversorgung vor ($p > 0,05$)

Patientenspezifische Variablen wie Geschlecht und Alter hatten keinen signifikanten Einfluss auf dieses Ergebnis.

Zahnspezifische Variablen wie die Lokalisation in Ober- und Unterkiefer, oder Zugehörigkeit zu einem der vier Quadranten, oder Zahnart (Prämolar, Molar oder Einteilung nach FDI-Schema) hatten ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate eines postendodontisch versorgten Zahn.

Diese Studie zeigte, dass die postendodontische Versorgung eines Zahnes signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate in situ hat. Sie sollte in Abhängigkeit zum Zahnhartsubstanzenverlust sorgfältig gewählt werden, um so als abschließender Teil der Wurzelkanalbehandlung zum Langzeiterfolg zu führen.

8 Literaturverzeichnis

1. Alves J, Walton R, Drake D (1998)
Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals.
J Endod 24: 587-591

2. Aquilino SA, Caplan DJ (2002)
Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent 87: 256-263

3. Assif D, Gorfil C (1994)
Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent 71: 565-567

4. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E (1993)
Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns.
J Prosthet Dent 69: 36-40

5. Balto H (2002)
An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth.
J Endod 28: 762-764

6. Barkhordar RA, Radke R, Abbasi J (1989)
Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture.
J Prosthet Dent 61: 676-678

7. Bargholz C, Hör D, Zirkel C (2006)
Praxisleitfaden Endodontie
Kapitel 21: Postendodontische Versorgung S 359-384
Urban & Fischer, München

8. Barthel CR, Strobach A, Briedigkeit H, Gobel UB, Roulet JF (1999)
Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings.
J Endod 25: 731-734

9. Caplan DJ, Weintraub JA (1997)
Factors related to loss of root canal filled teeth.
J Public Health Dent 57: 31-39

10. Cathro PR, Chandler NP, Hood JA (1996)
Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with
internal composite cores.
Endod Dent Traumatol 12: 124-128

11. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D (1996)
An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-
percha and three different sealers.
Int Endod J 29: 387-392

12. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Saunders EM, MacKenzie D (1997)
An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of
root-canal treated multirouted teeth.
Int Endod J 30: 318-322

13. Creugers NH, Mentink AG, Kayser AF (1993)
An analysis of durability data on post and core restorations.
J Dent 21: 281-284

14. Dammaschke T, Steven D, Kaup M, Ott KH (2003)
Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years.
J Endod 10: 638-643

15. DGZMK und DGZ (2001)
Gemeinsame Stellungnahme: Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen
Dtsch Zahnärztl Z 56: 206-212

16. DGZ und DGZMK (2005)
Gemeinsame Stellungnahme: Good clinical practice: die Wurzelkanalbehandlung.
Dtsch Zahnärztl Z 60: 8-14

17. DGZMK, DGZPW und DGZ (2003)
Gemeinsame Stellungnahme: Aufbau endodontisch behandelter Zähne
Dtsch Zahnärztl Z 54: 199-204

18. Europäische Gesellschaft für Endodontologie (2006)
Qualitätsrichtlinien endodontischer Behandlungen
Endodontie 15: 387-401

19. Farzaneh M, Abitol S, Lawrence HP, Friedman S (2004)
Treatment Outcome in Endodontics – The Toronto Study. Phase II: Initial Treatment
Journal Endod 30: 302-309

20. Fusayama T, Maeda T (1969)
Effect of pulpectomy on dentin hardness.
J Dent Res 48: 452-460

21. Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A (2001)
An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures.
J Endod 27: 46-48
22. Fuss Z, Lustig J, Tamse A (1999)
Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth.
Int Endod J 32: 283-286
23. Guzy GE, Nicholls JJ (1979)
In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement.
J Prosthet Dent 42: 39-44
24. Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC (1990)
In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam.
Endod Dent Traumatol 6: 49-55
25. Heidemann D, Weigl P (2001)
Praxis der Zahnheilkunde – Endodontie
Restaurative Therapie des endodontisch behandelten Zahnes S 242-247
Urban & Fischer, München
26. Helfer AR, Melnick S, Schilder H (1972)
Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 34: 661-670

27. Hellwig E, Klimek J, Attin Th (2003)
Einführung in die Zahnerhaltung
II Endodontologie S 245-337
Urban & Fischer , München
28. Howe CA, McKendry DJ (1990)
Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture.
J Am Dent Assoc 121: 712-715
29. Huang TJ, Schilder H, Nathanson D (1992)
Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin.
J Endod 18: 209-215
30. Isidor F, Brøndum K, Ravnholt G (1999)
The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts.
Int J Prosthodont 12: 78-82
31. Jameson MW, Hood JA, Tidmarsh BG (1993)
The effects of dehydration and rehydration on some mechanical properties of human dentine.
J Biomech 26: 1055-1065
32. Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M (1993)
Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals.
J Endod 19: 458-461

33. Kirkevang LL, Vaeth M, Hörsted-Bindslev P, Wenzel A (2006)
Longitudinal study of periapical and endodontic status in a Danish population.
Int Endod J 39: 100-107
34. Kolker JL, Damiano PC, Caplan DJ, Armstrong SR, Dawson DV, Jones MP, Flach SD, Warren JJ, Kuthy RA (2005)
Teeth with large amalgam restorations and crowns: factors affecting the receipt of subsequent treatment after 10 years.
J Am Dent Assoc 136: 738-48
35. KZBV-Jahrbuch 2006
Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung.
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Köln 2006
36. Libman WJ, Nicholls JI (1995)
Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns.
Int J Prosthodont 8: 155-161
37. Linn J, Messer HH (1994)
Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars.
J Endod 20: 479-485
38. Lynch CD, Burke FM, Ní Ríordáin R, Hannigan A (2004)
The influence of coronal restoration type on the survival of endodontically treated teeth.
Eur J Prosthodont Restor Dent 12: 171-176

39. Marxkors M (2000)
Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik
1 Kronenersatz S 58-61
Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln München
40. Madison S, Wilcox LR (1988)
An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part
III. In vivo study.
J Endod 14: 455-458
41. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE Jr, Newton CW (1991)
Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro
study.
J Endod 17: 324-331
42. Mannocci F, Qualtrough AJ, Worthington HV, Watson TF, Pitt Ford TR (2005)
Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored
with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results.
Oper Dent 30: 9-15
43. McDonald AV, King PA, Setchell DJ (1990)
In vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated
teeth.
Int Endod J 23: 304-312
44. Milot P, Stein RS (1992)
Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and
crown design.
J Prosthet Dent 68: 428-435

45. Morgano SM (1996)
Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts.
J Prosthet Dent 75: 375-380
46. Nagasiri R, Chitmongkolsuk S (2005)
Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study.
J Prosthet Dent 93: 164-170
47. Naumann, M (2008)
So sieht die postendodontische Versorgung in Deutschland aus – Auswertung einer Fragebogenaktion
Zahnärztl Mittlg 98: 58-62
48. Panitvisai P, Messer HH (1995)
Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures.
J Endod 21: 57-61
49. Papa J, Cain C, Messer HH (1994)
Moisture content of vital vs endodontically treated teeth.
Endod Dent Traumatol 10: 91-93
50. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M (2005)
Restoring endodontically treated teeth with posts and cores - a review.
Quintessence Int 36: 737-746
51. Ray HA, Trope M (1995)
Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration.
Int Endod J 28: 12-18

52. Reeh ES, Douglas WH, Messer HH (1989)
Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique.
J Dent Res 68: 1540-1544
53. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH (1989)
Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures.
J Endod 15: 512-516
54. Saunders WP, Saunders EM (1994)
Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review.
Endod Dent Traumatol 10: 105-8
55. Schäfer E (1999)
Zur Generationsfolge der Dentinadhäsive: Geschichtliche Entwicklung, Klassifizierung und Haftungsmechanismen. Teil 3.
ZWR 108: 390 - 395
56. Sedgley CM, Messer HH (1992)
Are endodontically treated teeth more brittle?
J Endod 18: 332-335
57. Sidoli GE, King PA, Setchell DJ (1997)
An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system.
J Prosthet Dent 78: 5-9
58. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K (1990)
Factors affecting the long-term results of endodontic treatment
J Endod 16: 498-504

59. Sorensen JA, Martinoff JT (1984)
Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent 51: 780-784
60. Sorensen JA, Martinoff JT (1985)
Endodontically treated teeth as abutments.
J Prosthet Dent 53: 631-636
61. Speich B (2003)
Retrospektive Studie zu Themen der Endodontie und der definitiven Versorgung an 728 endodontisch versorgten Zähnen
Inauguraldissertation, Mainz
62. Stanford JW, Paffenbarger GC, Kumpula JW, Sweeney WT (1958)
Determination of some compressive properties of human enamel and dentin.
J Am Dent Assoc 57: 487-495
63. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J (1999)
An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth.
J Endod 25: 506-508
64. Teeuwen R (2004)
Extraktion endodontisch behandelter Zähne
Dent Prax 21: 215-219
65. Tonami K, Takahashi H. (1997)
Effects of aging on tensile fatigue strength of bovine dentin.
Dent Mater J 16: 156-169

66. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM (2000)
Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth.
Endod Dent Traumatol 16: 218-221
67. Trope M, Ray HL Jr (1992)
Resistance to fracture of endodontically treated roots.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 73: 99-102
68. Vire DE (1991)
Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation.
J Endod 17: 338-342
69. Willershausen B, Tekyatan H, Krummenauer F, Briseño Marroquin B (2005)
Survival rate of endodontically treated teeth in relation to conservative vs postinsertion techniques - a retrospective study.
Eur J Med Res 10: 204-208
70. Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E (2006)
Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 101: 126-131

9 Danksagung

Zunächst möchte ich Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Till Dammaschke vielmals für die Bereitstellung des Promotionsthemas, die hervorragende Betreuung und die geduldige Unterstützung durch wertvolle Kritik danken.

Außerdem danke ich Dr. Rudolf-Josef Fischer aus dem Institut für medizinische Informatik und Biomathematik für die Beratung.

Des Weiteren gilt mein Dank allen Mitarbeitern des Aktenarchivs der Zahnklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Mein Dank gebührt weiterhin meiner Familie, die mir neben meinem Studium auch den Rücken für die Vollendung meiner Promotion gestärkt hat.

Ich danke meinen Freundinnen für die treue Unterstützung.

