

AUS DEM MEDIZINISCHEN ZENTRUM FÜR ZAHN-, MUND UND
KIEFERHEILKUNDE

(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. Andreas Neff)

-ABTEILUNG FÜR KINDERZAHNHEILKUNDE-

(Direktor: Prof. Dr. Klaus Pieper)

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Marburg

**Der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von
endodontischen Maßnahmen an Milchzähnen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der
Philipps-Universität Marburg

vorgelegt

von

Steffen Bethke

aus Rostock

Marburg 2012

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Philipps-Universität Marburg
am: 11.06.2012

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund
Referent: Prof. Dr. A. Jablonski-Momeni
Korreferent: Prof. Dr. H. Korbmacher-Steiner

*Meinen lieben Eltern gewidmet
in ewiger Dankbarkeit...*

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
1. Einleitung	4
2. Literaturübersicht	6
2.1. Milchzahnmorphologie	6
2.2. Indirekte Überkappung	7
2.3. Direkte Überkappung	9
2.4. Pulpotomie (Vitalamputation)	10
2.5. Pulpektomie (Vitalectirpation)	13
2.6. Kompromissbehandlungen	15
3. Zielsetzung der Studie	17
4. Material und Methode	19
4.1. Auswahl der Patientenakten	19
4.2. Sichtung der Akten und Datenerfassung	20
4.3. Datenerfassung	20
4.3.1. Allgemeine Daten	20
4.3.2. Datenerfassung zum Zeitpunkt der Erstbehandlung	20
4.3.3. Datenerfassung zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung	20
4.3.4. Datenerfassung zum Zeitpunkt der Endbehandlung	21
4.4. Definition von Erfolg und Misserfolg	21
4.5. Statistische Auswertung	22
5. Ergebnisse	23
5.1. Patientengut	23
5.1.1. Verteilung der behandelten Milchzähne	24
5.2. Gesamtbeobachtungszeitraum	25
5.2.1. Histogramm des Gesamtbeobachtungszeitraums	26
5.3. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan-Meier-Kurven)	26
5.3.1. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Zahntyp“	27
5.3.2. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Sensibilität“ des Zahnes	29
5.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Perkussion“	31
5.3.4. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes	33
5.3.5. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Allgemeinanamnese“	35

5.3.6. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“	36
5.3.7. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Röntgenbefund“	39
5.3.8. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“	42
5.3.9. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Art der Therapie“	44
5.3.10. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Compliance“	46
5.3.11. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Wurzelfüllmaterial“	48
5.3.12. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Restauration“	50
5.3.13. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Alter des Patienten“	53
5.3.14. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „dmft-Index“	54
5.3.15. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „DMFT-Index“	56
6. Diskussion	58
6.1. Material und Methode	58
6.1.1. Patientengut	58
6.1.2. Datenerfassung	58
6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit	59
6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg	59
6.1.5. Statistische Auswertung	59
6.2. Ergebnisse	60
6.2.1. Die Überlebensfunktion aller endodontischen Milchzahnbehandlungen	60
6.3. Klinische Relevanz	72
7. Zusammenfassungen	73
7.1. Zusammenfassung	73
7.2. Abstract	75
8. Literaturverzeichnis	77
9. Danksagung	98
10. Tabellarischer Lebenslauf	99
11. Verzeichnis der akademischen Lehrer	100
12. Anhang	101
13. Ehrenwörtliche Erklärung	103

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
Abb.	Abbildung
bes.	besonderen
GIZ	Glasionomerzement
interr.	interradikulär
ISO	Organization for Standardization
kum.	kumulativ
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
periap.	periapikal
pat.	pathologisch
Rö.	Röntgenbilder
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Tab.	Tabelle
Überk.	Überkappung
ÜLW	Überlebenswahrscheinlichkeit
u.	und
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel
ZNO	Zinkoxid-Eugenol
ZMK	Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

1. Einleitung

Endodontische Maßnahmen im Milchgebiss dienen dem Erhalt erkrankter Milchzähne bis zur physiologischen Exfoliation, um Kaufunktion, Phonetik, das ästhetische Erscheinungsbild sowie eine normale Gebissentwicklung zu sichern [Levine et al. 1988, Fuks und Eidelman 1991, Fuks 2003, Kühnisch et al. 2011]. Um eine Indikation für endodontische Maßnahmen zu stellen, ist eine sorgfältige präoperative Diagnostik notwendig. Diese besteht neben einer umfassenden Anamnese und der Überprüfung der zahnmedizinischen Historie des Patienten, besonders der aktuellen Beschwerden, aus der subjektiven Bewertung der aktuellen Symptome durch Befragung des Kindes und der Eltern über Lage, Intensität, Dauer und Auslöser der Beschwerden [AAPD 2009]. Beachtet werden sollte jedoch, dass Kinder und Eltern oft nicht in der Lage sind, genaue Einzelheiten über die Symptome wiederzugeben und die Reaktionen des Kindes auf klinischen Tests unzuverlässig sein können [Schaffner und Lussi 1994, Carrotte 2005]. Es folgen die extraorale Untersuchung sowie Prüfung der intraoralen Weich- und Hartgewebe und klinische Tests wie Palpation, Perkussion und Mobilitätsprüfung [AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011]. Pulpa-Sensibilitätstests mittels Kältespray sind für Milchzähne nur bedingt geeignet, da häufig falsche positive Ergebnisse erzielt werden [McDonald und Avery 1994] und der eventuell als Schmerz wahrgenommene Reiz die Behandlungsbereitschaft des Kindes für anschließende Behandlungsschritte einschränken kann [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007a, Kühnisch et al. 2011]. Auch elektrische Tests sowie Wärmetests liefern falsche positive oder negative Ergebnisse und sind deshalb bei Kindern selten geeignet [Goho 1999, Camp 2011]. Röntgenaufnahmen sind hilfreich bei der Visualisierung und Beurteilung des Ausmaßes einer Karies mit oder ohne Pulpabeteiligung. Desweiteren liefern sie wichtige Informationen über pathologische apikale Situationen, die Anatomie der Wurzeln, den Grad von pathologischen oder physiologischen Wurzelresorptionen, die Lage der bleibenden Zähne oder Pulpaveränderungen [Fuks 2000, Rodd et al. 2006]. Empfohlen werden hierfür Bissflügelaufnahmen oder Zahnfilme [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007a, Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007b, Kühnisch et al. 2011]. Bei der Interpretation von Röntgenaufnahmen von Kindern ist jedoch zu beachten, dass größere Pulpencaven, Überlagerungen der sich entwickelnden Zahnknospen und normale Resorptionsmuster der Zähne vorliegen können [Belanger 1988]. Zudem können Follikel der bleibenden Zahnkeime eine interradiäre Osteolyse vortäuschen [Camp 2008]. Wurzelresorptionen

von mehr als einem Drittel stellen auf Grund abnehmendem Reparationspotenzials eine Kontraindikation für die Milchzahnerhaltung dar [Kühnisch et al. 2011]. Dies trifft in der Regel bei Milchfrontzähnen ab dem 4. Lebensjahr und bei Milchmolaren zwischen dem 7. und 9. Lebensjahr zu [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007a]. Werden pathologische Wurzelresorptionen radiologisch nachgewiesen, ist die Extraktion des Milchzahnes vorzuziehen [AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011]. Klinischer und röntgenologischer Befund korrelieren jedoch nur zu etwa 80% mit dem histologischen Bild, so dass eine korrekte Diagnose mit genauem Zustand der Pulpa nicht immer gestellt werden kann [Schröder 1977]. So lassen sich oft einige klinische Befunde erst während der Behandlung erkennen, wie zum Beispiel unkontrollierbare Blutungen aus amputierten Wurzelpulpastümpfen, die eine Anpassung des Behandlungskonzeptes an die neuen Gegebenheiten erfordert [Rodd et al. 2006]. Die endodontische Behandlung sollte nach Möglichkeit unter sterilen Kautelen durchgeführt werden. Dazu zählen unter anderem die möglichst absolute Trockenlegung durch Kofferdam, die Verwendung steriler Instrumente sowie eine vorherige Desinfektion des Arbeitsfeldes [Borutta und Heinrich-Weltzien 2002, AAPD 2009]. Die adäquate Ausschaltung von Schmerzen gilt als obligat [Kühnisch et al. 2011]. Eine Behandlung unter Sedierung oder Narkose ist bei Patienten indiziert, die auf Grund mangelnder Compliance, durch große Ängste und/oder wegen geistiger, körperlicher oder medizinischer Behinderung eine Behandlung nicht ermöglichen [Nunn et al. 1995, AAPD 2005-2006]. Generell gilt dann, dass die Behandlung möglichst umfassend sein sollte, um die Notwendigkeit für weitere Verfahren unter Sedierung bzw. Narkose zu minimieren [Nunn et al. 1995, Pohl et al. 1996, Malamed 2003]. Apexifikation und Reimplantation sind bei Milchzähnen kontraindiziert [AAPD 2009]. Nach erfolgter Therapie werden in Abhängigkeit von der Behandlungsmethode regelmäßige klinische und radiologische Überprüfungen der behandelten Zähne empfohlen [Rodd et al. 2006, AAPD 2009].

Die Endontologie im Milchgebiss umfasst im Einzelnen folgende Behandlungsmaßnahmen:

- Die indirekte und direkte Pulpaüberkappung
- Die Pulpotomie (Vitalamputation)
- Die Pulpektomie (Vitalectirpation)
- Kompromissbehandlungen

2. Literaturübersicht

2.1. Milchzahnmorphologie:

Die Milchzähne unterscheiden sich neben der Histologie sowie der reduzierten Zahnzahl und -farbe auch in folgenden Gesichtspunkten von den bleibenden Zähnen: Die Zahnhartsubstanzen weisen eine geringere Stärke auf. So ist ihr Schmelzmantel an keiner Stelle dicker als 1,0 mm und zudem sein Mineralgehalt reduziert [Martinez Sarda 1968, Goodman 1985]. Schug-Kösters und Ketterl [1973] berichten von Schmelzdicken an den approximalen Kontaktpunkten und am Fissurengrund von 0,3 bis 0,6 mm sowie von Wandstärken des Dentins, die durchschnittlich approximal bei 1,4 mm und okklusal bei 1,8 mm liegen. Hinzu kommt der in Relation zur Dentinsubstanz vergrößerte Durchmesser der Dentintubuli und der verminderte Kalzium- und Phosphatgehalt des peri- und intertubulären Dentins. Diese Kombination von reduzierter Schmelz-Dentin-Stärke, verringertem Mineralgehalt und vergrößerter Dentinpermeabilität begünstigen die Entstehung und den progredienten Verlauf von Karies bis zur Pulpa [Martinez Sarda 1968, Johnson 1987, Lee et al. 1993, Krämer und Frankenberger 2003] und führen schneller zu pulpischen Reaktionen des vitalen Gewebes. Heinrich und Kneist [1986] zeigten außerdem, dass die Sekundärdentinbildung bei Milchzähnen reduziert ist und bei fortschreitender physiologischer Wurzelresorption sogar gänzlich eingestellt wird. Daraus folgt eine eingeschränkte Abwehrreaktion des Dentin-Pulpa-Komplexes. Neben dem in Beziehung zum Zahn vergrößerten Pulpencavum reicht die Ausdehnung der Pulpenhörner bis in die äußere Dentinschicht [Martinez Sarda 1968, Goodman 1985], wodurch eine erhöhte Anfälligkeit auf exogene Reize resultiert [Krämer und Frankenberger 2003]. Das Kronen-Wurzelverhältnis ist bei Milchzähnen im Vergleich zu den bleibenden Zähnen vergrößert. Zudem sind ihre Wurzeln graziler, im Seitenzahnbereich stark gekrümmt und besitzen ein spaltförmiges Kanallumen [Finn 1973] (Abbildung 1). In ihrem Verlauf weisen die Wurzeln und häufig auch der Pulpenkammerboden akzessorische Kanälchen auf [Wrbas 1997]. Dadurch wird ein Aufbereiten und vollständiges Abfüllen erschwert. Auch endodontische Instrumente müssen auf Grund der weiter oral lokalisierten Kanaleingänge in einem anderen Winkel eingeführt werden. Das Wurzelwachstum beenden die Milchzähne zwischen dem ersten und vierten Jahr nach Zahndurchbruch. Die physiologische Resorption startet bald danach. Dabei wandern die apikalen Foramina, die nahe des Anatomischen Apex liegen, nach koronal [van Beek 1983, Kaffe et al. 1985,

Hibbard 1957, Kulild und Peters 1990]. Auch die ungleichmäßige Resorption der Wurzeln und die enge Lagebeziehung zu den bleibenden Zahnkeimen können eine endodontische Therapie erschweren.

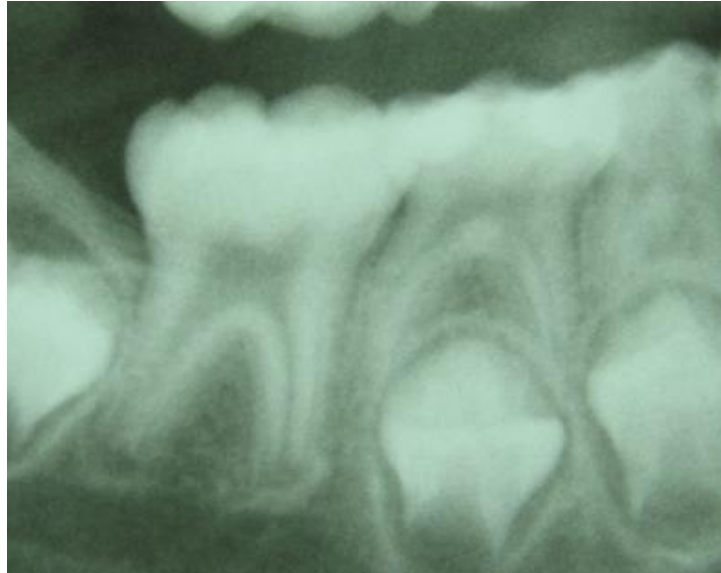


Abb. 1: Ausschnitt aus einem OPG eines Wechselgebisses, 4. Quadrant

2.2. Indirekte Überkappung:

Die indirekte Überkappung ist eine Therapiemethode, die nach Freilegung pulpanahen Dentins durch eine „Caries Profunda“ oder nach einem dentalen Traume indiziert ist. Der Zahn sollte dazu perkussionsunempfindlich sein und keine pulpischen Symptome aufweisen [Kopel 1992]. Ziel der Behandlung ist der Schutz und die Vitalerhaltung der Milchzahnpulpa durch Unterstützung der natürlichen Reparationsfähigkeit [Coll 2008, Fuks 2008]. In den letzten Jahren war ein vollständiges Entfernen des erweichten Dentins Voraussetzung für eine indirekte Überkappung [Borutta und Heinrich-Weltzien 2002]. Aktuell wird diskutiert, bei dichtem Kavitätenverschluss kariös-erweichtes Dentin in pulpanahen Arealen zu belassen [Büyükgüral und Cehreli 2008, Bjørndal 2008b, Coll 2008, Orhan et al. 2008, AAPD 2009, Duque et al. 2009, Lula et al. 2009], um eine Exposition der Pulpa zu vermeiden [Kidd 2004, Bjørndal 2008a, Ricketts et al. 2008]. Sowohl aus mikrobiologischer, pulpahistologischer und klinisch-praktischer Sicht wird die Behandlung in der Regel als einzeitige Kariesexkavation durchgeführt und sollte somit dem zweizeitigen Vorgehen vorgezogen werden [Rodd et al. 2006, Orhan et al. 2008, Büyükgüral und Cehreli 2008, Bjørndal 2008b, Coll 2008, AAPD 2009, Duque et al. 2009,

Lula et al. 2009, Gruythuysen et al. 2010]. Es hat sich gezeigt, dass kariöses Dentin unter einer dichten Restauration eine reduzierte Anzahl von lebensfähigen Bakterien aufweist [Bjørndal und Larsen 2000] und eine Verschiebung in Richtung einer weniger kariogenen Mikroflora stattfindet [Paddick 2005]. Es kommt somit zum Arretieren des kariogenen Prozesses [Magnusson und Sundell 1977] und ein erneutes Öffnen der Kavität zum Entfernen der Restkaries ist nicht notwendig. Hinzu kommt, dass durch Verkürzung der Behandlungszeit die Unannehmlichkeiten für Kinderpatienten reduziert werden. Entscheidend für den Behandlungserfolg ist eine Mindestdentindicke am Kavitätenboden von 0,5-1 mm [Heinrich et al. 1991, Murray et al. 2003]. Um die Heilungs- und Reparaturprozesse zu stimulieren, wird nach der Exkavation ein biokompatibles Medikament auf das verbleibende kariöse Dentin aufgebracht [AAPD 2008-2009]. Dabei kommen in vielen Fällen Kalziumhydroxidpräparate zum Einsatz [Al-Zayer 2003, Pinto et al. 2006]. Sie unterstützen die Bildung von Tertiärdentin, wirken antibakteriell und neutralisieren mikrobielle Säuren [Heinrich et al. 1991, Kidd 2004, Pinto et al. 2006, Büyükgüral und Cehreli 2008, Orhan et al. 2008, Duque et al. 2009, Lula et al. 2009]. Da Kalziumhydroxid jedoch eine hohe Löslichkeit, schlechte Abdichtung und niedrige Druckfestigkeit aufweist, sollte bei seiner Verwendung ein Glasionomermaterial [Farooq et al. 2000, Vij et al. 2004, Marchi et al. 2006, Menezes et al. 2006, Davidovich et al. 2007] oder ein Zinkoxid-Eugenol-Material [Al-Zayer et al. 2003] darüber platziert werden, um eine Abdichtung gegen Microleakage zu bieten. Zusätzlich haben sie die Eigenschaft der Hemmung kariogener Bakterien [Loyola-Rodriguez 1994, Duque et al. 2005]. Alternativ dazu können auch Dentinhaftvermittler [Falster et al. 2002] genutzt werden. Diese Materialien sollten, wie auch die Kalziumhydroxidpräparate, röntgenopak sein, um bei Verlaufskontrollen gegebenenfalls eine ausreichende Abgrenzung zur Kariesprogression vornehmen zu können. Neuste Studien relativieren jedoch die Notwendigkeit einer medikamentösen Einlage und deuten auf die Wichtigkeit eines dichten Kavitätenverschlusses hin [Falster et al. 2002, Marchi et al. 2006, Büyükgüral und Cehreli 2008, AAPD 2009, Duque et al. 2009, Casagrande et al. 2009 und 2010, Gruythuysen et al. 2010]. Deshalb wird empfohlen, den Zahn direkt mit einer Füllung zu versorgen [Rodd et al. 2006, AAPD 2009]. Aber auch Stahlkronen oder Glasionomer-Restaurationen veränderten nicht den Erfolg der indirekten Überkappung [Falster et al. 2002, Vij et al. 2004]. Unabhängig vom verwendeten Medikament oder der Beobachtungszeit wird die Erfolgsrate für die indirekte Überkappung mit mehr als 90% angegeben [Farooq et al.

2000, Al-Zayer et al. 2003, Vij et al. 2004, Franzon et al. 2007, Coll 2008, Gruythuysen et al. 2010].

2.3. Direkte Überkappung

Die direkte Überkappung ist bei iatrogener oder traumatisch bedingter, punktförmiger Exposition der Pulpa indiziert. Die Pulpa sollte dazu klinisch symptomfrei und die Freilegung im kariesfreien Dentin begrenzt sein [Kopel 1992, Kühnisch et al. 2011]. Bei Exposition im kariösen Dentin wird eine direkte Überkappung nicht empfohlen [Starkey 1968, Langeland et al. 1971, Fuks 2005]. Ungünstig ist die Prognose auch bei Eröffnung an der axialen Pulpawand, da die Pulpa koronal der Exposition von seiner Blutversorgung getrennt werden kann und sich Nekrosen bilden können [Carrotte 2005, Borutta et al. 2006]. Ziel der Behandlung ist es, die Vitalität und Gesundheit der Pulpa beizubehalten [Rodd et al. 2006]. Nach Exkavation und Freilegung der Pulpa wird die Wunde mit sterilen und in physiologischer Kochsalzlösung getränkten Wattepellets gereinigt und gegebenenfalls eine Blutstillung durchgeführt [Rodd et al. 2006, Krämer und Frankenberger 2007a]. Stanley [1989] empfiehlt zusätzlich den Einsatz von Adstringentien zur Stillung einer Pulpablutung. Die in Folge von der Exposition auftretenden Blutungen sollten gering und leicht zu kontrollieren sein. Eine stärkere Blutung würde für eine Entzündung der Pulpa sprechen. In diesem Fall ist die direkte Überkappung kontraindiziert [Camp 1991, Kopel 1997] und andere Maßnahmen sind notwendig. Matsuo et al. [1996] geben zudem an, dass der Grad der Blutung bei der Pulpaexposition die einzige statistisch signifikante Variable für den klinischen Erfolg sei. Auf die Eröffnungsstelle wird dann ein Material direkt auf die Pulpa appliziert [Rodd et al. 2006]. Empfohlen wird ein Kalziumhydroxidpräparat [Kopel 1997, Rodd et al. 2006, AAPD 2009] oder Mineral Trioxide Aggregate (MTA) [Rodd et al. 2006, AAPD 2009, Steffen und van Waes 2009, Parirokh und Torabinejad 2010a, 2010b, Torabinejad und Parirokh 2010]. Zinkoxid-Eugenol-Materialien führen nach direktem Pulpakontakt zu chronischen Entzündungen und sollten nicht verwendet werden [Glas und Zander 1949]. Die Verwendung von Dentinhaftvermittlern wird von einigen Autoren auf Grund ihrer abdichtenden Fähigkeit empfohlen [Kashiwada und Takagi 1991, Kanca 1993] und als erfolgreich berichtet [Boretti et al. 1999]. Araujo et al. [1996] konnten damit jedoch nur kurzfristige Erfolge zeigen. Nach der Überkappung wird der Zahn mit einem Material versorgt, dass die

Kavität bakteriendicht verschließt und vor Mikroleakage schützt [Kopel 1992, Farooq et al. 2000, Fuks 2008]. Es bieten sich hier adhäsive Füllungsmaterialien oder Stahlkronen an [Rodd et al. 2006]. Die Erfolgsrate für die direkte Überkappungs-Therapie im Milchgebiss ist umstritten. Einige Autoren beschreiben sie als ein erfolgsversprechendes Verfahren [Turner et al. 1987, Kopel 1992]. Kopel [1992] gibt zum Beispiel eine Erfolgsquote von 78-96% an. Andere bewerten die Methode als ungünstig und mit schlechter Prognose [Rodd et al. 2006]. Zudem wird über eine hohe Rate an internen Resorptionen berichtet [Kopel 1992]. Ursache hierfür soll der hohe zelluläre Gehalt der Milchzahnpulpa sein [Gould et al. 1999]. So können sich undifferenzierte Mesenchymzellen als Reaktion auf die direkte Überkappung zu Ondontoklasten differenzieren und das Dentin abbauen [Fuks 2000, Camp 2002, Rodd et al. 2006]. Zusätzlich weist Fuks [2000] auf weitere negative Wirkungen hin: Entzündungen der Pulpa, Verkalkungen und periradikulärer Knochenverlust.

2.4. Pulpotomie (Vitalamputation)

Die Pulpotomie, auch Vitalamputation genannt, ist bei Freilegung der klinisch symptomlosen Pulpa im kariösen Dentin sowie iatrogener oder traumabedingter Eröffnung der Pulpa indiziert [Huth et al. 2005, Rodd et al. 2006, AAPD 2009, Huth et al. 2011, Kühnisch et al. 2011]. Sie beinhaltet die partielle oder totale Entfernung der infizierten und entzündeten Kronenpulpa. Ziel der Behandlung ist es, durch einen Wundverband die Bildung einer Hartgewebsbrücke zwischen Pulpa und Medikament zu fördern, um so die radikuläre Pulpa vital zu erhalten [Schröder et al. 1994, Fuks 2002, Bortoluzzi et al. 2008, Kühnisch et al. 2011]. Kontraindiziert ist die Pulpotomie bei pathologischen Zeichen wie Schwellungen, Fisteln, erhöhter Zahnmobilität, Wurzelresorptionen von mehr als einem Drittel der Wurzellänge, röntgenologische Aufhellungen oder Spontanschmerz [Fuks 2000, Rodd et al. 2006, Fuks und Papagiannoulis 2006, Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007c, Krämer und Frankenberger 2007b]. Nach traumatisch bedingter Freilegung der Pulpa ist diese Maßnahme noch bis zu 7 Tagen indiziert, da das Ausmaß der Entzündung in diesem Zeitraum nur die oberen 2-3 mm des exponierten Gewebes umfasst [Heide 1980]. Der klinische Behandlungsablauf beginnt mit der Kariesexkavation und Präparation der Zugangskavität. Für ein speichelfreies Arbeiten wird Kofferdam empfohlen [Fishman et al. 1996, Gruythuysen und Weerheijm 1997, Camp et al. 2002, Sasaki et al. 2002], jedoch ist

sein Einsatz aus Compliancegründen nicht bei allen Kindern möglich [Hunter und Hunter 2003]. Als Alternative bieten sich Watterollen an [Schröder 1973]. Anschließend wird die koronale Milchzahnpulpa entfernt. Dazu werden rotierende Instrumente unter Wasserkühlung oder scharfe Exkavatoren empfohlen [Rodd et al. 2006, AAPD 2009]. Sluka et al. [1981] befürworten die Nutzung von schnell laufenden Diamantbohrern, idealerweise mit stumpfer Knopfspitze, um eine möglichst atraumatisch-saubere Amputationsstelle zu erhalten. Eine leicht kontrollierbare Blutung mit hellroter Farbe wird als Hinweis auf eine auf die koronale Pulpa beschränkte Entzündung gesehen [Sonmez und Durutürk 2008]. Sollte die Blutung andauern und dunkelrot sein, ist eine Pulpotomie kontraindiziert, da sie auf eine bereits involvierte Wurzelpulpa deutet [Leisenbach Minder und Hotz 1993, Kühnisch et al. 2011]. Entstehende Blutungen können mit einem sterilen, mit Kochsalzlösung getränktem Wattepelett und wenig Druck auf die Amputationsstelle gestillt werden [Huth et al. 2005, Rodd et al. 2006, van Waes und Steffen 2009]. Auch der Einsatz von Eisen-III-Sulfat für etwa 30 Sekunden hat sich klinisch bewährt [Papagiannoulis 2002, Fuks 2008]. Wegen ihrer hämostatischen Wirkung werden desweiteren die Elektro- und Lasertherapie angewendet [Fishman et al. 1996, Elliot et al. 1999, Sasaki et al. 2002, Saltzman et al. 2005]. Sie haben jedoch den Nachteil, dass die Amputationswunde mit einer thermisch nekrotisierten Gewebsschicht bedeckt wird [Welbury et al. 2005, Fuks 2006, Witherspoon et al. 2006] und sich unter der Nekrose noch irreversibel entzündetes Gewebe befinden kann [Rodd et al. 2006]. Die Entstehung eines Blutkoagulums zwischen Restpulpa und Wundverbandmaterial gilt es bei der Blutstillung zu vermeiden [Sluka et al. 1981, Fuks 2006, Krämer und Frankenberger 2007b]. Dieses würde die Entwicklung einer Entzündungsreaktion begünstigen, die Ausbildung einer Hartgewebsbrücke verhindern und interne Resorptionsprozesse bis hin zu einer Pulpanekrose fördern [Kühnisch et al. 2011]. Als Überkappungsmaterial kommen verschiedene Medikamente zum Einsatz. Kalziumhydroxid-Präparate [Kopel 1997, Waterhouse et al. 2000a] und Mineral Trioxide Aggregate-Zemente [Peng et al. 2006, Steffen und van Waes 2009, Parirokh und Torabinejad 2010a, 2010b, Torabinejad und Parirokh 2010, Simancas-Pallares et al. 2010] werden empfohlen, um eine Hartgewebsbrückenbildung zu fördern. Mit Kalziumhydroxid überkappte Zähne zeigen jedoch häufig unphysiologische Resorptionserscheinungen [Welbury et al. 2005, Moretti et al. 2008]. Aufgrund des hohen Preises sind Mineral Trioxide Aggregate-Materialien nur bedingt für die Milchzahndodontie einsetzbar [Fuks 2002, Ng und Messer 2008, Steffen

und van Waes 2009]. Zinkoxid-Eugenolhaltige Präparate zeigen vermehrt Misserfolge mit chronischen Pulpaentzündungen und hydrolytischen Auflösungserscheinungen und sollten nicht mehr verwendet werden [Watts und Paterson 1987, Welbury et al. 2005, Fuks und Papagiannoulis 2006, Patchett et al. 2006, Sirinivasan et al. 2006, Witherspoon et al. 2006]. Formokresol-, formaldehyd- oder glutaraldehydhaltige Präparate werden wegen nachgewiesener Mutagenität, Kanzerogenität und Toxizität nicht mehr empfohlen [ESoE 1994, Waterhouse et al. 2000a, IARC 2006, Patchett et al. 2006, Sirinivasan et al. 2006]. Eisen-III-Sulfat wird hauptsächlich wegen seiner hämostatischen Eigenschaften eingesetzt [Fuks 2002, Kühnisch et al. 2011]. Es ist ähnlich wirksam wie Formocresol, aber weniger toxisch [Kimura et al. 2003, Markovic et al. 2005, Saltzman et al. 2005, Deery 2005] und wird daher als kostengünstige Alternative vorgeschlagen [Fuks 2002]. Nach der Wundverbandapplikation erfolgt eine adäquate Unterfüllung [Kühnisch et al. 2011], in der Regel mit verstärktem Glasionomer- oder Zinkoxid-Eugenol-Zement [Rodd et al. 2006]. Um das Risiko einer Reinfektion zu vermeiden und den Behandlungserfolg zu gewährleisten, ist anschließend die Kavität dicht zu versorgen [Magnusson 1978, Stanley 1989, Schröder et al. 1994, Duggal et al. 1995, Gruythuysen und Weerheijm 1997, Camps et al. 2000, Hafez et al. 2000, Waterhouse et al. 2000a, Waterhouse et al. 2000b, Camp et al. 2002]. Je nach Ausmaß des Zahnhartsubstanzdefektes wird eine direkte Restauration oder eine konfektionierte Stahlkrone empfohlen [Kühnisch et al. 2011]. Darüber hinaus können Stahlkronen auf Milchmolaren Kronen- und Wurzelfrakturen verhindern [Duggal und Curzon 1989]. Die klinisch-röntgenologische Erfolgsrate der Pulpotomie hängt stark von dem verwendeten Wundverbandmaterial und der Dauer der Beobachtungszeit ab. In der Literatur werden die Erfolgsraten sehr unterschiedlich angegeben. So liegt für Kalziumhydroxid der Erfolg nach einer Beobachtungszeit von einem Jahr bei 49-86% [Law 1956, Huth et al. 2005], nach 2 Jahren bei 31-80% [Via 1955, Gruythuysen und Weerheijm 1997]. Eisen-III-Sulfat ist nach einem Jahr zu 86-97% [Fei et al. 1997, Huth et al. 2005] erfolgreich, nach 2 Jahren zu 73-86% [Huth et al. 2005, Sonmez et al. 2008]. Bei Formocresol wird der 1-Jahres-Erfolg mit 91-96% [Jabbarifar et al. 2004, Huth et al. 2005] und der bei 2 Jahren mit 77-94% [Fuks und Bimstein 1981, Sonmez et al. 2008] angegeben. Pulpotomien mit MTA weisen nach 1 Jahr eine Erfolgsrate von 90-94% [Agamy et al. 2004, Jabbarifar et al. 2004] und nach 2 Jahren 67-100% [Farsi et al. 2005, Moretti et al. 2005, Sonmez et al. 2008] auf.

Als möglichen Grund für das Misslingen der Pulpotomie wird die inkorrekte initiale Pulpadiagnostik angegeben, z.B. wenn zum Zeitpunkt der Behandlung die Pulpa stärker entzündet war, als die klinisch-radiologischen Kriterien es vorgeben [Schröder et al. 1987].

2.5. Pulpektomie (Vitalectirpation)

Liegt eine irreversible Pulpitis oder eine nekrotische Pulpa mit infiziertem Kanalsystem vor, ist die Wurzelkanalbehandlung indiziert [Fuks und Eidelman 1991, Kühnisch et al. 2011]. Ziel der Behandlung ist die Entfernung des entzündeten oder nekrotischen Wurzelpulpagewebes und die anschließende Reinigung sowie Füllung des Wurzelkanalsystems [Rodd et al. 2006]. Eine mangelnde Compliance der jungen Patienten, ein umfangreicher klinischer Behandlungsablauf sowie die technisch anspruchsvollen Umstände einer optimalen Aufbereitung, Desinfektion und Füllung der grazilen, im Seitenzahnbereich stark gekrümmten Wurzelkanäle, limitieren jedoch die Einsatzmöglichkeiten dieses Verfahrens [Ng et al. 2008, Kühnisch et al. 2011]. Mittels präoperativer Röntgendiagnostik wird zunächst sichergestellt, dass das Wurzelwachstum abgeschlossen ist und keine apikalen oder interradikulären Entzündungen sowie Wurzelresorptionen von mehr als einem Drittel der Wurzellänge vorliegen [Camp 1991, Rodd et al. 2006]. Andernfalls ist die Pulpektomie kontraindiziert und die Extraktion vorzuziehen [Kühnisch et al. 2011]. Nach Isolation mit Kofferdam [Rodd et al. 2006] wird die Kronenpulpa entsprechend der Pulpotomie entfernt. Es folgt die Bestimmung der endodontischen Arbeitslänge. Dies kann endometrisch und/oder röntgenologisch geschehen [Ghaemmaghami et al. 2008]. Elektrische Längenmessungen fallen jedoch tendenziell zu kurz aus [Müller et al. 2000, Kielbassa et al. 2003]. Da Misserfolge bei Wurzelkanalfüllungen eher auf eine Über- als eine Unterfüllung zurückzuführen sind [Holan et al. 2005, Rodd et al. 2006, Fuks 2008], sollte die Arbeitslänge etwa 2mm vor dem röntgenologischen Apex enden [Rodd et al. 2006]. Eine mögliche Keimschädigung des bleibenden Zahnes durch ein Überinstrumentieren gilt es unbedingt zu vermeiden. Aufgrund der geringen Wurzelkanalwandstärken, besonders im apikalen Wurzelbereich [Kühnisch et al. 2011], werden zum Aufbereiten nur kleine Feilen empfohlen, die nicht größer als ISO-Größe 30 sind [Rodd et al. 2006]. Seow [1991] konnte zeigen, dass die Kombination von mechanischer Kanalreinigung und anschließende Nutzung von Ultraschall die besten Ergebnisse erzielte. Zur Reinigung und Desinfektion des

Wurzelkanalsystems werden zusätzlich als Spüllösungen Natriumhypochlorit (0,1%) [Rodd et al. 2006, Kühnisch et al. 2011], Chlorhexidin (0,4%) [Rodd et al. 2006] oder Kochsalzlösung (0,9%) [Rodd et al. 2006, Kühnisch et al. 2011] empfohlen. Mehdipour et al. [2007] weisen jedoch auf die gewebereizende Wirkung von Natriumhypochlorit hin und warnen vor einem Überpressen über den Apex hinaus. Anschließend werden die Kanäle mit auf Arbeitslänge gekürzten Papierspitzen getrocknet [Rodd et al. 2006] und dann gefüllt. Wurzelkanalfüllungsmaterialien sollten röntgenopak sein und in gleicher Weise wie die Milchzähne resorbieren [Rifkin 1980, Machida 1983, Kühnisch et al. 2011]. Sie sollten bei versehentlichem Extrudieren über den Apex schnell abgebaut werden können [Rodd et al. 2006]. Empfohlen werden Zinkoxid-Eugenol- [Nicholis 1964, Aylard und Johnson 1987, Coll und Sadrian 1996, Casas et al. 2004, Rodd et al. 2006, AAPD 2009], Kalziumhydroxid- [Rodd et al. 2006, AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011] sowie Kalziumhydroxid-Jodoform-Präparate [Kubota et al. 1992, Fuks 2002, Ozalp et al. 2005, Primosch et al. 2005, Rodd et al. 2006, AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011]. Zinkoxid-Eugenol wird nicht als ideales Wurzelfüllmaterial angesehen, da es nur begrenzt antibakteriell ist [Cox et al. 1978, Tchaou et al. 1996] und dazu neigt, langsamer als die Wurzeln der Milchzähne zu resorbieren [Fuks und Eidelman 1991, Mortazavi und Mesbahi 2004, Ozalp et al. 2005]. Neben allergisierenden Nebenwirkungen [Fuks und Eidelman 1991] besteht bei Überpressen, bedingt durch die Härte von Zinkoxid-Eugenol, die Gefahr einer Ablenkung der Durchbruchrichtung der bleibenden Zähne [Coll und Sadrian 1996]. So werden seit einigen Jahren jodoformbasierende Pasten als geeignete Alternative zu Zinkoxid-Eugenol vorgeschlagen [Mortazavi und Mesbahi 2004, AAPD 2009]. Jodoformpasten zeigen bessere resorbierende und desinfizierende Eigenschaften als Zinkoxid-Eugenol [Garcia-Godoy 1987, Primosch 1997, Mortazavi und Mesbahi 2004]. Sie können aber zu einer gelblich-braunen Verfärbung der Zahnkrone führen und damit die Ästhetik gefährden [Garcia-Godoy 1987]. Frühere Studien zeigen zudem, dass auf Grund ihrer schnellen Resorption Jodoformpasten abzulehnen sind [Barker und Lockett 1971, Ogihara et al. 1978, Rifkin 1980]. Kombinierte Kalziumhydroxid-Jodoform-Pasten resorbieren sowohl extra- wie auch intraradikulär ohne erkennbare schädliche Wirkung und erweisen sich als klinisch und radiologisch erfolgreich [Nurko et al. 2000]. Da solche Pasten nicht zu einer festen Masse aushärten, wird die Wahrscheinlichkeit der Ablenkung der Durchbruchrichtung des nachfolgenden Zahnes minimiert [Mortazavi und Mesbahi 2004]. Nach Tchaou et al. [1995, 1996] sind die antibakteriellen Eigenschaften aber

minimal. Kalziumhydroxid wird eine antibakterielle Wirkung nachgesagt und beim Überpressen über den Apex wird es leichter resorbiert [Ranly 1994, Mani et al. 2000]. Guttapercha wird nicht resorbiert und ist deshalb kontraindiziert. Eine Ausnahme für die Anwendung bildet die Aplasie des nachfolgenden bleibenden Zahnes [Kühnisch et al. 2011].

Ist nach Aufbereitung die Trocknung der Kanäle auf Grund einer Infektion mit auftretendem Exsudat nicht möglich, wird die Behandlung in zwei Sitzungen empfohlen. Hierbei wird zunächst für etwa 7-10 Tage ein Kalziumhydroxidpräparat [Krämer und Frankenberger 2007a] in die Kanäle appliziert und erst bei der nächsten Sitzung werden sie abgefüllt und verschlossen. Dies ist in der Regel bei einer nekrotischen Pulpa der Fall [Schönenberger Göhring und Zehnder 2004, Rodd et al. 2006]. Eine andauernde Blutung trotz schonender Präparation spricht hingegen für eine irreversibel entzündlich involvierte Wurzelpulpa [Leisenbach Minder und Hotz 1993] und die Behandlung kann in einer Sitzung durchgeführt werden. Nach dem Füllen der Wurzelkanäle ist eine röntgenologische Kontrollaufnahme zweckmäßig [AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011]. Nur so lässt sich eine erfolgreiche Obduration überprüfen. Um die Kavität dicht zu verschließen, empfiehlt sich je nach Ausmaß des Zahnhartsubstanzdefektes eine direkte Restauration oder eine konfektionierte Stahlkrone [Rodd et al. 2006, AAPD 2009]. Die klinisch-röntgenologischen Erfolgsraten von Wurzelkanalbehandlungen werden mit 31-96% angegeben [Ng et al. 2007]. Grundsätzlich sinkt die Erfolgsrate mit dem Fortschreiten der Wurzelresorption [Sheller et al. 1987] und bei überstopftem Wurzelfüllmaterial [Holan und Fuks 1993].

2.6. Kompromissbehandlungen

Das Belassen unbehandelter kariöser und avitaler Milchzähne birgt neben der Beeinträchtigung des kindlichen Allgemeinbefindens auch die Gefahr von Exazerbationen und rezidivierenden Abszedierungen sowie die Entstehung von Strukturanomalien an den permanenten Zähnen, sogenannte Turnerzähne [Borutta und Heinrich-Weltzien 2002]. Die Trepanation von Milchzähnen und ihr offenes Belassen im Munde sollte nur als kurzzeitige Kompromisslösung gesehen werden, wenn eine sofortige Extraktion nicht möglich ist [Kühnisch et al. 2011]. Dies liegt bei Kontraindikation zur Pulpotomie, Scheitern einer Wurzelkanalbehandlung und bei Vorliegen von Entzündungsprozessen vor [Staehele 1993].

Auch bei mangelnder Mitarbeit, bei schlechtem allgemeinen Gesundheitszustand des Kindes oder wenn durch Extraktion des Milchzahnes eine Verletzungsgefahr des permanenten Zahnkeimes besteht, ist die Kompromissbehandlung vertretbar [Borutta und Heinrich-Weltzien 2006]. Bei reduziertem Allgemeinzustand oder hohem Fieber wird in der Regel eine unterstützende Antibiotikagabe empfohlen [Heidemann 2005]. Es wird zwischen partiellem und vollständigem Offenlassen unterschieden. Beim partiellen Offenlassen wird der Zahn trepaniert und eine Weiser-Drainage hergestellt. Die Kavität wird dabei nur soweit verschlossen, dass ein kanalartiger Zugang zur Mundhöhle bestehen bleibt. Beim vollständigen Offenlassen wird der Zahn nach Trepanation auf Gingivaniveau heruntergeschliffen und infiziertes bzw. nekrotisches Pulpagewebe so weit wie möglich entfernt [Heidemann 2005]. Offene Zähne stellen jedoch ein Bakterienreservoir durch Nischenbildung für kariespathogene Keime dar und können bei Verstopfung der Kanäle durch Nahrungsreste zu Schmerzen und Abszessen führen [van Waes und Stöckli 2001]. Eine besondere Aufklärung der Eltern hinsichtlich Reinigung ist deshalb angezeigt [DGZMK 2003]. Zudem besitzen gekürzte Zähne keine Platzhalterfunktion mehr und das Fehlen der Zahnkrone verhindert nicht die Kippung eines Nachbarzahnes [Guldner und Langeland 1993]. Derart belassene Zähne müssen demnach regelmäßig kontrolliert werden [DGZMK 2003] und sollten, sobald es die Mitarbeit des Patienten zulässt, extrahiert werden. Bei Bedarf wird ein mundhygienefähiger Lückenhalter eingesetzt [Harzer et al. 2004, Hülsmann und Wiegand 2007].

Die Datenlage über Parameter, die einen Einfluss auf das Überleben eines endodontisch behandelten Milchzahnes haben, ist nur unzureichend. In der Literatur werden die Art der Therapie [Rodd et al. 2006, Coll 2008, Hülsmann und Wiegand 2008, Ng et al. 2008, Gruythuysen et al. 2010, Kühnisch et al. 2011], der Röntgenbefund [Kühnisch et al. 2011] und die verwendete Restauration [Farooq et al. 2000, Welbury et al. 2000, Mortada und King 2004] als die wichtigsten Parameter aufgeführt. Andere Faktoren, wie der Milchzahntyp [Huth et al. 2011] und die Sensibilität [Rodd et al. 2006, Ng et al. 2008] weisen dagegen nur eine untergeordnete Rolle auf.

3. Zielsetzung der Studie

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung kann von verschiedenen Parametern beeinflusst werden. Dabei stehen prä- und intraoperativ bestimmbare Einflussfaktoren im Mittelpunkt, die den Ausgang einer solchen Behandlung möglicherweise beeinflussen können. Potentielle Parameter können Variablen sein wie der Milchzahntyp, klinische Symptome, Art der Behandlung, die Restauration, das verwendete Wurzelkanalfüllungsmaterial, die fachliche Qualifikation des Behandlers, die Mitarbeit des Patienten, der Zustand des Zahnes vor der Behandlung, Röntgenbefunde, die Allgemeinanamnese, der Zahnstatus und das Alter des Patienten. Eine abschließende Einschätzung dieser und anderer potentieller Einflussgrößen ist gegenwärtig jedoch nicht möglich. Die Anzahl valider klinischer Studien, die den gleichzeitigen Einfluss solcher Faktoren analysieren, ist hierfür bisher zu gering. Ziel der vorliegenden Studie war daher die retrospektive Untersuchung endodontischer Milchzahnbehandlungen. Diese wurden in den Jahren 2001 bis 2010 im medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde durchgeführt. Die folgenden Aussagen sollten als Hypothesen mittels geeigneter statistischer Methoden überprüft werden:

1. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Zahntyp ab.
2. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Sensibilität des Zahnes bei der Ausgangssituation ab.
3. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Perkussionsempfindlichkeit des Zahnes bei der Ausgangssituation ab.
4. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik des Zahnes bei der Ausgangssituation ab.
6. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von dem Zustand des Zahnes vor der Behandlung ab.
7. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Röntgenbefund des Zahnes ab.

8. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Erfahrung des Behandlers ab.
9. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Art der Therapie ab.
10. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von Compliance des Patienten ab.
11. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom verwendeten Wurzelfüllungsmaterial ab.
12. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der abschließenden Restauration des Zahnes ab.
13. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Alter des Patienten bei Behandlungsbeginn ab.
14. Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom dmft-/DMFT-Index des Patienten bei Behandlungsbeginn ab.

4. Material und Methode:

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenerfassung.

Das Studiendesign ist in Abb. 2 skizziert.

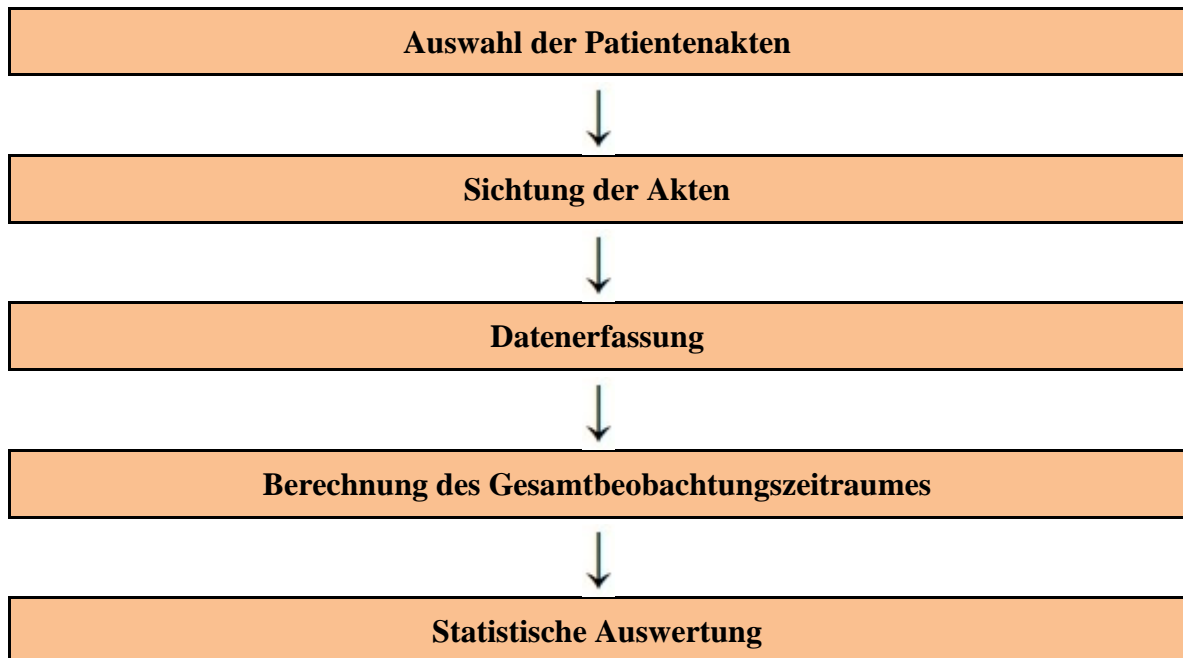


Abb. 2: Studiendesign

4.1. Auswahl der Patientenakten

Als Untersuchungsgut dienten Patientenakten von Patienten, bei denen in der Zeit vom 01. Januar 2001 bis zum 31. Dezember 2010 eine endodontische Behandlung an Milchzähnen im medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde durchgeführt wurde. Die Daten wurden aus den Patientenakten ohne aktuelle personenbezogene Nachfragen oder Nachuntersuchungen ausgewertet. Die erforderlichen Parameter wurden ausschließlich anhand der Akteneinträge und der registrierten Zahnbefunde erfasst. Der Milchzahn wurde als die kleinste Einheit dieser Studie betrachtet. Im Falle des Vorhandenseins mehrerer endodontischer Behandlungen bei einem Patienten wurde jeder Zahn einzeln betrachtet.

4.2. Sichtung der Akten und Datenerfassung

Die entsprechenden Patientenakten wurden aus dem Archiv der Abteilung entnommen.

4.3. Datenerfassung

Folgende Daten wurden bei der Einsicht in die Patientenakte erfasst:

4.3.1. Allgemeine Daten

- Geschlecht
- Geburtsdatum (Geburtsmonat und -jahr)
- Datum der Erstbehandlung
- Behandler (Spezialist der Kinderzahnheilkunde, kein Spezialist)
- Allgemeine Anamnese (gesund/auffällig)
- Vorhandene Röntgenbilder

4.3.2. Datenerfassung zum Zeitpunkt der Erstbehandlung

- Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Erstbehandlung
- dmft-Index bei Erstbehandlung
- DMFT-Index bei Erstbehandlung

4.3.3. Datenerfassung zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung

- Das Datum der endodontischen Behandlung
- Compliance des Patienten. Unterschieden wurde hier zwischen guter und keiner Mitarbeit des Patienten sowie ob eine Behandlung unter Sedierung oder Narkose durchgeführt werden musste. Angaben zur Kooperationsfähigkeit des Kindes wurden ermittelt, in dem anhand des Akteneintrages differenziert wurde, ob es sich um eine reguläre Behandlung handelte, eine Sedierung oder Narkose durchgeführt worden war bzw. ob mehrere Behandlungsversuche bis zum Erreichen einer adäquaten Behandlung erfolgt waren.
- Der behandelte Zahn bzw. Zahntyp

- Befund vorhandener Röntgenbilder des behandelten Zahnes. Hier wurde differenziert zwischen: Ohne pathologischen Befund, Interradikuläre und/oder Periapikale Veränderungen und/oder Karies
- Zustand des Zahnes vor der Behandlung: keine besonderen Angaben, Fistel, Abszess, Schmerzen, Infiltrat, Sonstiges (Pusaustritt/Pulpapolyp), Trauma
- Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik
- Vorliegen von Röntgenbildern des behandelten Zahnes
- Angaben zur Sensibilität des Zahnes (soweit vorhanden)
- Angaben zur Perkussionsempfindlichkeit des Zahnes (soweit vorhanden)
- Behandlungsmethode: indirekte Überkappung, direkte Überkappung, Pulpotomie oder Pulpektomie
- Verwendetes Wurzelkanalfüllmaterial: Kalziumhydroxid, Kalziumhydroxid-Jodoformpasten
- Koronale Restauration. Unterschieden wurde zwischen Stahlkronen, Kompositen, Glasionomer-Zementen, Kompomeren, Zinkoxid-Eugenolzementen und dem Offenlassen des Zahnes

4.3.4. Datenerfassung zum Zeitpunkt der Endbehandlung

- Behandlungszeitraum des Zahnes (in Monaten)
- Zustand des Zahnes: keine besonderen Angaben, Fistel, Abszess, Schmerzen, Infiltrat, Sonstiges (Pusaustritt/Pulpapolyp)
- Zustand des Zahnes beim letzten Behandlungstermin bzw. Endbehandlungsdatum. Differenziert wurde, ob sich der Zahn in situ befand, natürlich exfoliiert war oder extrahiert worden war

4.4. Definition von Erfolg und Misserfolg

Die Kriterien für Erfolg und Misserfolg einer endodontischen Behandlung an Milchzähnen wurden vor Beginn der Studie folgendermaßen festgelegt (Tabelle 1): Als Erfolg im Sinne dieser Überlebensstudie wurden die endodontischen Behandlungen gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden oder natürlich exfoliiert waren. Als Misserfolg wurde eine vorzeitige Extraktion des endodontisch behandelten Zahnes gewertet.

Tab. 1: Kriterium und Bedeutung von Zensus und Event

Kriterium	Bedeutung
Zensus (Erfolg)	Der Zahn befindet bei Behandlungsende in situ oder ist natürlich verloren gegangen.
Event (Misserfolg)	Der Zahn wurde vorzeitig extrahiert.

Im Falle eines Erfolges wurde das letzte Behandlungsdatum, an dem der Zahn in situ gewesen oder natürlich verloren gegangen ist, notiert. Im Falle eines Misserfolgs wurde das Datum erfasst, an welchem der Zahn extrahiert worden ist.

4.5. Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden zunächst auf einem Protokollblatt notiert (Anhang) und später in das SPSS-Programm, Version 15.0 übertragen. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt [Kaplan & Meier 1958]. Für Gruppenvergleiche wurde der Log-Rank-Test angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

5. Ergebnisse

5.1. Patientengut

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum Daten von 218 Patienten (341 Zähnen) erhoben. Die Verteilung der Patienten und untersuchten Zähne auf die Jahre 2001-2010 ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Verteilung der untersuchten Patienten und Zähne auf die Jahre 2001-2010

Jahr	Anzahl (Patienten)	Anteil (%)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
2001	17	7,8	25	7,3
2002	20	9,2	24	7,0
2003	17	7,8	27	7,9
2004	14	6,4	22	6,5
2005	22	10,1	39	11,4
2006	18	8,3	27	7,9
2007	15	6,9	21	6,2
2008	26	11,9	44	12,9
2009	21	9,6	30	8,8
2010	48	22,0	82	24,0
Gesamt:	218	100	341	100

Die Geschlechterverteilung der Patienten ist in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tab. 3: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten und Zähne

Geschlecht	Anzahl (Patienten)	Anteil (%)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
männlich	132	60,6	211	61,9
weiblich	86	39,4	130	38,1
Gesamt:	218	100	341	100

Das Alter der Patienten und der untersuchten Zähne zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung lag zwischen 1 und 13 Jahren (Tab. 4). Der Mittelwert des Alters bei Beginn der Behandlung lag bei 5,4 Jahren.

Tab. 4: Altersverteilung der untersuchten Patienten und Zähne

Alter (Jahre)	Anzahl (Patienten)	Anteil (%)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
1	7	3,2	11	3,2
2	16	7,3	31	9,1
3	27	12,4	42	12,3
4	41	18,8	74	21,7
5	40	18,8	64	18,8
6	30	13,8	43	12,6
7	25	11,0	36	10,6
8	19	8,7	26	7,6
9	9	4,1	9	2,6
10	2	0,9	3	0,9
11	1	0,5	1	0,3
12	0	0,0	0	0,0
13	1	0,5	1	0,3

5.1.1. Verteilung der behandelten Milchzähne

Die Verteilung der behandelten Milchzähne ergibt sich aus Tabelle 5:

Tab. 5: Verteilung der endodontisch behandelten Milchzähne

Gesamtzahl der behandelten Milchzähne:								
Oberkiefer								
Zähne	Anzahl	Anteil (%)	Zähne	Anzahl	Anteil (%)		Anzahl	Anteil (%)
51	6	1,8	61	5	1,5	Milchinzisivi	17	5,0
52	5	1,5	62	1	0,3			
53	6	1,8	63	4	1,2	Milcheckzähne	10	2,9
54	37	10,9	64	42	12,3	Milchmolaren	154	45,2
55	37	10,9	65	38	11,1			
Gesamt:	91	26,7	Gesamt:	90	26,4	Gesamt:	181	53,1
Unterkiefer								
Zähne	Anzahl	Anteil (%)	Zähne	Anzahl	Anteil (%)		Anzahl	Anteil (%)
71	0	0,0	81	0	0,0	Milchinzisivi	0	0,0
72	0	0,0	82	0	0,0			
73	1	0,3	83	1	0,3	Milcheckzähne	2	0,6
74	26	7,6	84	49	14,4	Milchmolaren	158	46,3
75	45	13,2	85	38	11,1			
Gesamt:	72	21,1	Gesamt:	88	25,8	Gesamt:	160	46,9

Dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass mit 53,1% die Anzahl der durchgeführten endodontischen Behandlungen im Oberkiefer häufiger waren als bei den Unterkiefermilchzähnen mit 46,9%. Die Milchzähne, die sich der Mehrheit der erfolgten endodontischen Behandlungen zuordnen ließen, sind die Milchmolaren mit 91,5%.

5.2. Gesamtbeobachtungszeitraum

Der Gesamtbeobachtungszeitraum lag zwischen 0 und 92,6 Monaten. Der Mittelwert lag bei 12,6 Monaten. Eine Aufschlüsselung der Nachuntersuchungszeit zeigt Abbildung 3.

5.2.1. Histogramm des Gesamtbeobachtungszeitraums

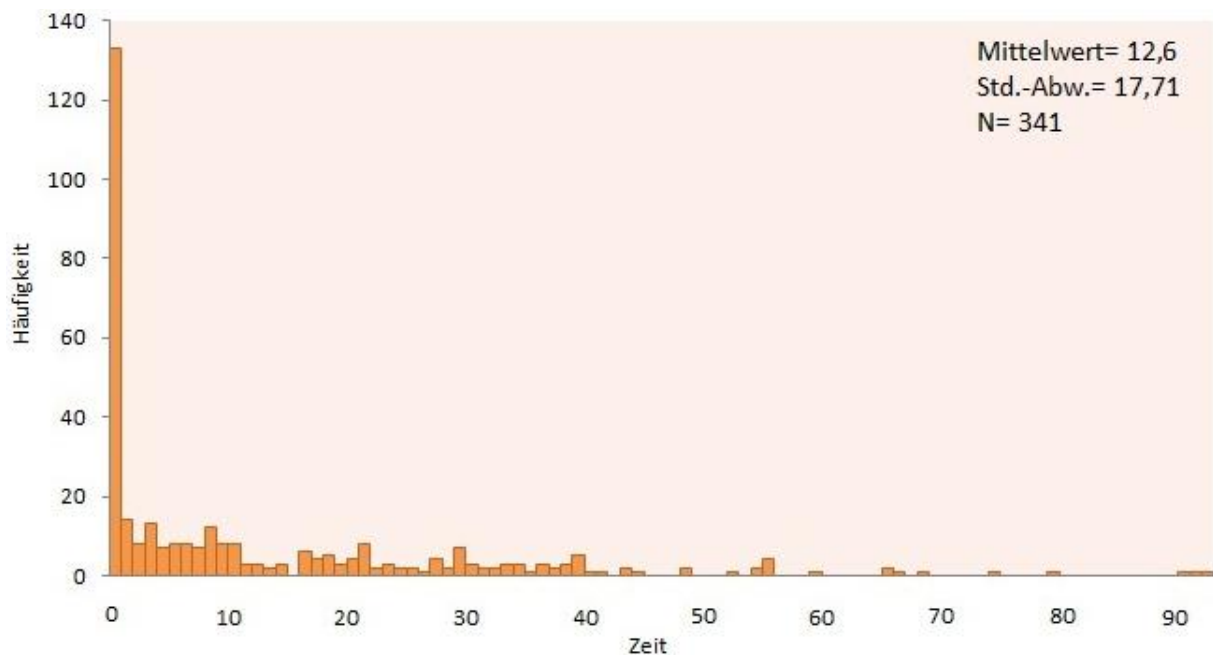


Abb. 3: Anzahl der endodontisch behandelten Milchzähne und ihre Beobachtungszeiträume

5.3. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan-Meier-Kurven)

Für alle endodontisch behandelten Milchzähne ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 62 Monaten (95%-Konfidenzintervall 55,5-68,4). Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 69 Verluste verzeichnet. Der letzte Verlust trat nach 43,1 Monaten ein. Zu diesem Zeitpunkt betrug die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,63$ (Standardfehler 0,05). In Abbildung 4 ist die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktion für alle endodontisch behandelten Milchzähne dargestellt.

Überlebensfunktionskurve aller endodontisch behandelter Milchzähne

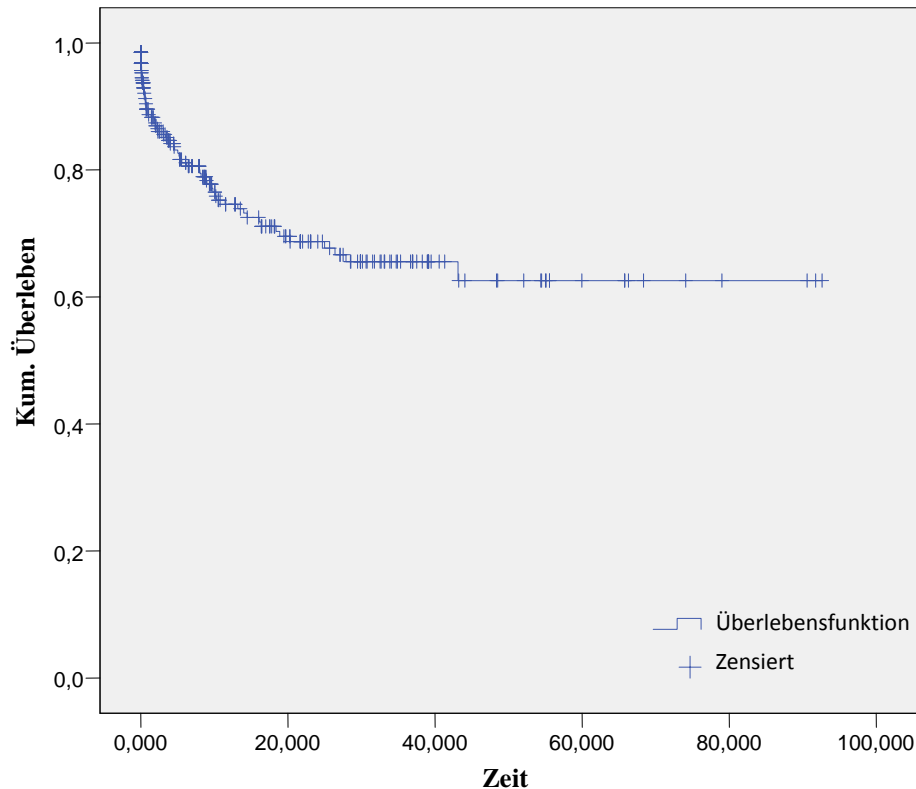


Abb. 4: Kumulative Überlebensfunktion aller endodontisch behandelter Milchzähne
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.1. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Zahntyp“

Endodontisch behandelt wurden 17 (5,4%) Milchfrontzähne und 12 (3,5%) Milcheckzähne. Mit 312 (91,5%) Zähnen überwog der Anteil der behandelten Milchmolaren (Tabelle 6).

Die mittlere Überlebensdauer betrug für die Milchfrontzähne 25,0 Monate (95%-Konfidenzintervall 13,8-36,3). Es traten 6 Verluste auf, der letzte nach 25 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,48$ (Standardfehler 0,16). Für die Milcheckzähne zeigte sich eine mittlere Überlebensdauer von 62,1 Monate (95%-Konfidenzintervall 33,5-90,8). Hier trat ein Verlust nach 11,5 Monaten auf. Zum Zeitpunkt dieses Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,75$ (Standardfehler 0,22). Bei der Betrachtung der Milchmolaren ergab sich eine

mittlere Überlebensdauer von 62,5 Monaten (95%-Konfidenzintervall 55,7-69,3). In dieser Gruppe traten 62 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,63$ (Standardfehler 0,05).

Tab. 6: Verteilung für den Faktor „Zahntyp“

Zahntyp	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
Frontzahn	17	5,0	0,48	0,16
Eckzahn	12	3,5	0,75	0,22
Milchmolar	312	91,5	0,63	0,05
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte im Gesamtvergleich zwischen den endodontisch behandelten Zahntypen keinen signifikanten Unterschied ($p=0,30$). Im paarweisen Vergleich ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen (Tabelle 7).

Tab. 7: Log-Rank-Test Paarvergleich der verschiedenen Zahntypen – p-Werte

Zahntyp	Frontzahn	Eckzahn	Milchmolar
Frontzahn	-	0,20	0,18
Eckzahn	-	-	0,45

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Zahntyp“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Zahntyp“

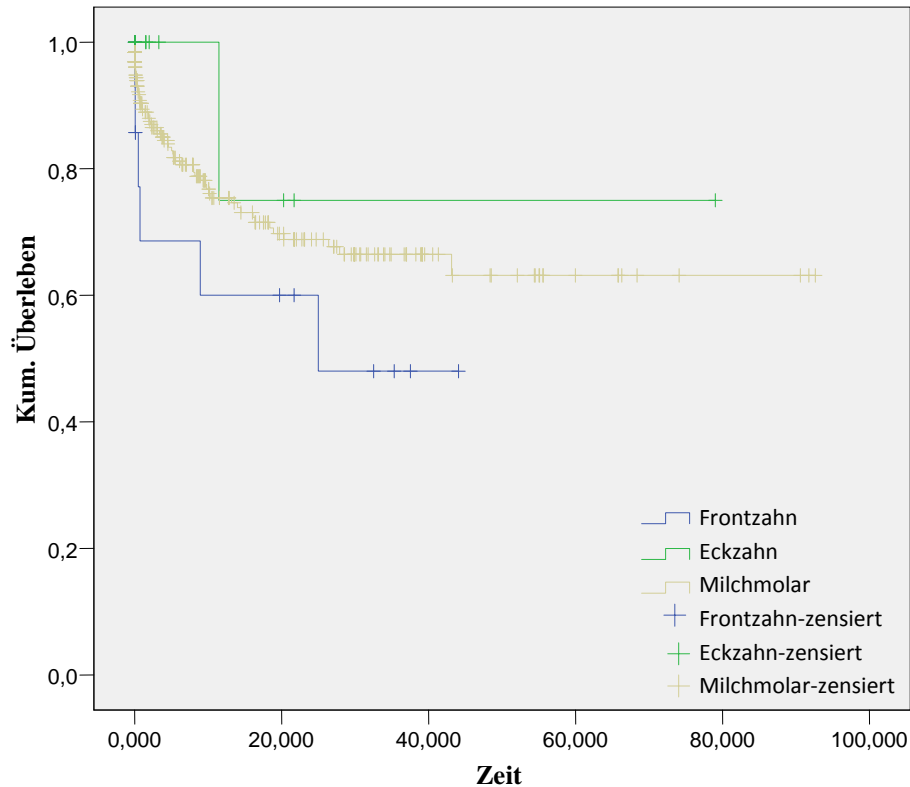


Abb. 5: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Zahntyp“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.2. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Sensibilität“ des Zahnes

Die Sensibilität wurde bei 71 (20,9%) Milchzähnen überprüft. Die Anzahl der Zähne, die positiv getestet wurden, betrug 50 (14,7%). Demgegenüber standen 21 (6,2%) Zähne, die negativ getestet wurden. Bei 270 (78,9%) Milchzähnen wurde keine Angabe bezüglich der Sensibilitätsüberprüfung gemacht (Tabelle 8).

Bei der Betrachtung der sensiblen Zähne ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 39,8 Monaten (95%-Konfidenzintervall 32,4-47,3). In dieser Gruppe traten 8 Verluste auf, der letzte nach 26,4 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,70$ (Standardfehler 0,10). Im Gegensatz dazu ergab sich für die nicht sensiblen Zähne eine mittlere Überlebensdauer von 20,1 Monaten (95%-Konfidenzintervall 8,6-31,6). Hier traten 11 Verluste auf, der letzte nach 11,5 Monaten. Zu

diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,30$ (Standardfehler 0,12). Bei den Zähnen ohne Angabe zur Sensibilität lag die mittlere Überlebensdauer bei 64,8 Monaten (95%-Konfidenzintervall 57,5-72,1). In dieser Gruppe traten 48 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,66$ (Standardfehler 0,05).

Tab. 8: Verteilung für den Faktor „Sensibilität“ des Zahnes

Sensibilität	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
sensibel	50	14,7	0,70	0,10
desensibel	21	6,2	0,30	0,12
keine Angabe	270	79,2	0,66	0,05
Gesamt:	341	100		

Mit dem *Log-Rank-Test* wurde ein signifikanter Unterschied zwischen sensiblen, desensiblen und nicht auswertbaren Zähnen ermittelt ($p<0,01$). Beim paarweisen Vergleich ergab sich zwischen sensiblen und desensiblen Zähnen ein signifikanter Unterschied ($p=0,01$), wie auch zwischen devitalen und nicht auswertbaren Zähnen ($p<0,01$) (Tabelle 9).

Tab. 9: Log-Rank-Test Paarvergleich zwischen sensibel-, desensibel- und keine Angabe – p-Werte

Sensibilität	sensibel	desensibel	keine Angabe
sensibel	-	<0,01	0,61
desensibel	-	-	<0,01

Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Sensibilität“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Milchzahnes

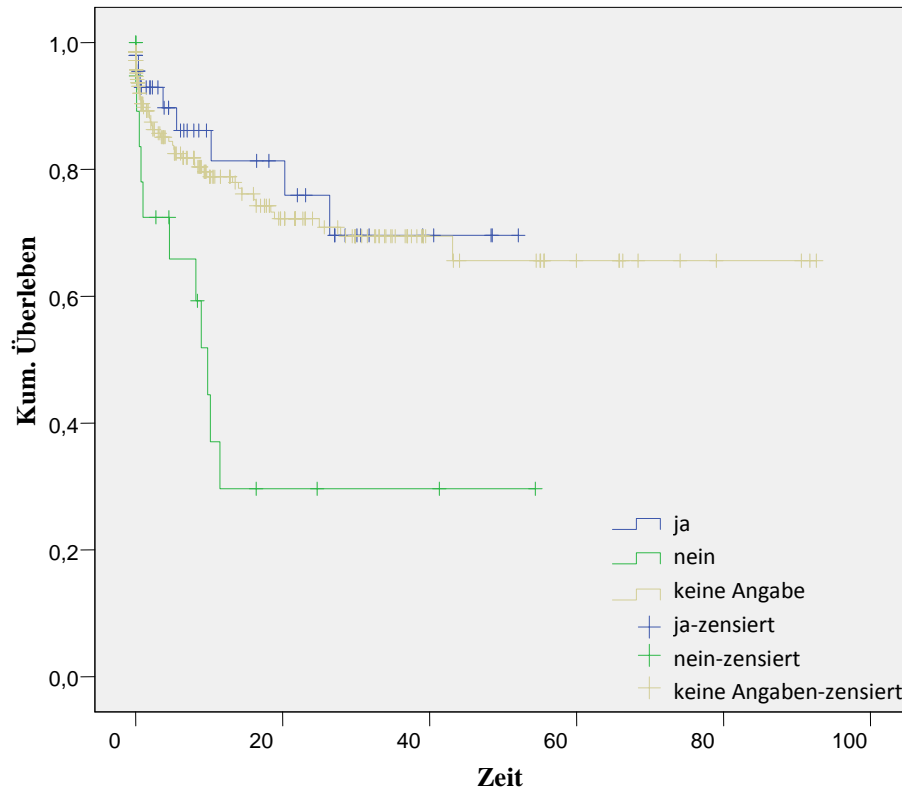


Abb. 6: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Sensibilität“ des Zahnes (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Perkussion“

Die Perkussion wurde bei 32 (9,3%) Milchzähnen überprüft. Die Anzahl der Zähne, die positiv getestet wurden, betrug 23 (6,7%). Demgegenüber standen 9 (2,6%) Zähne, die negativ getestet wurden. Bei 309 (90,6%) Milchzähnen wurde keine Angabe bezüglich der Perkussion gemacht (Tabelle 10).

Bei der Betrachtung der perkussionspositiven Zähne ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 19,2 Monaten (95%-Konfidenzintervall 8,5-29,8). In dieser Gruppe traten 10 Verluste auf, der letzte nach 20,3 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,30$ (Standardfehler 0,13). Im Gegensatz dazu zeigte sich für die perkussionsnegativen Zähne eine mittlere Überlebensdauer von 24,7

Monaten (95%-Konfidenzintervall 16,1-33,3). Hier gab es 2 Verluste, der letzte nach 0,1 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,78$ (Standardfehler von 0,14). Bei den Zähnen ohne Angabe zur Perkussion lag die mittlere Überlebensdauer bei 63,9 Monaten (95%-Konfidenzintervall 57,1-70,8). In dieser Gruppe traten 57 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,65$ (Standardfehler 0,05).

Tab. 10: Verteilung für den Faktor „Perkussion“

Perkussion	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
positiv	23	6,7	0,30	0,13
negativ	9	2,6	0,78	0,14
keine Angabe	309	90,6	0,65	0,05
Gesamt:	341	100,0		

Mit dem *Log-Rank-Test* wurde ein signifikanter Unterschied zwischen perkussionspositiven, perkussionsnegativen und nicht auswertbaren Zähnen ermittelt ($p=0,01$). Beim paarweisen Vergleich zeigte sich zwischen perkussionspositiven und nicht auswertbaren Zähnen ein signifikanter Unterschied ($p<0,01$) (Tabelle 11).

Tab. 11: Log-Rank-Test Paarvergleich zwischen perkussionspositiv, perkussionsnegativ und keine Angabe – p-Werte

Perkussion	positiv	negativ	keine Angabe
positiv	-	0,18	<0,01
negativ	-	-	0,96

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Perkussion“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Perkussion“ des Milchzahnes

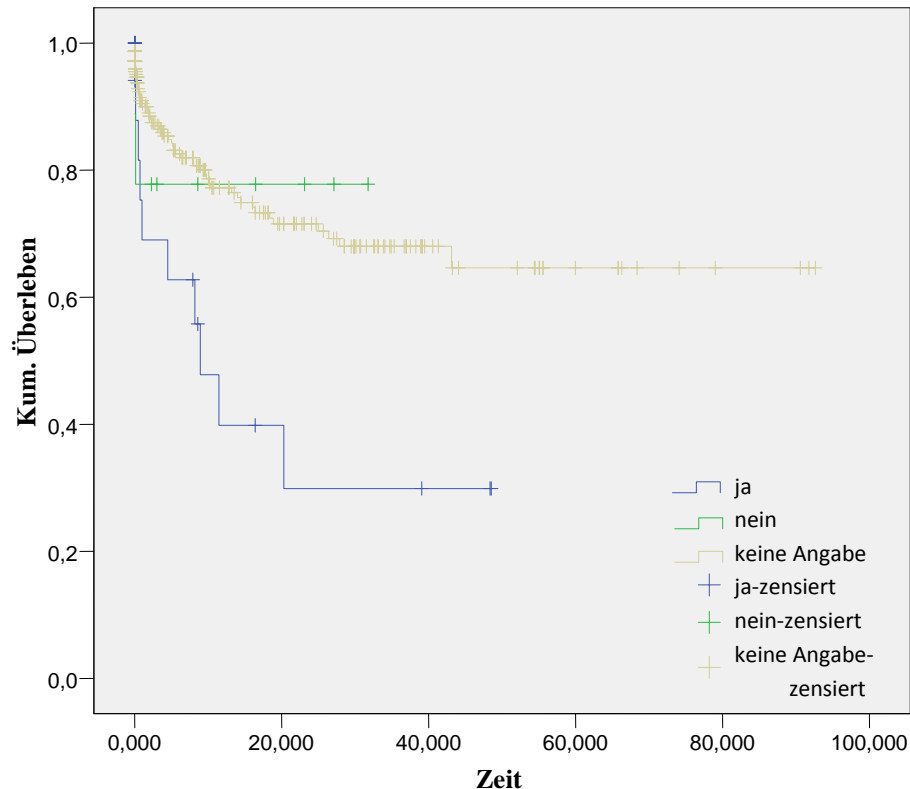


Abb. 7: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Perkussion“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.4. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes

Die Anzahl der Zähne, die zum Behandlungszeitpunkt beschwerdefrei waren, lag bei 279 (81,8%). Beschwerden bereiteten 62 (18,2%) Zähne (Tabelle 12).

Die mittlere Überlebensdauer betrug für die beschwerdefreien Zähne 62,5 Monate (95%-Konfidenzintervall 55,4-69,6). Es traten 56 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,63$ (Standardfehler 0,05). Die mittlere Überlebensdauer für Zähne, die Beschwerden bereiteten, betrug 37,3 Monate (95%-Konfidenzintervall 29,3-45,2). Hier traten 13 Verluste auf, der letzte nach 8,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$ (Standardfehler 0,07).

Tab. 12: Verteilung für den Faktor „Schmerzsymptomatik“ des Zahnes

Schmerz-symptomatik	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
ohne Beschwerden	279	81,8	0,63	0,05
mit Beschwerden	62	18,2	0,76	0,07
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen beschwerdefreien Zähnen und solchen, die Beschwerden bereiteten ($p=0,88$).

Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Milchzahnes

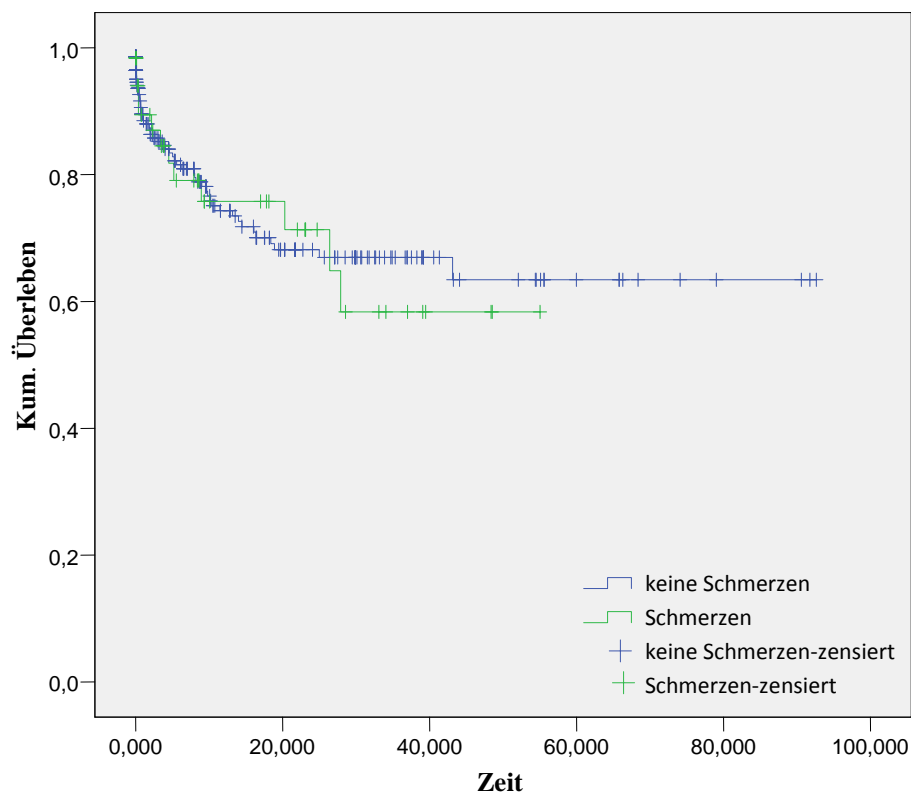


Abb. 8: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Schmerzsymptomatik“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.5. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Allgemeinanamnese“

Die Anzahl der Milchzähne von Patienten, die zum Behandlungszeitpunkt allgemeinanamnestisch gesund waren, betrug 259 (76.0%). Dem gegenüber standen 82 (24,0%) Zähne von Patienten mit auffälliger Allgemeinanamnese (Tabelle 13).

Die mittlere Überlebensdauer betrug für die Zähne von Patienten mit unauffälliger Allgemeinanamnese 60,7 Monate (95%-Konfidenzintervall 52,2-69,1). Es traten 51 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,60$ (Standardfehler 0,07). Für die Zähne von Patienten mit auffälliger Allgemeinanamnese betrug die mittlere Überlebensdauer 60,5 Monate (95%-Konfidenzintervall 48,1-72,8). Hier traten 18 Verluste auf, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,62$ (Standardfehler 0,08).

Tab. 13: Verteilung für den Faktor „Allgemeinanamnese“

Allgemeinanamnese	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
gesund	259	76,0	0,60	0,07
auffällig	82	24,0	0,62	0,08
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Zähnen von Patienten mit auffälliger und unauffälliger Allgemeinanamnese ($p=0,54$).

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Allgemeinanamnese“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Allgemeinanamnese“

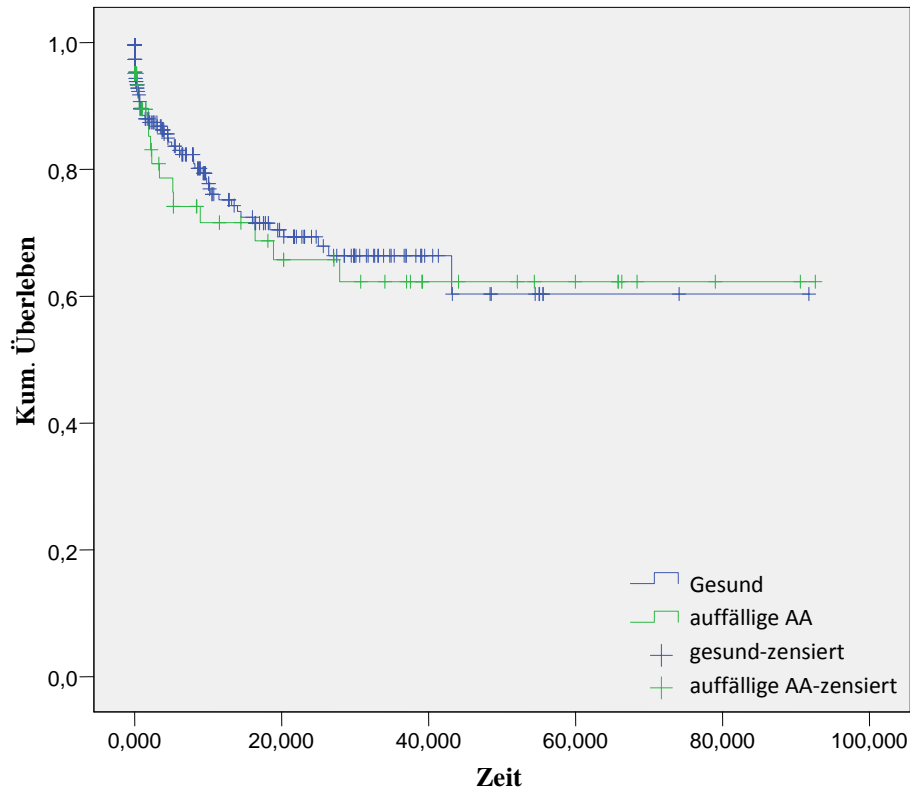


Abb. 9: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Allgemeinanamnese“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.6. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“

Bei der Mehrheit der endodontisch behandelten Milchzähne, mit 314 (92,1%) Zähnen, gab es keine besonderen Angaben bezüglich des Zustandes vor der Behandlung. Eine Fistel wiesen 3 (0,9%) Zähne auf. 10 (2,9%) Zähne hatten einen Abszess und 5 (1,5%) zeigten ein Infiltrat. Ein Trauma lag bei 2 (0,6%) und sonstiges (Pusaustritt/Pulpapolyyp) bei 7 (2,1%) Zähnen vor (Tabelle 14).

In der Gruppe der Zähne ohne besondere Angaben traten 60 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,63$ (Standardfehler 0,05). Bei Zähnen mit Fisteln zeigt

sich 1 Verlust nach 0,7 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,00$ (Standardfehler 0,00). Die Gruppe Abszesse hatte 2 Verluste, der letzte nach 1,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,71$ (Standardfehler 0,18). Bei den Zähnen mit einem Infiltrat gab es 1 Verlust nach 0,1 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,80$ (Standardfehler 0,18). In der Gruppe mit Zustand nach Trauma trat 1 Verlust nach 8,9 Monaten auf. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,50$ (Standardfehler 0,35). Bei sonstigen Angaben zeigte diese Gruppe 4 Verluste, der letzte nach 6,2 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,33$ (Standardfehler 0,19).

Tab. 14: Verteilung für den Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“

Zustand des Zahnes vor der Behandlung	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
Keine besonderen Angaben	314	92,1	0,63	0,05
Fistel	3	0,9	0,00	0,00
Abszess	10	2,9	0,71	0,18
Infiltrat	5	1,5	0,80	0,18
Trauma	2	0,6	0,50	0,35
Sonstiges	7	2,1	0,33	0,19
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigt im Gesamtvergleich zwischen den verschiedenen Zuständen vor der Behandlung keinen signifikanten Unterschied ($p=0,08$).

Die Ergebnisse des Log-Rank-Tests im Paarvergleich zeigt Tabelle 15.

Tab. 15: Log-Rank-Test Paarvergleich zwischen den verschiedenen Zuständen des Zahnes vor der Behandlung – p-Werte

Zustand des Zahnes vor der Behandlung	Keine bes. Angaben	Fistel	Abszess	Schmerzen	Infiltrat	Sonstiges	Trauma
Keine bes. Angaben	-	0,06	0,87	0,44	0,49	0,01	0,64
Fistel	-	-	0,17	0,16	0,86	0,72	0,16
Abszess	-	-	-	0,43	0,66	0,21	0,86
Schmerzen	-	-	-	-	0,53	0,17	0,48
Infiltrat	-	-	-	-	-	0,69	0,94
Sonstiges	-	-	-	-	-	-	0,46

Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“

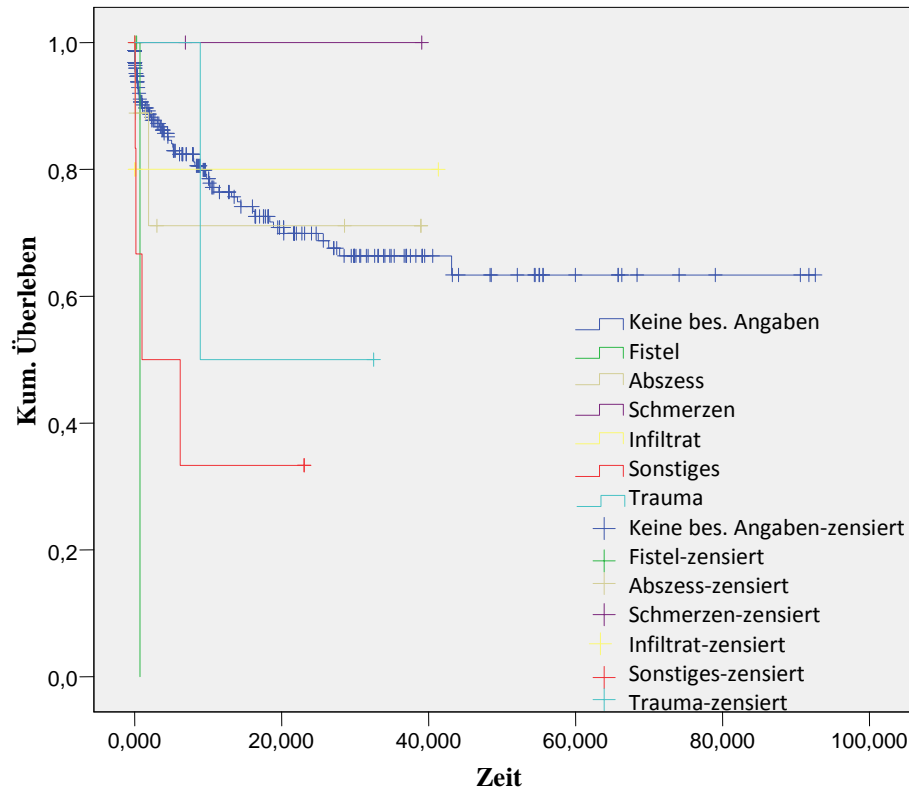


Abb. 10: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.7. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Röntgenbefund“

Für 258 (75,7%) Milchzähne lagen keine Röntgenbilder vor oder es wurden keine pathologischen Röntgenbefunde erhoben. Interradikuläre Ostitis wurde bei 18 (5,3%) Zähnen, periapikale Geschehen bei 12 (3,5) Zähnen nachgewiesen. Die Kombination aus interradiärer Ostitis und periapikalen Geschehen zeigten 5 (1,5%) Zähne. Bei 46 (13,5%) Zähnen ließ sich Karies nachweisen. 2 (0,6%) Zähne zeigten interradiäre und periapikale Geschehen und Karies (Tabelle 16).

Zähne, die kein Röntgenbild oder einen pathologischen Röntgenbefund aufwiesen, zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 64,0 Monaten (95%-Konfidenzintervall 56,1-71,9). In dieser Gruppe traten 45 Verluste auf, der letzte nach 43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des

letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,65$ (Standardfehler 0,06). Wurde eine interradikuläre Ostitis nachgewiesen, betrug die mittlere Überlebensdauer 21,6 Monate (95%-Konfidenzintervall 12,9-30,3). In dieser Gruppe traten 7 Verluste auf, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,32$ (Standardfehler 0,17). Behandelte Zähne, die ein periapikales Geschehen aufzeigten, wiesen eine mittlere Überlebensdauer von 11,9 Monaten (95%-Konfidenzintervall 3,9-20,0) auf. In dieser Gruppe gab es 8 Verluste, der letzte nach 14,47 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,14$ (Standardfehler 0,12). Die Gruppe mit nachgewiesenen interradikulären und apikalen Geschehen zeigte eine mittlere Überlebensdauer von 32,2 Monaten (95%-Konfidenzintervall 10,4-54,0). In dieser Gruppe traten 2 Verluste auf, der letzte nach 10,2 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,50$ (Standardfehler 0,25). Wurde röntgenologisch Karies an den behandelten Zähnen nachgewiesen, lag eine mittlere Überlebensdauer von 67,1 Monaten (95%-Konfidenzintervall 58,3-76,0) vor. In dieser Gruppe traten 6 Verluste auf, der letzte nach 16,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,84$ (Standardfehler 0,06). Zähne, die eine Kombination von interradikulären und periapikalen Geschehen mit Karies zeigten, hatten eine mittlere Überlebensdauer von 30,1 Monaten (95%-Konfidenzintervall 0,0-64,7). In dieser Gruppe gab es 1 Verlust nach 5,2 Monaten. Zum Zeitpunkt des Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,50$ (Standardfehler 0,35).

Tab. 16: Verteilung für den Faktor „Röntgenbefund“

Röntgenbefund	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
Keine Röntgenbilder oder ohne pat. Befund	258	75,7	0,65	0,06
Interradikuläre Ostitis	18	5,3	0,32	0,17
Periapikales Geschehen	12	3,5	0,14	0,12
Interrad. u. periapikale Geschehen	5	1,5	0,50	0,25
Karies	46	13,5	0,84	0,06
Interrad. u. periapikale Geschehen und Karies	2	0,6	0,50	0,35
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte im Gesamtvergleich zwischen den verschiedenen Röntgenbefunden einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$).

Die Ergebnisse des Log-Rank-Tests im Paarvergleich zeigt Tabelle 17.

Tab. 17: Log-Rank-Test Paarvergleich der verschiedenen Röntgenbefunde – p-Werte

Röntgenbefunde	Keine Röntgenbilder oder ohne pat. Befund	Interradikuläre Ostitis	Periapikales Geschehen	Interrad. u. periapikale Geschehen	Karies	Interrad. u. periapikale Geschehen u. Karies
Keine Rö. oder ohne pat. Befund	-	0,10	<0,01	0,66	0,18	0,65
Interradikuläre Ostitis	-	-	0,22	0,66	0,01	0,82
Periapikales Geschehen	-	-	-	0,16	<0,01	0,51
Interrad. u. periapikale Geschehen	-	-	-	-	0,18	0,77
Karies	-	-	-	-	-	0,26

Abbildung 11 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Röntgenbefund“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Röntgenbefund“ des Milchzahnes

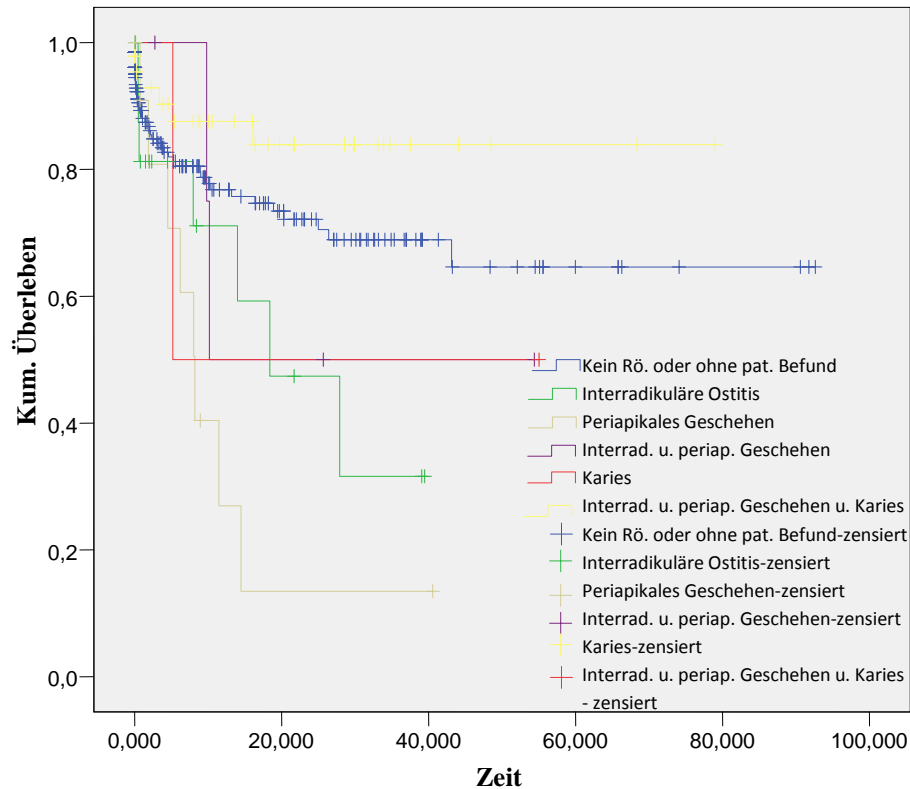


Abb. 11: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Röntgenbefund“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.8. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“

Mit 263 endodontisch behandelten Milchzähnen (77,1%) überwog der Anteil der Behandlungen durch Spezialisten für Kinderzahnheilkunde deutlich gegenüber den Zähnen, die von Zahnärzten ohne Spezialisierung 78 (22,9%) behandelt wurden (Tabelle 18).

Für die Behandlungen durch Fachspezialisten ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 64,4 Monaten (95%-Konfidenzintervall 57,1-71,8). In dieser Gruppe wurden 49 Verluste verzeichnet. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes, nach 43,1 Monaten, ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,65$ (Standardfehler 0,05). Endodontische Behandlungen, die von den approbierten Zahnärzten der Abteilung für Kinderzahnheilkunde durchgeführt wurden, wiesen eine mittlere

Überlebenswahrscheinlichkeit von 51,7 Monaten auf (95%-Konfidenzintervall 38,0-65,3). Von den 20 Verlusten dieser Gruppe wurde der letzte nach 27,9 Monaten registriert. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,52$ (Standardfehler 0,09).

Tab. 18: Verteilung für den Faktor „Behandler“

Behandler	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
Zahnarzt	78	22,9	0,52	0,09
Spezialist	263	77,1	0,65	0,05
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte für die verschiedenen Behandler keinen signifikanten Unterschied ($p=0,07$).

Die Abbildung 12 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“ des Milchzahnes

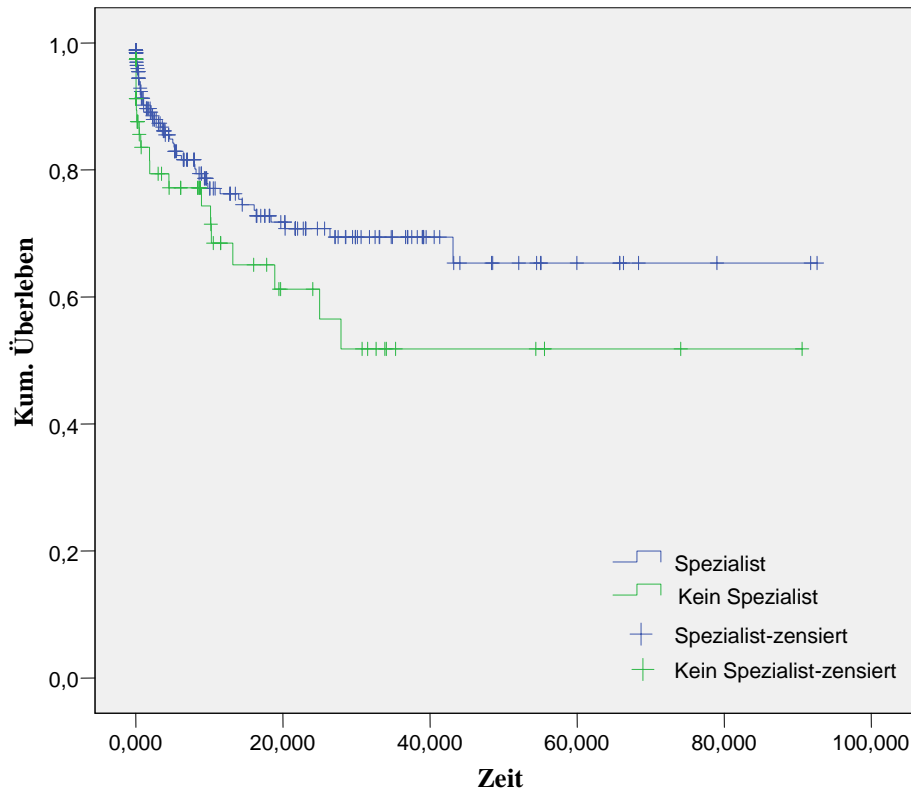


Abb. 12: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.9. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Art der Therapie“

Die indirekte Überkappung wurde bei 145 (42,5%), die direkte Überkappung bei 8 (2,3%) Milchzähnen durchgeführt. Die Pulpotomie wurde bei 133 (39,0%) und die Pulpektomie bei 55 (16,1%) Zähnen angewendet (Tabelle 19).

Die Gruppe der Zähne, die indirekt überkappt wurden, zeigten 6 Verluste. Der letzte Verlust trat nach 43,1 Monaten auf. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,88$ (Standardfehler 0,06). Die direkt überkappten Zähne wiesen 1 Verlust nach 18,4 Monaten auf. Hier betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,50$ (Standardfehler 0,35). Bei der Gruppe der Zähne, bei denen eine Pulpotomie durchgeführt wurde, traten 42 Verluste auf. Der letzte Verlust trat nach 26,4 Monaten auf.

Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,50$ (Standardfehler 0,06). Bei den pulpektomierten Zähnen zeigten sich 20 Verluste, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,41$ (Standardfehler 0,09).

Tab. 19: Verteilung für den Faktor „Art der Therapie“

Art der Therapie	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
indirekte Überkappung	145	42,5	0,88	0,06
direkte Überkappung	8	2,3	0,50	0,35
Pulpotomie	133	39,0	0,50	0,06
Pulpektomie	55	16,1	0,41	0,09
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte im Gesamtvergleich einen signifikanten Unterschied zwischen indirekt und direkt überkappten, pulpotomierten und pulpektomierten Zähnen ($p<0,01$). Die Ergebnisse des Log-Rank-Tests im Paarvergleich zeigt Tabelle 20.

Tab. 20: Log-Rank-Test Paarvergleich zwischen den verschiedenen Arten der Therapie – p-Werte

Art der Therapie	indirekte Überkappung	direkte Überkappung	Pulpotomie	Pulpektomie
indirekte Überkappung	-	0,10	<0,01	<0,01
direkte Überkappung	-	-	0,37	0,50
Pulpotomie	-	-	-	0,78

Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Art der Therapie“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Art der Therapie“ des Milchzahnes

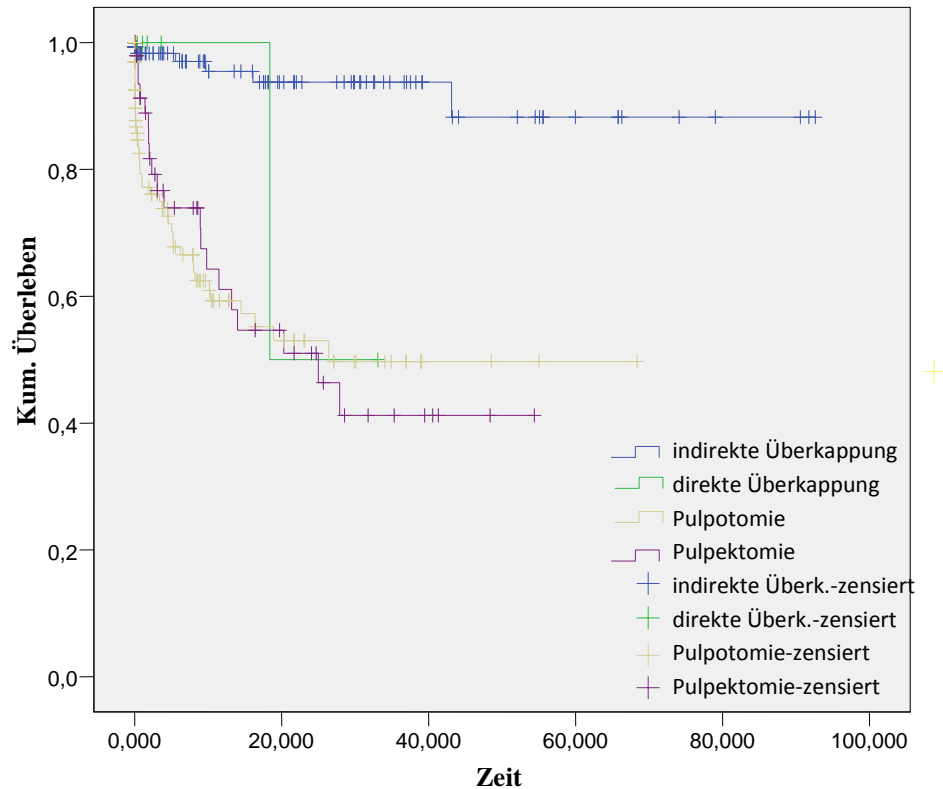


Abb. 13: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Art der Therapie“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.10. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Compliance“

218 (63,9%) der Milchzähne wurden unter normaler Compliance des Patienten endodontisch behandelt, 7 (2,1%) unter Sedierung und 68 (19,9%) unter Narkose (Tabelle 21).

In der Gruppe mit normaler Compliance traten 58 Verluste auf, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,55$ (Standardfehler 0,05). Unter Sedierung behandelte Zähne wiesen keine Verluste auf. Wurden die Zähne unter Narkose behandelt traten 3 Verluste auf, der letzte nach 5,3 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,92$ (Standardfehler 0,05).

Tab. 21: Verteilung für den Faktor „Compliance“

Art der Behandlung	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
normale Compliance	218	63,9	0,55	0,05
keine Compliance	48	14,1	0,36	0,26
Sedierung	7	2,1	-	-
Narkose	68	19,9	0,92	0,05
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte im Gesamtvergleich einen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen der Compliance ($p=0,01$).

Im paarweisen Vergleich zeigte nur die Behandlung unter Narkose mit normaler Compliance einen signifikanten Unterschied ($p<0,01$) (Tabelle 22).

Tab. 22: Log-Rank-Test Paarvergleich – p-Werte

Art der Behandlung	normale Compliance	Keine Compliance	Sedierung	Narkose
normale Compliance	-	0,16	0,12	<0,01
Keine Compliance	-	-	0,28	0,02
Sedierung	-	-	-	0,48

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Compliance“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Compliance“ des Patienten

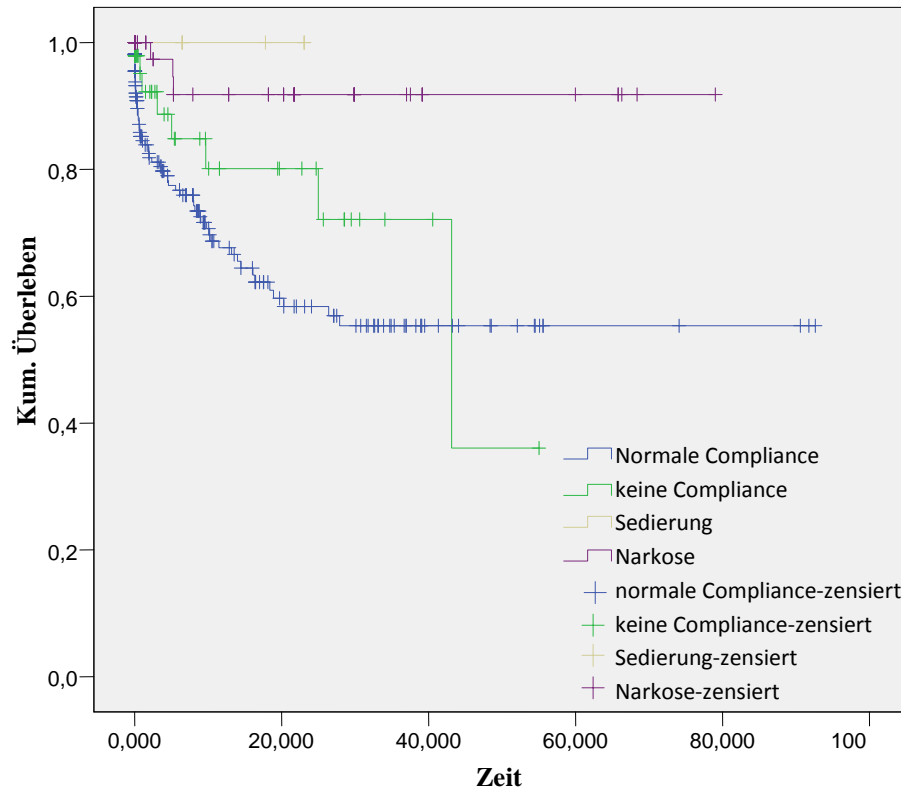


Abb. 14: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Compliance“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.11. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Wurzelfüllmaterial“

Insgesamt wurden bei 50 (14,7) Milchzähne Wurzelkanäle gefüllt. Bei 30 (8,8%) Zähnen wurde als Wurzelfüllmaterial Kalziumhydroxid verwendet. Die restlichen 20 (5,9%) Zähne wurden mit einer Kalziumhydroxid-Jodoformpaste gefüllt (Tabelle 23).

Die mit Kalziumhydroxid abgefüllten Zähne zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 24,9 Monaten (95%-Konfidenzintervall 14,3-35,4). In dieser Gruppe traten 12 Verluste auf, der letzte nach 25 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,35$ (Standardfehler 0,12). Wurde eine Kalziumhydroxid-Jodoformpaste als Wurzelfüllmaterial verwendet, lag die mittlere Überlebensdauer bei 29,6 Monaten (95%-Konfidenzintervall 19,4-39,8). In dieser Gruppe

zeigten sich 7 Verluste, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,46$ (Standardfehler 0,16).

Tab. 23: Verteilung für den Faktor „Wurzelfüllmaterial“

Wurzelfüllmaterial	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
Kalziumhydroxid	30	60,0	0,35	0,12
Kalziumhydroxid-Jodoformpaste	20	40,0	0,45	0,16
Gesamt:	50	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den verwendeten Wurzelfüllmaterialien ($p=0,35$).

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle wurzelkanalbehandelten Milchzähne ($n=50$) in Abhängigkeit vom Faktor „Wurzelfüllmaterial“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Wurzelfüllmaterial“ des Milchzahnes

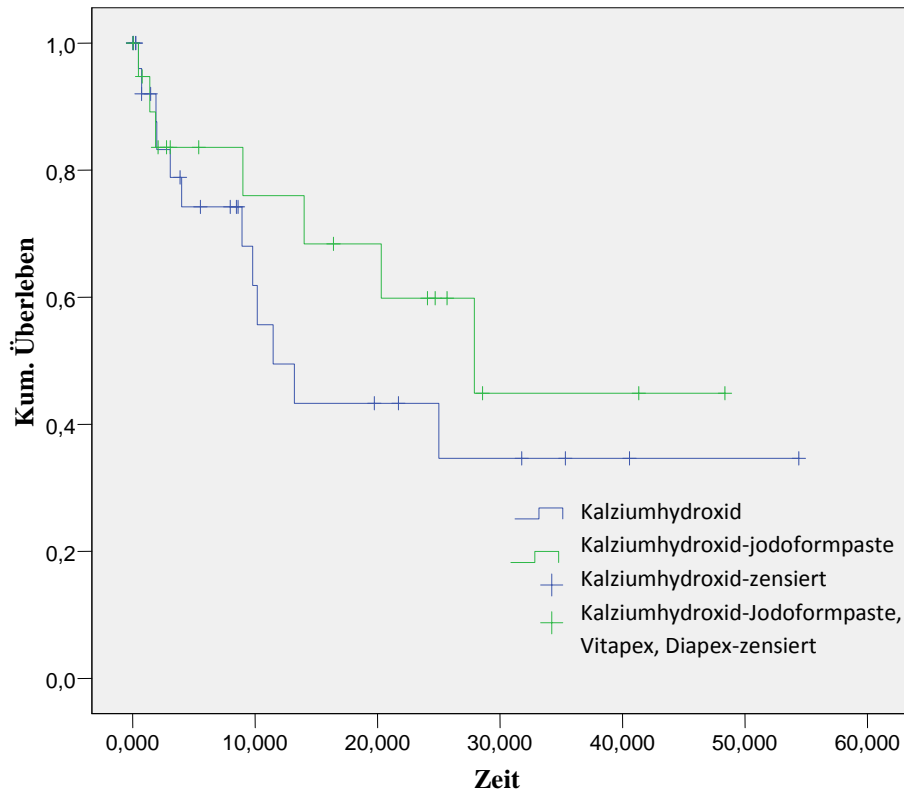


Abb. 15: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Wurzelfüllmaterial“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.12. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Restauration“

Die abschließende Restauration der endodontisch behandelten Milchzähne war bei 132 (38,7%) Zähnen ein GIZ, bei 86 (25,2%) Zähnen eine Kompositversorgung, bei 55 (16,1%) Zähnen ein Kompomer, bei 11 (3,2%) Zähnen eine Stahlkrone, und bei 7 (2,1%) Zähnen eine ZNO-Füllung (Tabelle 24).

Die mit einem restaurierten Zähne zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 57,7 Monaten (95%-Konfidenzintervall 47,2-68,2). In dieser Gruppe traten 30 Verluste auf, der letzte nach 25 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,59$ (Standardfehler 0,07). Bei der Verwendung einer Kompositversorgung lag die mittlere Überlebensdauer bei 51,6 Monaten (95%-Konfidenzintervall 42,6-60,6). In dieser Gruppe zeigten sich 10 Verluste, der letzte nach

43,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,64$ (Standardfehler 0,15). Die Nutzung eines Komposmers zeigte eine mittlere Überlebensdauer von 82,8 Monaten (95%-Konfidenzintervall 73,2-92,4). In dieser Gruppe traten 30 Verluste auf, der letzte nach 27,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,88$ (Standardfehler 0,07).

Wurde eine Stahlkrone verwendet, lag die mittlere Überlebensdauer bei 26,2 Monaten (95%-Konfidenzintervall 16,1-36,2). In dieser Gruppe traten 3 Verluste auf, der letzte nach 5,2 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,68$ (Standardfehler 0,16). ZNO-Füllungen zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 14,5 Monaten (95%-Konfidenzintervall 1,1-27,9). Hier traten 4 Verluste auf, der letzte nach 16,1 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,25$ (Standardfehler 0,20).

Wenn Zähne offen gelassen wurden, lag die mittlere Überlebensdauer bei 20,8 Monaten (95%-Konfidenzintervall 11,3-30,3). In dieser Gruppe traten 12 Verluste auf, der letzte nach 25 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,32$ (Standardfehler 0,10).

Tab. 24: Verteilung für den Faktor „Restauration“

Restauration	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Standardfehler
GIZ	132	38,7	0,59	0,07
Komposit	86	25,2	0,64	0,15
Kompomer	55	16,1	0,88	0,07
Stahlkrone	11	3,2	0,68	0,16
ZNO-Füllung	7	2,1	0,25	0,20
offen gelassen	50	14,7	0,32	0,10
Gesamt:	341	100,0		

Der *Log-Rank-Test* zeigte im Gesamtvergleich zwischen den verschiedenen Restaurationsarten einen signifikanten Unterschied ($p<0,01$).

Die Ergebnisse des Log-Rank-Tests im Paarvergleich sind in Tabelle 25 dargestellt.

Tab. 25: Log-Rank-Test Paarvergleich zwischen den verschiedenen Restaurationen – p-Werte

Restauration	Stahlkrone	Komposit	GIZ	Kompomer	ZNO-Füllung	offen gelassen
Stahlkrone	-	0,14	0,83	0,05	0,13	0,08
Komposit	-	-	0,01	0,15	<0,01	p<0,01
GIZ	-	-	-	<0,01	0,09	p<0,01
Kompomer	-	-	-	-	p<0,01	p<0,01
ZNO-Füllung	-	-	-	-	-	0,91

Abbildung 16 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Restauration“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Restauration“ des Milchzahnes

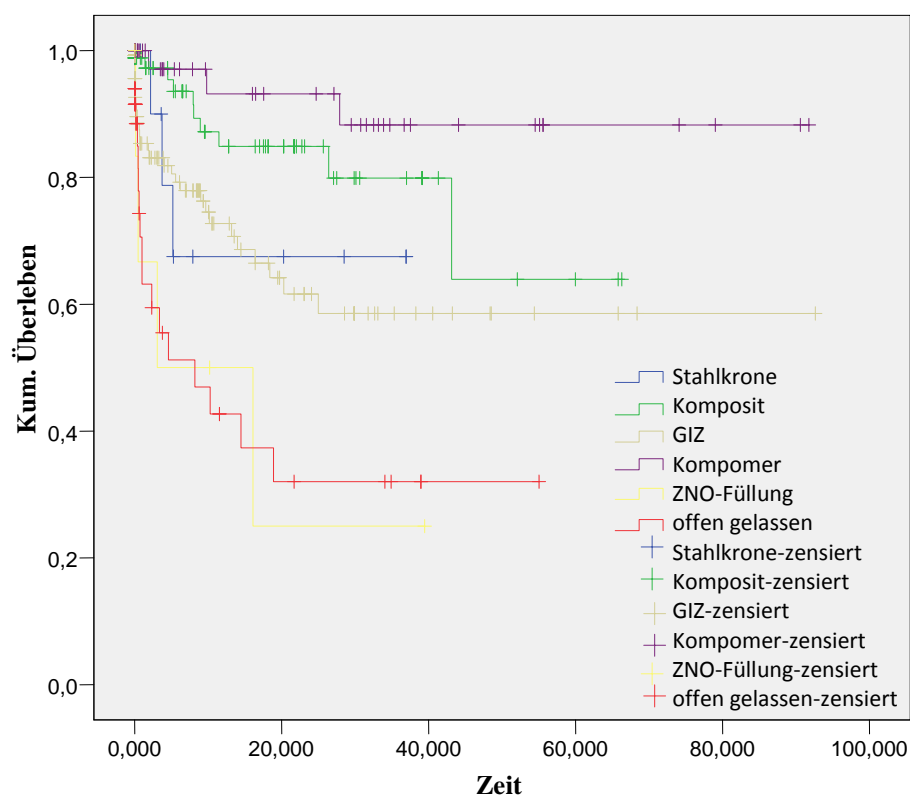


Abb. 16: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Restauration“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.13. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Alter des Patienten“

Der Mittelwert des Alters der Patienten bei Behandlungsbeginn lag bei 5,4 Jahren. Dabei wurden 187 Milchzähne von Patienten endodontisch behandelt, deren Alter unter dem Altersmittelwert lagen. Bei 154 Milchzähnen lag das Alter der Patienten darüber (Tabelle 26).

Bei Patienten, deren Alter unterhalb des Mittelwertes lag, lag die mittlere Überlebensdauer der endodontisch behandelten Milchzähne bei 66,4 Monaten (95%-Konfidenzintervall 58,1-74,7). In dieser Gruppe traten 31 Verluste auf. Zähne von Patienten, deren Alter oberhalb des Altersmittelwertes lag, hatten eine mittlere Überlebensdauer von 56,2 Monaten (95%-Konfidenzintervall 46,7-65,7). Hier traten 38 Verluste auf.

Tab. 26: Verteilung für den Faktor „Alter des Patienten“

Altersmittelwert (5,4)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
≤ 5,4	187	54,8
> 5,4	154	45,2
Gesamt:	341	100,0

Der *Log-Rank-Test* zeigte im paarweisen Vergleich zwischen den Zähnen von Patienten, deren Alter unter- und oberhalb des Altersmittelwertes lagen, einen signifikanten Unterschied ($p=0,04$).

Abbildung 17 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „Alter des Patienten“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Alter des Patienten“

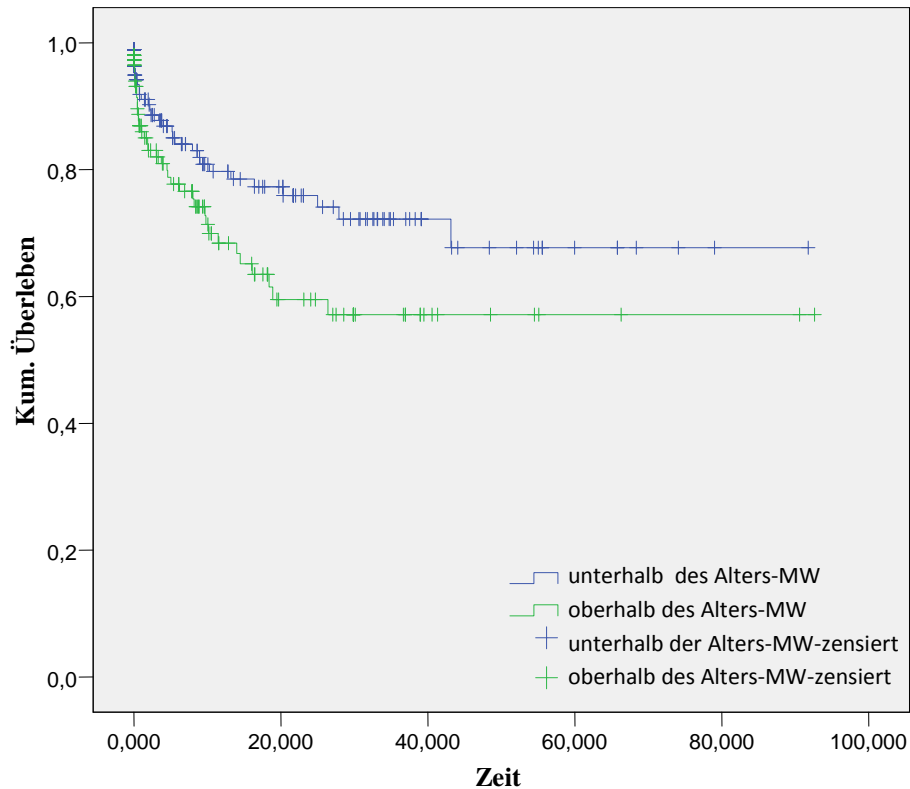


Abb. 17: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Alter des Patienten“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.14. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „dmft-Index“

Der Mittelwert des dmft-Index der Patienten bei Behandlungsbeginn lag bei 6,02. Dabei wurden 180 Milchzähne von Patienten endodontisch behandelt, deren dmft-Index unter dem dmft-Mittelwert lag. Bei 161 Milchzähnen lag der dmft-Wert der Patienten darüber (Tabelle 27).

Die Zähne von Patienten, deren dmft-Index unterhalb des dmft-Mittelwertes lag, zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 61,9 Monaten (95%-Konfidenzintervall 53,9-70,0). In dieser Gruppe traten 40 Verluste auf. Zähne von Patienten, deren dmft-Index oberhalb des dmft-Mittelwertes lag, hatten eine mittlere Überlebensdauer von 52,1 Monaten (95%-Konfidenzintervall 42,1-62,2). Hier traten 29 Verluste auf.

Tab. 27: Verteilung für den Faktor „dmft-Index“

dmft-Mittelwert (6,02)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
≤ 6,02	180	52,8
> 6,02	161	47,2
Gesamt:	341	100,0

Der *Log-Rank-Test* zeigte im paarweisen Vergleich zwischen den Zähnen von Patienten, deren dmft-Index unter- und oberhalb des dmft-Mittelwertes lagen, keinen signifikanten Unterschied ($p=0,84$).

Abbildung 18 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „dmft-Index“ des Patienten.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „dmft-Index“ des Patienten

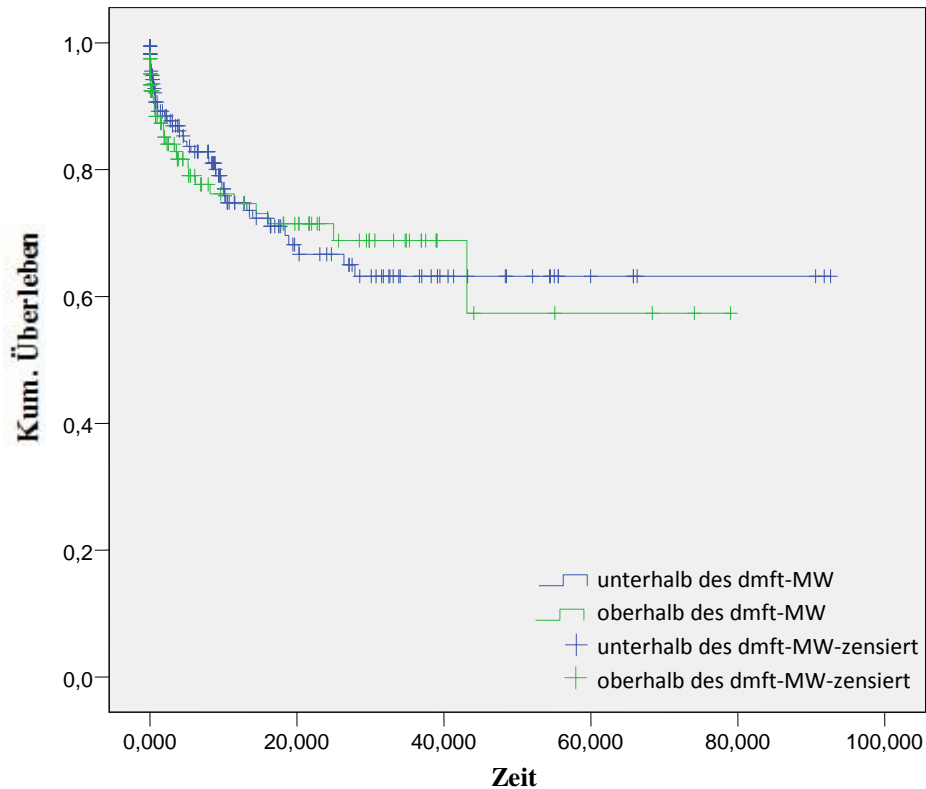


Abb. 18: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „dmft-Index“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.15. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „DMFT-Index“

Der Mittelwert des DMFT-Index der Patienten bei Behandlungsbeginn lag bei 0,54. Dabei wurden 254 Milchzähne von Patienten endodontisch behandelt, deren DMFT-Index unter dem DMFT-Mittelwert lag. Bei 87 Milchzähnen lag der DMFT-Index der Patienten darüber (Tabelle 28).

Die Zähne von Patienten, deren DMFT-Index unterhalb des Mittelwertes lag, zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 66,7 Monaten (95%-Konfidenzintervall 59,7-73,7). In dieser Gruppe traten 43 Verluste auf. Zähne von Patienten, deren DMFT-Index oberhalb des DMFT-Mittelwertes lag, hatten eine mittlere Überlebensdauer von 33,8 Monaten (95%-Konfidenzintervall 24,3-43,4). Hier traten 26 Verluste auf.

Tab. 28: Verteilung für den Faktor „DMFT-Index“

DMFT-Mittelwert (0,54)	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
≤ 0,54	254	74,5
> 0,54	87	25,5
Gesamt:	341	100,0

Der *Log-Rank-Test* zeigte im paarweisen Vergleich zwischen den Zähnen von Patienten, deren DMFT-Index unter- und oberhalb des DMFT-Mittelwertes lagen, einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$).

Die Abbildung 19 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle endodontisch behandelten Milchzähne in Abhängigkeit vom Faktor „DMFT-Index“ des Patienten.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „DMFT-Index“ des Patienten

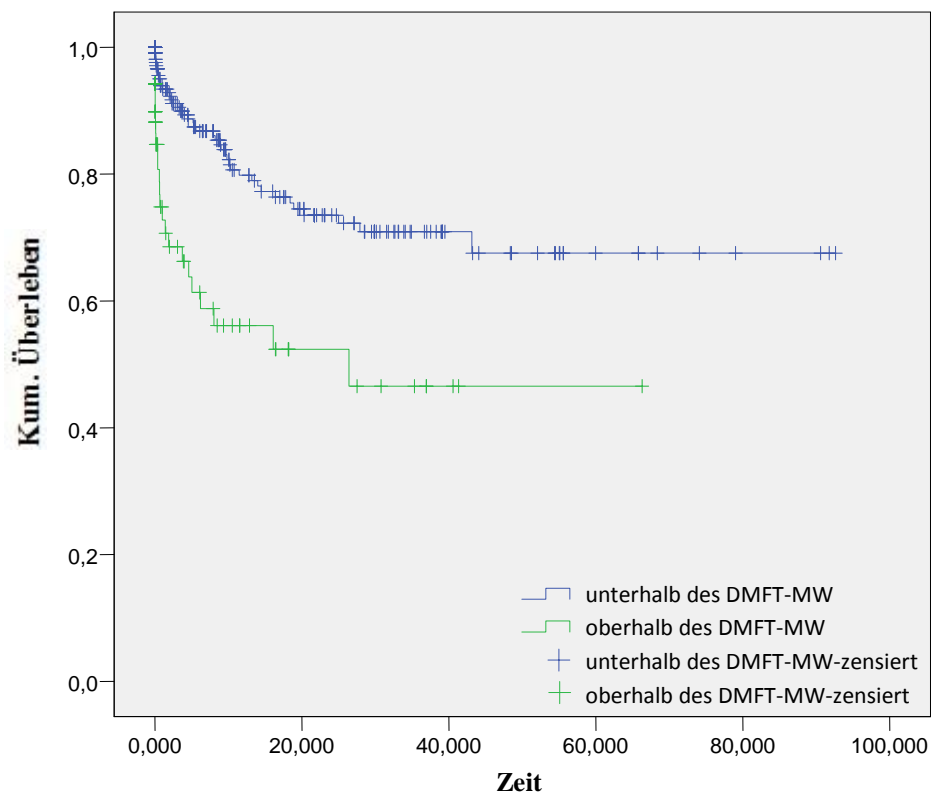


Abb. 19: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „DMFT-Index“ (Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

6. Diskussion

6.1. Material und Methode

6.1.1. Patientengut

In der vorliegenden Studie wurden endodontische Behandlungen an Milchzähnen untersucht, die im Zeitraum vom Januar 2001 bis Dezember 2010 in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde des medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg durchgeführt worden sind. Als Ziel dieser Studie sollte der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von Milchzähnen mit endodontischen Maßnahmen überprüft werden. Zu diesen zählen der Zahntyp, die Sensibilität und Perkussion des Zahnes, die Symptomatik des Zahnes, die Allgemeinanamnese des Patienten, der Zustand des Zahnes vor der Behandlung, der Röntgenbefund, die Kompetenz und Qualifikation des Behandlers, die Art der Therapie, die Art der Behandlung, das verwendete Wurzelfüllmaterial, die Restauration, das Alter, sowie der dmft- und DMFT-Wert des Patienten. Der Milchzahn wurde in der vorliegenden Studie als die kleinste Untersuchungseinheit betrachtet. Ausgeschlossen von der Studie wurden bleibende Zähne, da das Prinzip der Endodontie bei bleibenden Zähnen generell ein Anderes ist. Falls bei einem Patienten mehrere Zähne behandelt wurden, wurde jeder Zahn einzeln betrachtet.

6.1.2. Datenerfassung

Die Datenerfassung bei der vorliegenden retrospektiven Studie erfolgte anhand der vorhandenen Patientenkarten der Abteilung für Kinderzahnheilkunde. Diese befanden sich im Archiv der Abteilung. Daten wie das Geschlecht, das Geburtsdatum und das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung wurden lediglich zur Analyse des Patientenkontexts erhoben. Der Zahntyp diente zur Aufschlüsselung der untersuchten Zahngruppen. Zur Bestimmung des prätherapeutischen Zustands des zu behandelnden Zahnes wurden folgende Daten erhoben:

- Der Sensibilitätszustand des Milchzahnes anhand von Kälteproben
- Der Perkussionszustand des Milchzahnes anhand von Klopfproben
- Die Beschwerdesymptomatik
- Zustand des Zahnes vor der Behandlung

- Der Gesundheitszustand des Patienten
- Der Röntgenbefund des zu behandelnden Milchzahnes

Bestimmte Parameter wie die Aufbereitungstechnik und das Spülmaterial während der Pulpektomie wurden in der vorliegenden Studie nicht gesondert untersucht, da diese Standardmäßige nach den vorhandenen und gängigen Richtlinien durchgeführt wurden.

6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit

In der vorliegenden Arbeit wurde der Milchzahn als die kleinste Untersuchungseinheit definiert. Dieses Vorgehen stimmt mit anderen Studien überein, die die indirekte Überkappungen [Gruythuisen et al. 2010], direkte Überkappung [Matsuo et al. 1996], Pulpotomie [Huth et al. 2005, Sonmez et al. 2008, Huth et al. 2011] oder Pulpektomie [Mortazavi et al. 2004] betreffen.

6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden die Kriterien für Erfolg und Misserfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung vor Beginn der Studie ausschließlich nach Aktenlage folgendermaßen festgelegt:

- Als Erfolg im Sinne der Überlebensstudie wurden alle endodontischen Behandlungen aus dem Zeitraum 2001-2010 gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden oder natürlich exfoliiert waren.
- Als Misserfolg wurde die vorzeitige Extraktion gewertet.

6.1.5. Statistische Auswertung

In vielen kontrollierten klinischen Studien wird die Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen anhand der Zeit bis zum Auftreten eines bestimmten Ereignisses beurteilt. Dabei kann es sich um ein positives, ein neutrales oder ein negatives Ereignis handeln. Ganz unabhängig von der Wertung des Ereignisses wird in der Medizin allgemein von Überlebenszeitanalyse gesprochen. Das Charakteristische dieser Überlebenszeitanalysen ist, dass die Zeitvariable nicht zu einem festen Zeitpunkt erhoben werden kann. Das heißt,

dass es zu Beginn einer Studie unbekannt ist, wann das Ereignis eintritt. Wenn am Ende des Beobachtungszeitraums das Ereignis nicht eingetreten ist, wird von einer zensierten Beobachtungszeit gesprochen. Zensierung kann auch dadurch entstehen, dass die Untersuchungseinheit in der Beobachtung verloren geht. Eine Zensierung ist auch durch das Eintreten eines konkurrierenden Risikos möglich [Ziegler et al. 2007]. Simuliert man eine Überlebenszeitanalyse, wird bei der vorliegenden Studie die Wirksamkeit verschiedener Faktoren auf den Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung anhand der Zeit bis zum Auftreten eines Ereignisses (Misserfolg) oder einer Zensierung (Erfolg) beobachtet. Findet keine Folgeuntersuchung statt, z.B. weil der Patient nicht mehr erscheint, oder wird der Milchzahn aus anderen Gründen extrahiert, kann auch dadurch eine Zensierung entstehen. Im Rahmen dieser Überlebenszeitstudie wurden Patientendaten in einem bestimmten Zeitraum (2001-2010) ermittelt. Bei zuletzt erfassten Patientendaten lag jedoch eine geringere Wahrscheinlichkeit vor, dass bei ihnen ein Ereignis eintritt. Dies liegt an der kürzeren Nachbeobachtungszeit. Die Kaplan-Meier-Methode setzt aber keine festen Intervalle voraus und ist deshalb bei derartigen Untersuchungen anwendbar. Hier werden für jedes Ereignis (vorzeitige Extraktion des Milchzahnes) die entsprechenden Überlebenswahrscheinlichkeiten berechnet [Kaplan und Meier 1958]. Für den Gesamtbeobachtungszeitraum wurden in der vorliegenden Studie die einzelnen Überlebenswahrscheinlichkeiten zu sogenannten kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeiten zusammengefasst. Um neben der Kaplan-Meier Kurve formale Tests in zwei Gruppen durchführen zu können, eignete sich der Log-Rank-Test.

6.2. Ergebnisse

6.2.1. Die Überlebensfunktion aller endodontischen Milchzahnbehandlungen

Für alle beurteilten endodontischen Milchzahnbehandlungen ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 61,9 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,63$. Von den erfassten Zähnen waren am Ende des Beobachtungszeitraums 79,7% in situ oder bereits natürlich exfoliiert. Lediglich 20,2% der Zähne waren nicht erhaltungswürdig und mussten vorzeitig extrahiert werden.

In der Literatur werden zu folgenden Parametern und ihre Beeinflussung auf das Überleben eines endodontisch behandelten Milchzahnes Angaben erfasst:

-Faktor „Zahntyp“

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Milchzahntypen (Frontzähne, Eckzähne, Molaren) endodontisch behandelt. Milchfrontzähne erzielten eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,48$, Milcheckzähne von $p=0,75$ und Milchmolaren von $p=0,63$ (Tabelle 6). Es kann also behauptet werden, dass eine endodontische Behandlung an Milcheckzähnen eine bessere Aussicht auf Erfolg hatte als bei Milchfrontzähnen oder Milchmolaren. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,30$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den Zahntypen. Auch Huth et al. [2011] konnten in ihrer Studie keinen signifikanten Einfluss auf den Behandlungserfolg durch den behandelten Zahntyp bei einer Pulpotomie nachweisen ($p>0,05$). Der Milchzahntyp ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Zahntyp ab

angenommen.

-Faktor „Sensibilität“ des Zahnes

Die Sensibilität der Zähne wurde mit einem Kälte-Test überprüft. Durch diese Untersuchungsmethode wird die Fähigkeit der Reizleitung kontrolliert. Nach der Literatur sind Sensibilitätstest mittels Kältespray für Milchzähne nicht bzw. nur bedingt geeignet, da häufig falsch positive oder falsch negative Ergebnisse erzielt werden können [McDonald und Avery 1978]. Eine Überkronung des Zahnes kann die Reizweiterleitung reduzieren und zu einem negativen Ergebnis führen. Bei einer nekrotischen Pulpa fällt der Kälte-Test wegen einer Restvitalität positiv aus. Falsche Reaktionen der Patienten auf diesen Test können zudem unzuverlässig sein und falsche Interpretationen zulassen [Schaffner und Lussi 1994, Carrotte 2005]. Diese Tatsachen haben eine Wirkung auf das Ergebnis der vorliegenden Studie und beeinflussen dieses damit. Desweiteren kann der eventuell als Schmerz wahrgenommene Reiz die Behandlungsbereitschaft des Kindes für anschließende Behandlungsschritte einschränken [Heinrich-Weltzien und Kühnisch 2007a, Kühnisch et al 2011]. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass in unserer Studie bei 270 Zähnen (78,9%) keine Angaben zur Sensibilität vorliegen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten,

dass die mittlere Überlebensdauer von vitalen Zähne signifikant höher lag als die der devitalen Zähne (39,8 Monate vs. 20,0 Monate). Ähnliche Ergebnisse wurden in einer Studie von Hill [2007] präsentiert. Hier wiesen vitale Zähne nach Pulpotomie eine signifikant höhere Überlebensdauer (32,7 Monate) auf als devitale Zähne (20,4 Monate). Die Überlebenswahrscheinlichkeit der sensiblen Milchzähne zum Zeitpunkt des letzten Verlustes mit $p=0,70$ lag über der der desensiblen Milchzähne mit $p=0,30$ (Tabelle 8). Es kann also behauptet werden, dass eine endodontische Behandlung an sensiblen Milchzähnen eine bessere Aussicht auf Erfolg hatte als eine an Milchzähnen, die desensibel getestet wurden. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p<0,01$ einen signifikanten Unterschied zwischen diesen Parametern. Die Sensibilität des Milchzahnes ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Sensibilität des Zahnes bei der Ausgangssituation ab

verworfen.

-Faktor „Röntgenbefund“

Im Bezug auf die weiterführende Diagnostik und Therapie kommt der Röntgendiagnostik eine wichtige Rolle zu. In der vorliegenden Studie hatten Zähne, die röntgenologisch nur eine Karies aufwiesen eine signifikant höhere Überlebensdauer als Zähne mit einer interradikulären Ostitis oder einem periapikalem Geschehen. Diese Ergebnisse bestätigen auch die Aussagen der aktuellen Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DKG) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) [Kühnisch et al. 2011], die radiologisch nachweisbare apikale, interradikuläre, externe und interne Resorptionen als Kontraindikationen für eine endodontische Behandlung vorgeben. In der vorliegenden Studie zeigten z.B. Zähne mit kariösen Läsionen eine signifikant höhere Überlebensdauer (67,1 Monate) auf als Zähne, die ein periapikales Geschehen aufwiesen (11,9 Monate). Die Überlebenswahrscheinlichkeit der kariösen Milchzähne zum Zeitpunkt des letzten Verlustes mit $p=0,84$ lag über der der Milchzähne mit periapikalem Geschehen mit $p=0,14$ (Tabelle 16). In unserer Studie konnte also gezeigt werden, dass eine endodontische Behandlung an Milchzähnen mit röntgenologisch nachgewiesener

Karies die beste Aussicht auf Erfolg hatte. Es folgten entsprechend in absteigender Reihenfolge solche ohne Röntgenbilder oder pathologischen Befund, mit interradikulärem und periapikalem Geschehen oder mit interradikulärem sowie periapikalem Geschehen und Karies mit dem gleichen Wert, interradikuläre Ostitis und zuletzt mit periapikalem Geschehen. Der Log-Rank-Test wies hier einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$) auf. Der röntgenologische Befund des Milchzahnes ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Röntgenbefund des Zahnes ab

verworfen.

- Faktor „Art der Therapie“

Abhängig von den entsprechenden Indikationen wurden in dieser Studie die Milchzähne indirekt oder direkt überkappt, pulpotomiert oder pulpektomiert. Bei dem Großteil der endodontisch behandelten Milchzähne wurde die indirekte Überkappung (42,5%) oder eine Pulpotomie (39,0%) durchgeführt. Lediglich bei 16,1% der Milchzähne wurde eine Pulpektomie und bei 2,3% eine direkte Überkappung durchgeführt. In unserer retrospektiven Erfassung wiesen Zähne mit einer indirekten Überkappung eine signifikant höhere Überlebenswahrscheinlichkeit auf als Zähne mit einer Pulpotomie oder einer Pulpektomie. Es wurde in zahlreichen Studien gezeigt, dass bei diesem Verfahren der einzeitigen Kariesexcavation gegenüber der zweizeitigen Variante der Vorzug zu gegeben ist [Rodd et al. 2006, Bjørndal 2008b, Büyükgüral und Cehreli 2008, Coll 2008, Orhan et al. 2008, AAPD 2009, Duque et al. 2009, Lula et al. 2009, Gruythuysen et al. 2010]. In der Literatur wird die Überlebenswahrscheinlichkeit der indirekten Überkappung in einem Zeitraum von 24 bis 50 Monaten mit über 90% angegeben [Coll 2008, Hülsmann und Wiegand 2008, Gruythuysen et al. 2010]. Die klinisch-röntgenologische Erfolgsrate der Pulpotomie wird mit 80% bis 90% nach einer Beobachtungszeit von 2 Jahren angegeben [Kühnisch et al. 2011]. Der klinische Langzeiterfolg der Pulpotomie mit Eisen-(III)-Sulfat wurde in aktuellen Untersuchungen bestätigt [Huth et al. 2005, 2011]. Die gültigen Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DKG) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) empfehlen zur Blutstillung ebenfalls die

Applikation von Eisen-(III)-Sulfat. Dies wird auch in unserer Abteilung standardmäßig zur Blutstillung bei der Pulpotomie angewendet. Zur Bildung einer hartgewebigen Reparation wird die Anwendung eines MTA-Zements oder einer wässrigen Kalziumhydroxid-Suspension empfohlen. Die in der Literatur angegebenen Erfolgsraten der Pulpektomie fallen mit 31% bis 96% deutlich breiter gestreut aus [Rodd et al. 2006, Ng et al. 2008]. Diese große Spannweite kommt möglicherweise dadurch zustande, dass der Arbeitsablauf bei dieser Maßnahme sehr umfangreich und Complianceabhängig ist. Aufgrund mangelnder Kooperationsfähigkeit kindlicher Patienten ist die Indikation und die günstige Prognose häufig eingeschränkt [Ng et al. 2008]. Unsere Ergebnisse zeigten für die indirekte Überkappung signifikant bessere Werte im Vergleich zur Pulpotomie und Pulpektomie. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der indirekt überkappten Milchzähne zum Zeitpunkt des letzten Verlustes mit $p=0,88$ lag über der der pulpotomierten Milchzähne mit $p=0,50$ und der pulpektomierten Milchzähne mit $p=0,41$ (Tabelle 19). In unserer Studie zeigte also die Methode der indirekten Überkappung bei Milchzähnen die beste Aussicht auf Erfolg hatte. Es folgen entsprechend in absteigender Reihenfolge die direkt überkappten und pulpotomierten Milchzähne mit dem gleichen Wert und zuletzt die pulpektomierten Milchzähne. Der Log-Rank-Test zeigte hier einen signifikanten Unterschied ($p<0,01$) auf. Die Art der Therapie des Milchzahnes ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht
von der Art der Therapie ab

verworfen.

-Faktor „Wurzelfüllmaterial“

Kalziumhydroxid und Kalziumhydroxid-Jodoformpasten (z.B. Vitapex® oder Diapex®) sind bevorzugte Mittel, die bei einer Milchzahnwurzelkanalbehandlung als Wurzelfüllmaterial Anwendung finden. Nach den aktuellen Richtlinien der USA, Deutschlands und Groß Britanniens gelten sie als die Mittel der Wahl [Rodd et al. 2006, AAPD 2009, Kühnisch et al. 2011]. In unserem Zentrum standen auch die oben genannten Mittel als Wurzelfüllmaterialien bei Milchzahnwurzelkanalbehandlungen zur Verfügung.

Insgesamt wurden 50 Milchzähne wurzelkanalbehandelt und abgefüllt. Der Anteil mit Anwendung von Kalziumhydroxid-Jodoformpasten betrug in der vorliegenden Studie 40%. In den meisten Fällen wurde Kalziumhydroxid der Vorzug gegeben (60%). Bei der Verwendung von Kalziumhydroxid-Jodoformpasten wurde eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,45$ erreicht, die damit über der von Kalziumhydroxid mit $p=0,35$ lag (Tabelle 23). Unsere Studie zeigte also, dass die Verwendung von Kalziumhydroxid-Jodoformpasten als Wurzelfüllmaterial eine bessere Aussicht auf Erfolg hatte als die Verwendung von Kalziumhydroxid. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,35$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den Wurzelfüllmaterialien. Ein Grund für dieses Ergebnis könnte die geringe Fallzahl in der vorliegenden Studie sein. Das Wurzelfüllmaterial ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von dem verwendeten Wurzelfüllmaterial ab

angenommen.

-Faktor „Restauration“

Wichtig für den Erfolg einer endodontischen Behandlung eines Milchzahnes ist die anschließende definitive koronale Restauration. Ein bakteriendichter Verschluss sowie eine genügende Stabilisierung des restaurierten Zahnes sind entscheidend für den Erfolg einer solchen Behandlung. Je nach Defektgröße kann der Zahn direkt mit einer Füllung oder indirekt mit einer Stahlkrone versorgt werden [Kühnisch et al. 2011]. Erfolgt die Versorgung mit einer direkten Füllung, wird die Notwendigkeit eines Pulpaschutzes auf Kalziumhydroxidbasis relativiert [Kühnisch et al. 2011]. Aktuell wird empfohlen, die Zähne mit einer direkten (adhäsiven) Füllung zu versorgen. In der vorliegenden Studie zeigten z.B. Zähne mit einer Kompomerfüllung als abschließende Restauration eine signifikant höhere Überlebensdauer (82,2 Monate) als solche, bei denen GIZ (57,7 Monate) oder eine ZNO-Füllung (14,5 Monate) verwendet wurde (Tabelle 25). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Zähne mit Kompomer-Restauration zum Zeitpunkt des letzten Verlustes lag mit $p=0,88$ über der der Zähne mit GIZ-Restauration ($p=0,59$) oder ZNO-Füllung ($p=0,25$) (Tabelle 24).

In unserer Studie zeigte also die Verwendung von Kompomeren als Restauration von Milchzähnen nach endodontischen Behandlungen die beste Aussicht auf Erfolg, gefolgt in absteigender Reihenfolge von Stahlkronen, Kompositen, GIZ, dem offen lassen und ZNO-Füllungen. Dies bestätigt, dass Kompomer-Füllungen im Seitenzahnggebiet für Milchzähne eine gute Alternative zu anderen Materialien darstellen [Krämer und Frankenberger 2007c]. Zur Restauration endodontisch behandelter Zähne mit Kompomer gibt es in der Literatur Angaben, die eine Erfolgsquote von etwa 80 % nach 18 Monaten belegen [Mortada und King 2004]. Welbury et al. [2000] zeigten, dass Kompomer-Restaurationen mit 42 Monaten eine höhere mittlere Überlebenszeit hatten als Glasionomerezement-Füllungen mit 37 Monaten. Außerdem wiesen sie hinsichtlich der anatomischen Form und des Randschlusses bessere Ergebnisse auf. Signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten Zähne, die offen gelassen oder mit einer ZNO-Zement-Füllung versorgt worden waren. Farooq et al. [2000] zeigten, dass Zähne mit einer ZNO-Füllung eine signifikant niedrigere Erfolgsrate aufwiesen, als Zähne, die mit einer Stahlkrone versorgt worden waren. Eine andere Studie zeigte, dass adhäsiv gefüllte Milchmolaren eine Alternative zu Stahlkronen sein können [El Kalla und Garcia-Godoy 1999]. Huth et al. [2011] zeigten jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Behandlungserfolg durch die Verwendung von Stahlkronen oder Kompositen als Restauration nach einer Pulpotomie. Grundsätzlich gilt das Offenlassen von geschliffenen oder trepanierten Milchzähnen als obsolet und sollte, wenn überhaupt, lediglich als eine kurzzeitige Kompromisslösung bis zur endgültigen Therapie in Betracht gezogen werden. Der Log-Rank-Test ergab zwischen den verschiedenen Restaurationsarten mit $p < 0,01$ einen signifikanten Unterschied. Die Restauration ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Restauration ab

verworfen.

-Faktor „Compliance“

Der Verlauf einer zahnärztliche Behandlung bei Kindern hängt von deren Bereitschaft zur Mitarbeit ab. Neben Patienten mit guter Compliance gibt es Patienten, die auf Grund mangelnder Compliance, durch große Ängste und/oder wegen geistiger, körperlicher oder

medizinischer Behinderung keine Behandlung zulassen. Um dennoch eine adäquate Behandlung durchführen zu können, findet diese ggf. unter Sedierung oder Narkose statt [Nunn et al. 1995, AAPD 2005-2006]. In unserer Studie zeigte sich, dass die Überlebensdauer der endodontischen Maßnahmen bei den Kindern mit einer guten Compliance signifikant niedriger war, als bei denjenigen Patienten, die z.B. in Narkose behandelt werden mussten oder wenn zunächst eine Adaptation an die Behandlung notwendig war. Möglicherweise werden bei Kindern, die per se eine gute Compliance aufweisen, eher Kompromissmaßnahmen durchgeführt, da eine „Nachbehandlung“ dieser Patienten häufig unproblematisch ist. Hingegen werden bei Kindern in Narkose oder Sedierung eher Therapieentscheidungen gefällt, die eine Folgebehandlung nach Möglichkeit nicht erforderlich machen und somit eine bessere Langzeitprognose haben. Daraus soll jedoch nicht der Schluss gezogen werden, dass alle Maßnahmen in Narkose oder Sedierung durchgeführt werden sollten, um die Überlebenswahrscheinlichkeit der Zähne zu erhöhen. Unsere Ergebnisse konnten zeigen, dass eine endodontische Behandlung an Milchzähnen unter Sedierung die beste Aussicht auf Erfolg hatte, gefolgt von der Behandlung unter Narkose, dann mit Compliance und zuletzt ohne Compliance. Der Log-Rank-Test ergab mit $p < 0,01$ einen signifikanten Unterschied. Die Compliance ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Art der Behandlung bezogen auf die Mitarbeit des Patienten ab

verworfen.

-Faktor „Alter des Patienten“

In dieser Studie lag der Altersmittelwert der Patienten bei 5,4 Jahren. Der Mittelwert der Überlebenszeit ergab bei den behandelten Zähnen von Patienten, die unterhalb des Altersmittelwertes lagen 66,4 Monate und befand sich oberhalb der mittleren Überlebensdauer der behandelten Zähne von Patienten, die oberhalb des Altersmittelwertes lagen (56,2 Monate). Dies könnte damit zusammen hängen, dass die Abwehrreaktion des Dentin-Pulpa-Komplexes bei Milchzähnen mit zunehmendem Alter abnimmt [Heinrich und Kneist 1986]. In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass endodontisch behandelte Milchzähne von Patienten, die unterhalb des Altersdurchschnitts lagen, bessere Aussicht

auf Erfolg hatten als solche von Patienten, die oberhalb des Altersdurchschnitts lagen. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,04$ einen signifikanten Unterschied zwischen den Parametern. Das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Alter des Patienten bei Behandlungsbeginn ab

verworfen.

-Faktor „dmft-Index“

Zur Messung der Kariesinzidenz bzw. -prävalenz für Milchzähne wird der dmft-Index verwendet. Dieser beurteilt die Anzahl von Zähnen (t =teeth) die zerstört (d =decayed), auf Grund von Karies extrahiert (m =missing) oder gefüllt (f =filled) wurden. Seit 1994/95 werden in Deutschland im Auftrag der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e. V. (DAJ) epidemiologische Studien zur Kariesprävalenz durchgeführt [Pieper 1995, Pieper 1996, Pieper 1998, Pieper 2001, Pieper 2005, Pieper 2010] u.a. der mittlere bundesweite dmft-Index bestimmt. Die Ergebnisse dieser Studien zeigten bei den 6- bis 7-Jährigen zwischen 1994 und 2009 eine Reduzierung des dmft-Index von 2,89 auf 1,87 und somit eine Kariesreduktion bei Kindern in dieser Altersklasse. Im Bundesland Hessen sank der dmft-Index von 1994/95 bis 2009 auf 1,75. Bei Betrachtung der vorliegenden Studie wurde festgestellt, dass der Mittelwert des dmft-Index bei den Patienten bei einem Durchschnittsalter von 5,4 Jahren bei 6,02 und damit deutlich höher lag. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,84$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den dmft-Indizes, die unter- bzw. oberhalb des Mittelwertes lagen. Der dmft-Index zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung ist also weniger als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom dmft-Index des Patienten bei Behandlungsbeginn ab

angenommen.

- Faktor „DMFT-Index“

Zur Messung der Kariesinzidenz bzw. -prävalenz für bleibende Zähne wird der DMFT-Index verwendet. Dieser beurteilt die Anzahl von Zähnen (T=teeth) die zerstört (D=decayed), auf Grund von Karies extrahiert (M=missing) oder gefüllt (F=filled) wurden. Die Studie der DAJ [Pieper 2010] zeigte 2009 bei 6- bis 7-Jährigen einen mittleren DMFT-Index von 0,05 im Bundesland Hessen. Bei Betrachtung der vorliegenden Studie wurde festgestellt, dass der Mittelwert des DMFT-Index bei den Patienten der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Zahnklinik Marburg bei einem Durchschnittsalter von 5,4 Jahren bei 0,54 und damit deutlich höher lag. Dabei zeigten endodontisch behandelte Milchzähne von Patienten, deren DMFT-Index unter dem Mittelwert lag eine durchschnittliche Überlebensdauer von 66,7 Monaten im Vergleich zu Patienten, deren DMFT-Index über dem Mittelwert lag (33,8 Monate). Es konnte also gezeigt werden, dass endodontisch behandelte Milchzähne von Patienten, deren DMFT-Index unterhalb des DMFT-Mittelwertes lag, bessere Aussicht auf Erfolg hatten als solche von Patienten, deren DMFT-Index oberhalb des DMFT-Mittelwertes lag. Der Log-Rank-Test erwies mit $p < 0,01$ einen signifikanten Unterschied zwischen den DMFT-Indizes, die unter- bzw. oberhalb des Mittelwertes lagen. Der DMFT-Index zum Zeitpunkt der endodontischen Behandlung ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom DMFT-Wert des Patienten bei Behandlungsbeginn ab

verworfen.

Zum Einfluss der folgenden Parameter auf das Überleben von endodontischen Maßnahmen an Milchzähnen liegen derzeit keine gesicherten publizierten Daten vor:

-Faktor „Perkussion“

Durch Perkussion der zu behandelnden Zähne sowie der Nachbarzähne sollte eine mögliche Klopfempfindlichkeit als Hinweis auf eine entzündliche Veränderung des periapikalen Gewebes erfasst werden. Die Perkussion wurde durch Beklopfen der Körper- oder Zahnoberfläche mit einem stumpfen Gegenstand (z.B. Handgriff eines zahnärztlichen

Spiegels) überprüft. Die geringe Anzahl an Zähnen (32 Zähne) in der vorliegenden Studie, die auf Perkussionsempfindlichkeit überprüft wurden, lässt sich vermutlich aus ähnlichen Gründen wie bei der Sensibilitätsüberprüfung erklären. Perkussionspositiv getestete Zähne zeigten eine mittlere Überlebensdauer von 19,2 Monaten im Vergleich zu perkussionsnegativ getestete Zähne mit 20,3 Monaten. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,01$ einen signifikanten Unterschied zwischen diesen Parametern. Die Perkussion des Milchzahnes ist also als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Perkussionsempfindlichkeit des Zahnes bei der Ausgangssituation ab

verworfen.

-Faktor „Symptomatik“ des Zahnes

Eine systematische symptombezogene Untersuchung ist ein fester Bestandteil der Therapie vor einer endodontischen Behandlung von Milchzähnen. Anhand der Aktenlage wurde bei der vorliegenden Arbeit zwischen symptomatischen oder beschwerdefreien Milchzähnen vor einer endodontischen Behandlung unterschieden. Es fand keine weitere Differenzierung der Schmerzqualität oder -dauer statt. Der Log-Rank-Test wies mit $p=0,88$ keinen signifikanten Unterschied auf. Die Symptomatik des Milchzahnes ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht vom Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik des Zahnes bei der Ausgangssituation ab

angenommen.

-Faktor „Allgemeinanamnese“

Zu Beginn einer Patientenbehandlung sollte grundsätzlich eine sorgfältige Allgemeinanamnese, eine mögliche Medikamenteneinnahme und Vorerkrankungen des Patienten erfragt und dokumentiert werden. Gegebenenfalls sollte ein Konsil mit den behandelnden Ärzten stattfinden. Anhand der Aktenlage wurde bei der vorliegenden Studie

zwischen allgemeinanamnestisch gesunden oder auffälligen Patienten unterschieden. Es fand keine weitere Differenzierung der anamnestischen Auffälligkeiten statt. Der Log-Rank-Test ergab mit $p=0,54$ keinen signifikanten Unterschied. Die Allgemeinanamnese des Patienten ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Allgemeinanamnese des Patienten ab

angenommen.

-Faktor „Zustand des Zahnes vor der Behandlung“

Anhand der Aktenlage wurde bei der vorliegenden Studie zwischen dem Zustand des Milchzahnes vor der Behandlung unterschieden. Differenziert wurde zwischen Milchzähne mit Fisteln, Abszessen, Infiltraten oder Traumata sowie Milchzähnen ohne besondere Angaben oder mit sonstigen Zuständen. Es fand keine weitere Differenzierung der sonstigen Zustände statt. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,08$ keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen Parametern. Der Zustand des Milchzahnes vor der Behandlung ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt von dem Zustand des Zahnes vor der Behandlung ab

angenommen.

-Faktor „Behandler“

In der vorliegenden Studie erfolgte die Einteilung der Behandler in zwei Gruppen, den Zahnärzten ohne Spezialisierung und den Spezialisten für Kinderzahnheilkunde. Das Vorhandensein der beiden Gruppen ermöglichte eine Untersuchung der Erfolgsraten bezogen auf Berufserfahrung und Spezialisierung. Endodontische Maßnahmen, die durch Fachspezialisten durchgeführt wurden, zeigten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 64,4 Monaten, die der Zahnärzte 51,7 Monate. Der Log-Rank-Test zeigte mit $p=0,07$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlern. Der Behandler ist also als ein prognostischer Einflussfaktor weniger von Bedeutung.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer endodontischen Milchzahnbehandlung hängt nicht von der Erfahrung des Behandlers ab

angenommen.

6.3. Klinische Relevanz

Die vorliegende Studie befasste sich mit endodontischen Behandlungen, die in einem bestimmten Zeitraum in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde an Milchzähnen durchgeführt wurden. Diese sind zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethoden, die bei entsprechender Indikation angewendet wurden. In dieser Studie wurden für die verschiedenen endodontischen Therapieansätze gute Ergebnisse erzielt. Wenn es die Umstände zulassen, sollte generell im Interesse des Patienten vor der Extraktion eine endodontische Behandlung des Milchzahnes bevorzugt werden. Dies ermöglicht dem Patienten den Erhalt seiner Milchzähne möglichst bis zum Zeitpunkt der natürlichen Exfoliation. So kann vermieden werden, dass der Patient mit Störungen in seiner Kaufunktion, Phonetik, seinem ästhetischen Erscheinungsbild sowie der normale Gebissentwicklung konfrontiert wird. Sicher spielen die Erfahrung und Qualifikation eines jeden Behandlers eine große Rolle auf den Ausgang und die Erfolgsprognose einer endodontischen Milchzahnbehandlung. Diese Arbeit belegt aber, dass Faktoren wie die Sensibilität, die Perkussion, der Röntgenbefund und die Restauration eines Milchzahnes, ebenso wie Art der Therapie und Behandlung, das Alter und der DMFT-Index des Patienten die Ergebnisse entscheidend beeinflussen können. Deshalb ist es von großer Bedeutung, vor der Einleitung einer endodontischen Milchzahnbehandlung als Behandler auf Parameter wie eine negative Sensibilitätsprobe, eine positive Perkussionsprobe und bei Röntgenbefunden auf z.B. interradikuläre Otitis oder periapikale Geschehen zu achten und die Behandlungsindikation entsprechend zu stellen. Für den Behandler ist es also möglich, die Erfolgchancen bei der Behandlung einzelner Milchzähne durch Analyse der Ausgangssituation abzuwägen und die Therapie darauf abzustimmen. Eine ausführliche Aufklärung des Patienten und der Eltern über den Behandlungsablauf und die möglichen Risikoparameter sollten ein fester Bestandteil einer endodontischen Milchzahnbehandlung sein.

7. Zusammenfassungen

7.1. Zusammenfassung

Einführung: Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie sollte der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von Milchzähnen mit endodontischen Maßnahmen überprüft werden.

Methode: Anhand der Akten wurden Daten von Patienten erhoben, die in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg im Zeitraum 2001-2010 an einem oder mehreren Milchzähnen endodontische Maßnahmen erhalten hatten. Dabei wurden verschiedene Parameter, die zum Erfolg oder Misserfolg einer endodontischen Versorgung beitragen können, erfasst. Die Überlebensrate wurde nach dem Kaplan-Meier-Schätzer analysiert, für Gruppenvergleiche wurde der Log-Rank Test angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt. Als „Erfolg“ (Zensus) wurden die Zähne gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in situ befanden oder natürlich exfoliiert waren. Als „Misserfolg“ wurden die Zähne gewertet, die vorzeitig extrahiert worden waren.

Ergebnisse: Insgesamt wurden Daten von 218 Kinderpatienten (341 Zähne) erhoben. Das mittlere Alter der Patienten zu Beginn der Behandlung lag bei 5,4 Jahren. Von den insgesamt 341 Zähnen waren am Ende der Beobachtungszeit 232 (68%) noch in situ, 40 (11,7%) waren natürlich exfoliiert und 69 (20,2%) Zähne wurden vorzeitig extrahiert. Für alle beurteilbaren endodontischen Maßnahmen wurde eine mittlere Überlebenszeit von 62 Monaten (95% Konfidenzintervall 55,5-68,4) ermittelt.

Eine signifikant hohe ($p=0,01$) mittlere Überlebensdauer zeigten sensible Zähne (39,8 Monate) im Vergleich zu desensiblen Zähnen (20,1 Monate). Bei der Betrachtung der perkussionsnegativen Zähne ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 24,7 Monaten im Vergleich zu perkussionspositiven Zähnen mit 19,2 Monaten ($p=0,01$). Die Überlebensdauer der Zähne, die röntgenologisch nur eine Karies aufwiesen, lag mit 67,1 Monaten signifikant höher ($p=0,01$) als bei solchen, die röntgenologisch eine interradikuläre Ostitis aufwiesen. Bei Zähnen mit einer indirekten Überkappung wurde im Vergleich zu pulpotomierten Zähnen ein höherer Erfolg ($p<0,01$) beobachtet, entsprechend der Vergleich zu pulpektomierten Zähnen ($p<0,01$). Eine Behandlung unter Narkose ergab signifikant bessere Ergebnisse ($p<0,01$) als eine Behandlung unter normaler Compliance

des Patienten. Die Überlebensdauer der Zähne, die nach der endodontischen Versorgung mit einer Kompomer-Füllung versorgt worden waren, lag höher als bei den Zähnen mit einer GIZ-Füllung ($p < 0,01$). Zähne mit einer ZNO-Füllung hatten eine signifikant geringere Überlebensdauer als Zähne mit einer Komposit- ($p < 0,01$) oder Kompomer-Füllung ($p < 0,01$). Behandelte Zähne von Patienten, deren Alter unterhalb des Altersmittelwertes (5,4 Jahre) lag, zeigten eine signifikant höhere mittlere Überlebensdauer (66,4 Monate) im Vergleich zu Patienten, deren Alter oberhalb des Altersmittelwertes lag (56,2 Monate). Eine deutlich höhere ($p < 0,01$) mittlere Überlebensdauer zeigten behandelte Zähne von Patienten, deren DMFT-Index unterhalb des DMFT-Mittelwertes (0,54) lag (66,7 Monate) im Vergleich zu Patienten, deren DMFT-Index darüber lag (33,8 Monate). Hinsichtlich des behandelten Zahntyps wurden keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse für Milchfrontzähne, -eckzähne oder -molaren beobachtet. Keinen signifikanten Unterschied zeigten beschwerdefreie Milchzähne im Vergleich zu solchen mit Beschwerden sowie Patienten mit unauffälliger Allgemeinanamnese im Vergleich zu Patienten mit auffälliger Allgemeinanamnese. Auch die verschiedenen Zustände des Zahnes vor der Behandlung (z.B. Fistel, Abszess, Infiltrat, Trauma) ergaben keine deutlichen Unterschiede bezüglich des Überlebens der Zähne. Die Behandlung durch Spezialisten für Kinderzahnheilkunde im Vergleich zu Nichtspezialisten zeigte keinen signifikanten Unterschied. Hinsichtlich des bei der Pulpektomie verwendeten Wurzelfüllmaterials wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Kalziumhydroxidpasten und Kalziumhydroxid-Jodoformgemischen beobachtet. Ebenso kein signifikanter Faktor war der dmft-Index des Patienten bei Behandlungsbeginn.

Schlussfolgerung: Bestimmte Parameter (u.a. Sensibilität, Röntgenbefund) aber auch zahnärztliche Faktoren (z.B. Wahl der adäquaten endodontischen Maßnahme) zeigten einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Überleben endodontisch versorgter Milchzähne.

7.2. Abstract

Introduction: The aim of this study was to examine the influence of various parameters on the cumulative survival of primary teeth following endodontic treatment.

Method: Using medical files, data from patients in a dental school who have received endodontic treatments on one or more teeth between 2001 and 2010 were surveyed. Various parameters which affect the success or failure of endodontic therapy were recorded. The survival time was analyzed using the Kaplan Meier estimator, and the log-rank test was applied for group comparisons. The significance level was set at $\alpha = 0.05$. Teeth which at the time of the last dental findings were still in situ or naturally exfoliated were recorded as a "success" (census). Teeth which had been prematurely extracted were recorded as a "failure".

Results: Data was collected from 218 child patients (341 teeth). The average age of the patients at the beginning of the treatment was 5.4 years. Of the total of 341 teeth, 232 (68 %) were still in situ at the end of the observation period, 40 (11.7 %) were naturally exfoliated and 69 (20.2 %) teeth had been prematurely extracted. An average survival time of 62 months (95 % confidence interval 55.5-68.4) was found for all endodontic treatments capable of being assessed. Vital teeth showed a significantly higher average survival time (39.8 months) compared to non-vital teeth (20.1 months, $p=0.01$). Teeth which tested negative to percussion showed a significantly higher ($p=0.01$) survival time of 24.7 months compared to teeth which positively tested to percussion (19.2 months). The survival time of teeth that showed only a cavity on x-rays was 67.1 months and was significantly higher ($p=0.01$) than those had a radiographically interradicular osteitis. A significantly higher average survival time ($p=0.01$) was exhibited by teeth with indirect pulp capping compared to pulpotomized (37.1 months) and pulpectomized (28.3 months) teeth. Treatment of patients under general anesthesia showed significantly better results ($p < 0.01$) than treatment of patients with normal compliance. The survival time of teeth treated with a compomer filling after the endodontic treatment was significantly higher than that of teeth with a GIC filling ($p < 0.01$). Teeth with a zinc oxide filling had a significantly poorer survival time than teeth with a composite ($p < 0.01$) or compomer filling ($p < 0.01$). Teeth of patients below the mean age (5.4 years) showed a significantly higher mean survival time (66.4 months) compared to patients above the mean age (56.2 months). A significantly higher ($p < 0.01$) mean survival time (66.7 months) was found in patients with a DMFT index below the mean value of 0.54 compared to patients whose DMFT index

was above the mean value (33.8 months). Regarding the type of tooth, no significant difference was observed between primary anterior teeth, canines or molars. There was no significant difference in the survival time of symptom-free primary teeth compared to those with symptoms and medical history in general, as well in patients with normal compared to abnormal patient history. The different states of the tooth prior to treatment (e.g. fistula, abscess, infiltration, and trauma) showed no significant difference in the survival time. Dental treatment by specialists in pediatric dentistry showed no significant difference when compared with non-specialists. Regarding the root filling material used in the pulpectomy, no significant difference between calcium hydroxide paste and calcium hydroxide-iodoform paste was observed. The dmft-index was not shown to be a significant factor.

Conclusion: Certain parameters (including pulp vitality, X-ray findings), as well as dental factors (e.g. choice of adequate endodontic treatment, choice of proper filling material) were identified as factors with significant influence on the survival time of endodontically treated primary teeth.

8. Literaturverzeichnis

1. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Clinical affairs committee of the American Academy of Pediatric Dentistry – pulp therapy subcommittee: Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. Reference Manual 61, 79-186 (2009)
2. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). American Academy of Pediatric Dentistry Committee on Sedation and Anesthesia: Guideline on the elective use of minimal, moderate, and deep sedation and general anesthesia for pediatric dental patients. *Ped Dent* 27: 110-118 (2005-2006)
3. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Clinical affairs committee of the American Academy of Pediatric Dentistry – pulp therapy subcommittee: Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 30: 170–174 (2008-2009)
4. Agamy HA, Bakry NS, Mounir MM, Avery DR: Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr. Dent* 26: 302-309 (2004)
5. Al-Zayer MA, Straffon LH, Feigal RJ, Welch KB: Indirect pulp treatment of primary posterior teeth: a retrospective study. *Pediatr Dent* 25: 29 –36 (2003)
6. Araujo FB, Barata JS, Garcia-Godoy F: Clinical and radiographic evaluation of the use of an adhesive system over primary dental pulps (Abstract). *Journal of Dental Research* 75: 280 (1996)
7. Aylard SR: Johnson R. Assessment of filling techniques for primary teeth. *Pediatr Dent* 9: 195-198 (1987)
8. Barker BW, Lockett BC: Endodontic experiments with resorbable paste. *Aust Dent J* 16: 364-373 (1971)

9. Bodur H, Odabas M, Tulunoğlu O, Tinaz AC: Accuracy of two different apex locators in primary teeth with and without root resorption. *Clin Oral Investig* 12: 137-141 (2008)
10. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Consolaro A, Garcia RB, de Moraes IG, Bernadineli N: Mineral Trioxide Aggregate with or without Calcium Chloride in Pulpotomy. *J Endod* 34: 172-175 (2008)
11. Belanger GK: Pulp therapy for the primary dentition. In: Pinkham JR, ed. *Pediatric dentistry*. Philadelphia, PA, USA: WB Saunders: 257-267 (1988)
12. Bjørndal L, Larsen T: Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res* 34: 502–508 (2000)
13. Bjørndal L: The caries process and its effect on the pulp: The science is changing and so is our understanding. *Int Endod J* 34-7S: 2-5 (2008a)
14. Bjørndal L: Indirect pulp therapy and stepwise excavation. *Int Endod J* 34-7S: 29-33 (2008b)
15. Boretti R, Lutz F, Krejci I: Successful pulp capping with dentine adhesive (Abstract). *Journal of Dental Research* 78: 368 (1999)
16. Borutta A, Heinrich-Weltzien R: Endodontische Maßnahmen an Milchzähnen. *ZWR* 115: Nr. 4 (2006)
17. Borutta A, Heinrich-Weltzien R: Endodontie im Milchgebiss Stellungnahme der DGZMK in Abstimmung mit der Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde und Primärprophylaxe (GKP) in der DGZMK und der DGZ V 1.1, Stand 06.02. *Dtsche Zahnärztl Z* 57 (2002)
18. Borutta A, Heinrich-Weltzien R: Endodontische Maßnahmen an Milchzähnen. *ZWR* 115: 153-160 (2006)

19. Brännström M: Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper Dent* 9: 57-68 (1984)
20. Büyükgüral B, Cehreli ZC: Effect of different adhesive protocols vs calcium hydroxide on primary tooth pulp with different remaining dentin thicknesses: 24 month results. *Clin Oral Invest* 12: 91-6 (2008)
21. Camp JH: Overviews of Pediatric Endodontics. *Alpha Omegan* 84: 26–27 (1991)
22. Camp JH, Barrett EJ, Pulver F: Pediatric endodontics: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the pulp*. St. Louis: Mosby; 797–816 (2002)
23. Camp JH: Pediatric Endodontics: Endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St. Louis: Mosby Year Book: 880-884 (2002)
24. Camp JH: Diagnosis dilemmas in vital pulp therapy: treatment for the toothache is changing, especially in young, immature teeth. *J Endod* 34: 6-12 (2008)
25. Camps J, Déjou J, Rémusat M, About I: Factors influencing pulpal response to cavity restorations. *Dent Mater* 16: 432-440 (2000)
26. Carrotte P: Endodontic treatment for children. *British Dental Journal* 198: 9–15 (2005)
27. Casagrande L, Falster CA, Di Hipolito V, De Góes MF, Straffon LH, Nör JE, De Araujo FB: Effect of adhesive restorations over incomplete dentin caries removal: 5-year follow-up study in primary teeth. *J Dent Child* 76: 74-79 (2009)
28. Casagrande L, Bento LW, Dalpian DM, Garcia-Godoy F, De Araujo FB: Indirect pulp treatment in primary teeth: 4-year results. *Am J Dent* 23: 34-38 (2010)

29. Casas MJ, Kenny DJ, Johnston DH, Judd PL: Long-term outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent* 26: 44-48 (2004)
30. Coll JA, Sadrian, R.: Predicting pulpectomy success and its relationship to exfoliation and succedaneous dentition. *Pediatr Dent* 18: 57-63 (1996)
31. Coll JA: Indirect pulp capping and primary teeth: Is the primary tooth pulpotomy out of date? *Pediatr Dent* 30: 230-236 (2008)
32. Cox ST, Hembree JH, McKnight JP: The bactericidal potential of various endodontic materials for primary teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 45: 947–954 (1978)
33. Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N: Surface anti-bacterial properties of glass ionomer cements used in a traumatic restorative treatment. *J Am Dent Assoc* 138: 1347-1352 (2007).
34. Deery C: Formocresol and ferric sulfate have similar success rates in primary molar pulpotomy. In carious primary molars does a pulpotomy performed with ferric sulphate, compared with formocresol, result in greater clinical/radiographic success? *Evid Based Dent* 6: 70 (2005)
35. de Souza EM, Cefaly DF, Terada RS, Rodrigues CC, de Lima Navarro MF: Clinical evaluation of the ART technique using high density and resin-modified glass ionomer cements. *Oral Health Prev Dent* 1: 201-207 (2003)
36. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK): Wie lange soll ein Milchzahn erhalten werden? Stellungnahme der DGZMK 2/03 V 2.0, *DZZ* 51 (96) (2003)
37. Duggal MS, Curzon ME: Restoration of the broken down primary molar I. Pulpectomy technique. *Dent Update* 16: 26-28 (1989)

38. Duggal MS, Curzon ME, Fayle SA, Pollard MA, Robertson AJ: Restorative techniques in paediatric dentistry. W.B. Saunders Company (1995).--Dummett Jr, CO., Kopel, HM.: Pediatric endodontics. In: Ingle J, editor. Endodontics. Philadelphia: Lea and Febiger: 861–902 (2002)
39. Duque C, de Cassia Negrini T, Hebling J, Spolidorio DM: Inhibitory activity of glass-ionomer cements on cariogenic bacteria. *Oper Dent* 30: 636-640 (2005)
40. Duque C, De Cassia Negrini T, Sacono NT, Spolidorio DMP, De Souza CA, Hebling J: Clinical and microbiological performance of resin-modified glassionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Investig* 13, 465-471 (2009)
41. El Kalla I, Garcia-Godoy F: Fracture strength of adhesively restored pulpotomized primary molars. *J Dent Child* 66, 238-242 (1999)
42. Elliot RD, Roberts MW, Burkes J, Phillips C: Evaluation of carbon dioxide laser on vital human primary pulp tissue. *Pediatr Dent* 21: 327–331 (1999)
43. European Society of Endodontology (ESoE): Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 27: 115-124 (1994)
44. Falster CA, Araujo FB, Straffon LH, Nor JE: Indirect pulp treatment: In vivo outcomes of an adhesive resin system vs calcium hydroxide for protection of the dentin-pulp complex. *Pediatr Dent* 24: 241–248 (2002)
45. Farooq N, Coll J, Kuwabara A, Shelton P: Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent* 22, 278-286 (2000)

46. Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt A: Success of minerals trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 29: 307–311 (2005)
47. Fei A, Udin R, Johnson R: A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent* 19: 327-332 (1997)
48. Finn SB: Morphology of the primary teeth. In: Finn SB. editor. *Clinical Pedodontics*. Philadelphia: Saunders: 45-70 (1973)
49. Fishman SA, Udin RD, Good DL, Rodef F: Success of electrofulguration pulpotomies covered by zinc oxide and eugenol or calcium hydroxide: a clinical study. *Pediatr Dent* 18: 385–390 (1996)
50. Fuks AB, Bimstein E: Clinical evaluation of diluted formocresol pulpotomies in primary teeth of school children. *Pediatr Dent* 3: 321-324 (1981)
51. Fuks AB, Eidelman E: Pulp therapy in the primary dentition. *Curr Opin Dent* 1, 556-563 (1991)
52. Fuks AB: Pulp therapy for the primary and young permanent dentition. *Dent Clin North Am* 44: 571-596 (2000)
53. Fuks AB: Current concepts in vital primary pulp therapy. *Eur J Paediatr Dent* 3:115–120 (2002)
54. Fuks AB, Eidelman E, Pauker N: Root fillings with Endoflas in primary teeth: a retrospective study. *J Clin Pediatr Dent* 27: 41–45 (2002)
55. Fuks AB: Pulp therapy for the primary dentition. In: Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW Jr, McTigue DJ, Nowak A, eds. *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*. 4th ed. St. Louis, Mo: Elsevier Saunders Co: 375-393 (2005)

56. Fuks AB, Papagiannoulis L: Pulpothomy in primary teeth. Review of the literature according to standardized criteria. *Eur Arch Paediatr Dent* 7: 124 (2006)
57. Fuks AB.: Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: New directions and treatment perspectives. *Pediatr Dent* 30: 211-219 (2008)
58. Franzon R, Casagrande L, Pinto AS, García-Godoy F, Maltz M, de Araujo FB: Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment in primary molars: 36 months follow-up. *Am J Dent* 20: 189-192 (2007)
59. Garcia-Godoy F: Evaluation of an iodoform paste in root canal therapy in infected primary teeth. *J Dent Child* 54: 30-34 (1987)
60. Ghaemmaghami S, Eberle J, Duperon D: Evaluation of the Root ZX apex locator in primary teeth. *Pediatr Dent* 30: 496-498 (2008)
61. Glass RL, Zander HA: Pulp Healing, *J Dent Res* 28: 97-107 (1949)
62. Goho C: Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. *Pediatr Dent* 21: 125-127 (1999)
63. Goodman JR: Endodontic treatment for children. *Dr Dent J* 158/159: 363-366 (1985)
64. Gould A, Johnstone S, Smith P: Pulp Therapy techniques for the deciduous dentition. (Compact Disk) London: King's College (1999)
65. Glass RL, Zander HA: Pulp Healing. *J Dent Res* 28: 97-107 (1949)
66. Gruythuysen RJ, Weerheijm KL: Calcium hydroxide pulpotomy with a light-cured cavity sealing material after two years. *J Dent Child* 64: 251–253 (1997)

67. Gruythuysen R, Van Strijp G, Wu MK: Long term survival of indirect pulp treatment performed in primary and permanent teeth with clinically diagnosed deep carious lesion. *J Endodont* 36, 1490-1493 (2010)
68. Guldner PH, Langeland K: *Endodontologie. Diagnostik und Therapie*. Thieme, Stuttgart; Auflage 3: 340-341 (1993)
69. Hafez AA, Kopel HM, Cox CF: Pulpotomy reconsidered: application of an adhesive system to pulpotomized permanent primate pulps. *Quintessence Int* 31: 579-589 (2000)
70. Haralabakis NB, Yiagtzis SC, Toutountzakis NM: Premature or delayed exfoliation of deciduous teeth and root resorption and formation. *Angle Orthod* 64: 151-157 (1994)
71. Harzer W, Hetzer G, Huth K: Indikation und Gestaltung von Lückenhaltern nach vorzeitigem Milchzahnverlust. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKfO). Version 1.0; *DZZ* 59: 358-359 (2004)
72. Heide S: Pulp reactions to 4, 24 and 168 hours (Abstract). *J Dent Res* 59, 1910 (1980)
73. Heidemann D: *Endodontie*. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; Auflage 4: 193-195 (2005)
74. Heinrich R, Kneist S: Die Vitalerhaltung des Milchzahnendodontes – eine Klinisch, mikrobiologische und histologische Studie. *Habilitationsschrift*, Erfurt (1986)
75. Heinrich R, Kneist S, Künzel W: Klinisch-kontrollierte Untersuchung zur Caries-profunda-Therapie. *Dtsch Zahnärztl Z* 46: 581-584 (1991)

76. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J: Milchzahnendodontie. Zahnmedizin up2date 2: 1-21 (2007a)
77. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J: Kariesdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen. Stellenwert der Bissflügel-Röntgenaufnahme. ZWR 116: 157-164 (2007b)
78. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J: Milchzahnendodontie. Zahnmedizin up2date 2: 145-165 (2007c)
79. Hibbard ED, Ireland RL: Morphology of the root canals of the primary teeth. J Dent Child 24: 250-257 (1957)
80. Hill M: The survival of vital and non-vital deciduous molar teeth following pulpotomy. Aust Dent J 52, 181-186 (2007)
81. Hobson P: Pulp treatment of deciduous teeth part 2 – Clinical investigation. Br Dent J 128: 275-282 (1970)
82. Holan G, Fuks AB: A comparison of pulpectomies using ZOE and KRI paste in primary molars: a retrospective study. Pediatr Dent 15: 403–407 (1993)
83. Holan G, Eidelman E, Fuks AB: Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. Pediatr Dent 27: 129-136 (2005)
84. Hülsmann M, Wiegand A: Endodontie im Milch –und Wechselgebiss. In: Einwag J, Pieper K (Hrsg.): Kinderzahnheilkunde 3. Auflage, Elsevier, 249-264 (2008)
85. Hunter ML, Hunter B: Vital pulpotomy in the primary dentition: attitudes and practices of specialists in paediatric dentistry practicing in the United Kingdom. Int J Paediatr Dent 13: 246 –250 (2003)

86. Huth KC, Paschos E, Hajek-Al-Khatat N, Hollweck R, Crispin A, Hickel R, Folwaczny M: Effectiveness of 4 pulpotomy techniques-randomized controlled trial. *J Dent Res* 84: 1144-1148 (2005)
87. Huth KC, Hajek-Al-Khatat N, Wolf P, Ilie N, Hickel R, Paschos E: Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Investig*, DOI: 10.1007/s00784-011-0602-3 (2011)
88. International Agency for Research on Cancer (IARC): Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* 88 (2006)
89. Jabbarifar SE, Khademi DD, Ghaseni DD: Success rates of formocresol pulpotomy vs mineral trioxide aggregate in human primary molar tooth. *J Res Med Sci* 6: 55–58 (2004)
90. Johnson, DC: Comparison of primary and permanent teeth. In Avery, J.K. (ed): *Oral Development and Histology*: 180-190 (1987)
91. Kaffe I, Kaufman A, Littner MM, Lazarson A: Radiographic study of the root canal system of mandibular anterior teeth. *Int Endod J* 18: 253-259 (1985)
92. Kanca J: Replacement of a fractured incisor fragment over pulpal exposure: a case report. *Quintessence Int* 24: 81-84 (1993)
93. Kaplan EL, Meier P: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Amer Statist Ass* 53: 457-481 (1958)
94. Kashiwada T, Takagi M: New restoration and direct pulp capping systems using adhesive composite resin. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 38: 45-52 (1991)
95. Kidd EA: How 'Clean' Must a Cavity Be before Restoration? *Caries Res* 38: 305-313 (2004)

96. Kielbassa A, Müller U, Munz U, Monting J: Clinical evaluation of the measuring accuracy of root ZX in primary teeth (Abstract). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95: 94 (2003)
97. Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Watanabe H, Wang X, Matsumoto K: Histopathological changes in dental pulp irradiated by Er:YAG laser: a preliminary report on laser pulpotomy. *J Clin Laser Med Surg* 21: 345–350 (2003)
98. King SR, McWhorter AG, Seale NS: Concentration of formocresol used by pediatric dentists in primary tooth pulpotomy. *Pediatr Dent* 24: 157–159 (2002)
99. Kopel HM: Considerations for the direct pulp capping procedure in primary teeth: a review of the literature. *J Dent Child* 59, 141-149 (1992)
100. Kopel HM: The pulp capping procedure in primary teeth „revisted“. *J Dent Child* 64: 327–333 (1997)
101. Krämer N, Frankenberger R: Füllungstherapie im Milchgebiss. *Hessisches Zahnärzte Magazin* 05: 20-31 (2003)
102. Krämer N, Frankenberger R: Neue Leitlinien zur Endodontologie im Milchgebiss. *ZWR – Das deutsche Zahnärzteblatt* 6: 116 (2007a)
103. Krämer N, Frankenberger R: Endodontie im Milchgebiss. *Quintessenz* 58: 1077-1083 (2007b)
104. Krämer N, Frankenberger R: Compomers in restorative therapy for children. *Int J Pediatr Dent* 17, 2-9 (2007c)
105. Kubota K, Golden BE, Penugonda B: Root canal filling materials for primary teeth: A review of the literature. *ASDC J Dent Child* 59: 225-227 (1992)

106. Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Schäfer E: Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ): Endodontie im Milchgebiss.
<http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/mitteilungen.html> (2011)
107. Kulild JC, Peters DD: Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. *J Endod* 16: 311–317 (1990)
108. Langeland K, Dowden WE, Tronstad L, Langeland LK: Changes of the Human Pulp of Iatrogenic Origin, *ORAL SURG.* 32: 943-980 (1971)
109. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 19: 541-544 (1993)
110. Law DB: An evaluation of vital pulpotomy technique (Abstract). *J Dent* 23: 40 (1956)
111. Leisenbach Minder T, Hotz PR: Endodontie im Milchgebiss und in im frühstadium der bleibenden Dentition. In: Guldener PHA., Langeland K (Hrsg.): *endodontologie*. Thieme, Stuttgart (1993)
112. Levine N, Pulver F, Torneck CD: Pulpal therapy in primary and young permanent teeth. In: Wei SHY. editors. *Pediatric dentistry: total patient care*. Philadelphia: Lea and Febiger: 298-311 (1988)
113. Lo EC, Holmgren CJ, Hu D, Van Palenstein Helderma W: Six-year follow up of atraumatic restorative treatment restorations placed in Chinese school children. *Community Dent Oral Epidemiol* 35: 387-392 (2007)
114. Loyola-Rodriguez JP, García-Godoy F, Linquist R: Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans strepto-cocci. *Pediatr Dent* 16: 346-349 (1994)

115. Lula ECO, Monteiro-Neto V, Alves CMC, Ribeiro CCC: Microbiological Analysis after Complete or Partial Removal of Carious Dentin in Primary Teeth: A Randomized Clinical Trial. *Caries Res* 43, 354-358 (2009)
116. Machida Y: Root canal therapy in deciduous teeth. *J Japan Dent Assoc* 36: 796-802 (1983)
117. Magnusson BO, Sundell SO: Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. *J Int Assoc Dent Child* 8: 36-40 (1977)
118. Magnusson BO: Therapeutic pulpotomies in primary molars with the Formocresol technique. *Acta Odontol Scand* 36: 157-165 (1978)
119. Malamed SF: Sedation: a guide to patient management, 4th ed. St. Louis, MO: Mosby: 428-431 (2003)
120. Mani SA, Chawla HS, Tewari A, Goyal A: Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, vol. 67, no. 2: 142–147 (2000)
121. Marchi JJ, de Araújo FB, Froner AM, Straffon LH, Nör JE: Indirect pulp capping in the primary dentition: A 4 year follow-up study. *J Clin Pediatr Dent* 31: 68-71 (2006)
122. Markovic D, Zivojinovic V, Vucetic M: Evaluation of three pulpotomy medicaments in primary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 6: 133–138 (2005)
123. Martinez Sarda JA: Endodontic treatment and the conservation of deciduous teeth. *Int Dent J* 18: 537-545 (1968)
124. Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S: A clinical study of direct pulp capping applied to cariously-exposed pulps. *JEnd* 22: 551-56 (1996)

125. McDonald RE, Avery DR: Treatment of deep caries, vital pulp exposure, and pulpless teeth. In: McDonald RE. Avery DR. editors. *Dentistry for the child and adolescent*, 5th ed. St Louis: Mosby (1978)
126. Mehdipour O, Kleier DJ, Averbach RE: Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent* 28: 548-550 (2007)
127. Menezes JP, Rosenblatt A, Medeiros E: Clinical evaluation of atraumatic restorations in primary molars: A comparison between 2 glass ionomer cements. *J Dent Child* 73: 91-97 (2006)
128. Morawa AP, Straffon LH, Han SS: Corpron RE. Clinical evaluation of pulpotomies using dilute formocresol. *ASDC J Dent Child* 42: 360-63 (1975)
129. Moretti AB, Sakai VT, Oliveira TM, Fornetti AP, Santos CF, Machado MA, Abdo RC: The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int. Endod. J.* 41: 547-55 (2008)
130. Mortada A, King NM: A simplified technique for the restoration of severely mutilated primary anterior teeth. *J Clin Pediatr Dent* 28, 187-192 (2004)
131. Mortazavi M, Mesbahi M: Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *International Journal of Paediatric Dentistry*, vol. 14, no. 6: 417–424 (2004)
132. Müller U, Beetz I, Kielbassa A, Helwig E: Clinical evaluation of the measuring accuracy of root ZX in primary teeth. *Ped Dent* 22, 137 (2000)
133. Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjör IA: Remaining dentine thickness and human pulp responses. *Int Endod J* 36: 33-43 (2003)

134. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K: Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 40: 921-939 (2007)
135. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K: Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 2. Influence of clinical actors. *Int Endod J* 41, 6-31 (2008)
136. Ng FK, Messer, LB: Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy medicament: a narrative review. *Eur Arch Paediatr Dent* 9: 4-11 (2008)
137. Nicholis E: Root canal treatment of primary teeth. In: Grossman LI, editor. *Transactions of the Third International Conference on Endodontics*. Philadelphia: University of Pennsylvania, School of Dentistry (1964)
138. Nunn JH, Davidson G, Gordon PH, Storrs J: A retrospective review of a service to provide comprehensive dental care under general anesthesia. *Spec Care Dentist* 15: 97-101 (1995)
139. Nurko C, Ranly DM, García-Godoy F, Lakshmyya KN: Resorption of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth: a case report. *Pediatr Dent* 22: 517-520 (2000)
140. Ogihara K, Goto M, Kosugi K: A clinical evaluation of root canal therapy for infected primary teeth. *Japanese J Pedod* 16: 447-456 (1978)
141. Orhan AI, Oz FT, Ozcelik B, Orhan K: A clinical and microbiological comparative study of deep carious lesion treatment in deciduous and young permanent molars. *Clin Oral Investig* 12, 369-378 (2008)
142. Ozalp N, Saroğlu I, Sönmez, H: Evaluation of various root canal filling materials in primary molar pulpectomies: An in vivo study. *Am J Dent* 18: 347-350 (2005)

143. Paddick JS, Brailsford SR, Kidd, EA, Beighton, D: Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Appl Environ Microbiol* 71: 2467–2472 (2005)
144. Papagiannoulis L: Clinical studies on ferric sulphate as a pulpotomy medicament in primary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 3: 126-132 (2002)
145. Parirokh M, Torabinejad M: Mineral Trioxide Aggregate: A comprehensive literature review - Part I: Chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 36: 16-27 (2010a)
146. Parirokh M, Torabinejad M: Mineral Trioxide Aggregate: A comprehensive literature review - Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod* 36: 400-413 (2010b)
147. Patchett CL, Sirinivasan V, Waterhouse PJ: Is there life after Buckley's Formocresol? Part II-Development of a protocol for the management of extensive caries in the primary molar. *Int J Paed Dent* 16: 199-206 (2006)
148. Peng L, Ye L, Guo X, Tan H, Zhou X, Wang C, Li R: Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 102: 40-44 (2006)
149. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1994. Gutachten. DAJ, Bonn (1995)
150. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1995. Gutachten. DAJ, Bonn (1996)
151. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1997. Gutachten. DAJ, Bonn (1998)

152. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000. Gutachten. DAJ, Bonn (2001)
153. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2004. Gutachten. DAJ, Bonn (2005)
154. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009. Gutachten. DAJ, Bonn (2010)
155. Pinto AS, de Araujo FB, Franzon R, Figueiredo MC, Henz S, Garcia-Goddoy F, Maltz M: Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. *Am J dent* 19: 382-387 (2006)
156. Pohl Y, Filippi A, Geiger G, Kirschner H, Boll M: Dental treatment of handicapped patients using endotracheal anesthesia. *Anesth Prog* 43: 20-23 (1996)
157. Primosch RE: Primary tooth pulp therapy as taught in predoctoral pediatric dental programs in the United States. *Pediatric Dentistry*, vol. 19, no. 2: 118–122 (1997)
158. Primosch RE, Ahmadi A, Setzer B, Guelmann M: A retrospective assessment of zinc oxide-eugenol pulpectomies in vital maxillary primary incisors successfully restored with composite resin crowns. *Pediatr Dent* 27: 470-477 (2005)
159. Ranly DM: Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatric Dentistry*, vol. 16, no. 6: 403–409 (1994)
160. Ricketts DN, Kidd EA, Innes N, Clarkson J: Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *The Cochrane Library Issue 4* CD003808 (2008)
161. Rifkin AJ: A simple effective, safe technique for root canal treatment of abscessed primary teeth. *J Dent Child* 47: 435-441 (1980)

162. Rodd HD, Waterhouse PJ, Fuks SA, Fayle SA, Moffat MA: Pulp therapy for primary molars. *Int J Pediatr Dent* 16, 15-23 (2006)
163. Saltzman B, Sigal M, Clokie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV: Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Int J Paediatr Dent* 15: 437– 447 (2005)
164. Sasaki H, Ogawa T, Koreeda M, Ozaki T, Sobue S, Ooshima T: Electrocoagulation extends the indication of calcium hydroxide pulpotomy in the primary dentition. *J Clin Pediatr Dent* 26: 275–278 (2002)
165. Schaffner M, Lussi A: Die Behandlung akuter Beschwerden im Milchgebiss (Abstract). *Schweiz Mschr Zahnmed* 104, 310 (1994)
166. Schönenberger Göhring KL, Zehnder M: Indikationsbereich von MTA, eine Übersicht. Teil 1: Chemische, physikalische und biologische Eigenschaften von MTA. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 114: 142-148 (2004)
167. Schröder U: Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odontol Revy* 24: 257– 268 (1973)
168. Schröder U: Agreement between clinical and histologic findings in chronic coronal pulpitis. *Scand J Dent Res* 86: 273-78 (1977)
169. Schröder U, Szpringer-Nodzak M, Janicha J, Wacińska M, Budny J, Mlosek K: A one-year follow-up of partial pulpotomy and calcium hydroxide capping in primary molars. *Endod Dent Traumatol.* 3: 304-306 (1987)
170. Schröder, U, Heide S, Höskuldsson E, Rolling I: Endodontics. In: Koch G, Modeer T, Paulsen S, Rasmussen P, editors. *Pedodontics: A clinical approach*. Copenhagen: Munksgaard; 185–201 (1994)

171. Schug-Kösters M, Ketterl W: Pulpaerkrankungen im Milchgebiss und ihre Folgezustände einschließlich ihrer Behandlung. In Reichenbach E: Kinderzahnheilkunde im Vorschulalter. Leipzig (1973)
172. Seow WK: Comparison of ultrasonic and mechanical cleaning of primary root canals using a novel radiometric method. *Pediatric Dentistry* 13: 136–141 (1991)
173. Sheller B, Morton TH: Electrosurgical pulpotomy: a pilot study in humans. *J Endodont* 13: 69–76 (1987)
174. Simancas-Pallares MA, Díaz-Caballero AJ, Luna-Ricardo LM: Mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy. A systematic literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 15: 942-946 (2010)
175. Sirinivasan V, Patchett CL, Waterhouse PJ: Is there life after Buckley's Formocresol? Part I- A narrative review of alternative interventions and materials. *Int J Paed Dent* 16: 117-135 (2006)
176. Sluka H, Lehmann R, Elgün Z: Vergleichende Untersuchungen von Behandlungstechniken bei Vitalamputationen im Hinblick auf die Schonung der Restpulpa. *Quintessenz* 31: 1571-1577 (1981)
177. Sonmez D, Sari S, Çetinbas T: A Comparison of Four Pulpotomy Techniques in Primary Molars: A Long-term Follow-up. *J Endod* 34: 950–955 (2008)
178. Sonmez D, Durutürk L: Ca(OH)₂ pulpotomy in primary teeth. Part I: internal resorption as a complication following pulpotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 94-98 (2008)
179. Staehle H: Pulpotomie im Milchgebiss. *Endodontie* 3: 161 (1993)
180. Stanley HR: Pulp capping: conserving the dental pulp—can it be done? Is it worth it? *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 68: 628–639 (1989)

181. Starkey PE: Management of Deep Caries and Pulpally Involved Teeth in Children. In Goldman, H. M., and others: Current Therapy in Dentistry, ed. 3, St. Louis, The C. V. Mosby Company (1968)
182. Steffen R, van Waes H: Understanding mineral trioxide aggregate/Portland-cement: A review of literature and background factors. Eur Arch Paediatr Dent 10: 93-97 (2009)
183. Tchaou WS, Turing BF, Minah GE, Coll JA: In vitro inhibition of bacteria from root canals of primary teeth by various dental materials. Pediatr Dent 17: 351-55 (1995)
184. Tchaou WS, Turing BF, Minah GE, Coll JA: Inhibition of pure cultures of oral bacteria by root canal filling materials. Pediatr Dent 18: 444-449 (1996)
185. Torabinejad M, Parirokh M: Mineral Trioxide Aggregate: A comprehensive literature review - Part II: Leakage and biocompatibility investigations. J Endod 36: 190-202 (2010)
186. Turner C, Courts F, Stanley H: A histological comparison of direct pulp capping agents in primary canines. J Dent Child 54, 423 (1987)
187. van Beek GC: Dental Morphology: an illustrated guide. Bristol: John Wright and Sons Ltd. (1983)
188. van Waes H, Steffen R: Die Pulpotomie in der Milchzahnendodontie. Endodontie Journal 4 (2009)
189. Staehle H: Pulpotomie im Milchgebiss. Endodontie 3: 161 (1993)
190. Via WE: Evaluation of deciduous molars treated by pulpotomy and calcium hydroxide. J Am Dent Assoc 50: 34-43 (1955)

191. Vij R, Coll JA, Shelton P, Farooq NS: Caries control and other variables associated with success of primary molar vital pulp therapy. *Pediatr Dent* 26: 214 –220 (2004)
192. Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM: An investigation of the relative efficacy of Buckley's Formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Brit Dent J* 188: 32-36 (2000a)
193. Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM, Soames JV: Primary molar pulp therapy – histological evaluation of failure. *Int J Paediatr Dent* 10: 313-321 (2000b)
194. Watts A, Paterson RC: Pulpal response to a zinc oxide-eugenol cement. *Int Endod J* 20: 82– 86 (1987)
195. Welbury RR, Shaw AJ, Murray JJ, Gordon PH, McCabe JF: Clinical evaluation of paired compomer and glass ionomer restorations in primary molars: final results after 42 months. *Br Dent J* 189, 93-97 (2000)
196. Welbury RR, Duggal MS, Hosey MT: *Paediatric Dentistry*. 3rd edition, Oxford University Press (2005)
197. Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ: Mineral trioxid aggregate pulpotomies. *JADA* 137: 610-618 (2006)
198. Wrbas KT, Kielbassa AM, Hellwig E: Microscopic studies of accessory canals in primary molar furcations. *ASDC J Dent Child* 64: 118-122 (1997)
199. Ziegler A, Lange S, Bender R: Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. Artikel Nr. 15 der Statistik-Serie in der DMW (2007)

9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt vor allem Frau Prof. Dr. Anahita Jablonski-Momeni für die intensive Betreuung bei der Erstellung meiner Doktorarbeit.

Meinen Eltern danke ich herzlich für ihre fortwährende Unterstützung, Motivation und ihre Liebe.

Ich danke auch meinem Zwillingsbruder Thomas für seine konstruktive Kritik und das er immer für mich da ist.

10. Tabellarischer Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Steffen Bethke
geboren: am 08.07.1985 in Rostock
Eltern: Bärbel und Uwe Bethke

Schulischer Werdegang

1991-1995 Grundschule Flughafenstraße in Hamburg Langenhorn
1995-2005 Gymnasium Alstertal in Hamburg Fuhlsbüttel

Beruflicher Werdegang

2007-2012 Studium der Zahnheilkunde an der Philipps-Universität
Marburg
09.10.2009 Zahnärztliche Vorprüfung
29.05.2012 Abschluss Staatsexamen

11. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer im Fachbereich Medizin waren die Damen und Herren der Philipps-Universität Marburg:

Arweiler, Adamkiewicz, Cetin, Coca, Feuser, Frankenberger, Gente, Höffken, Jablonski-Momeni, Koolmann, Korbmacher-Steiner, Lill, Lotzmann, Mengel, Neff, Pieper, Ramaswamy, Röhm, Seitz, Stachniss, Steiniger, Stoll, Teymoortash, Weihe, Werner

12. Anhang:

Bogen zur Datenerhebung

1. Geschlecht:

männlich, weiblich

2. Geburtsdatum

Geburtsmonat und -jahr

3. Datum der Erstbehandlung

4. Alter bei Erstbehandlung

5. Behandler

Spezialist, kein Spezialist

6. allgemeine Anamnese

Gesund, auffällige Allgemeinanamnese

7. Gesamt dmf-t

8. Gesamt DMF-T

9. Compliance

normal, keine, sediert, Narkose

10. Vorhandene Röntgenbilder

Zahnfilm, Bissflügel (re./li.), OPG, sonstige

11. Behandelter Zahn

12. Zahntyp

Milchfrontzahn, Milcheckzahn, Milchmolar

13. Schmerzsymptomatik

ja, nein

14. Röntgenologischer Befund

Ohne Befund, Interradikuläre Veränderung, Apikale Veränderung, Interradikuläre und apikale Veränderungen, Karies, Interradikuläre und apikale Veränderungen sowie Karies

15. Vitalität

vital, devital, keine Angabe

16. Perkussion

Positiv, negativ, keine Angabe

17. Überkappung

Indirekt, direkt

18. Pulpotomie

19. Pulpektomie

20. Wurzelkanalfüllungsmaterialien

Kalziumhydroxid, Kalziumhydroxid-Jodoformpaste

21. Koronale Restauration

Stahlkrone, Komposit, Kompomere, Zinkoxid-Eugenol-Zement, Offenlassen

22. Behandlungszeitraum in Tagen/Monaten/Jahren

23. Zustand des Zahnes bei Endbehandlungsdatum

ohne Veränderung, natürlicher Verlust, Extraktion

24. Zustand des Zahnes vor Behandlung

Keine besonderen Angaben, Fistel, Abszess, Schmerzen, Infiltrat, Sonstiges
(Pusaustritt/Pulpapolyyp), Trauma

13. Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel

Der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von endodontischen Maßnahmen an Milchzähnen

in der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Gießen und Marburg, Standort Marburg, in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde unter Leitung von Prof. Dr. A. Jablonski-Momeni ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Dissertation vorgelegt.“

Teile dieser Arbeit wurden publiziert:

Lange J, Bethke S, Stoll R, Pieper K, Jablonski-Momeni A:

Der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von endodontischen Maßnahmen an Milchzähnen. Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde 2012 (im Druck)

Ort, Datum, Unterschrift