

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. R. Hickel

**Retrospektive Auswertung
zur Diagnose, Therapie und Prognose von
unfallbedingten Zahnverletzungen**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Claudia Maria Neumann

aus

Fürstenfeldbruck

2010

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. dent. J. Kühnisch

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Konrad Wolf

Priv. Doz. Dr. Florian Beuer

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Klassifikation von unfallbedingten Zahnverletzungen.....	1
1.2	Unfallbedingte Zahnverletzungen und beteiligte Gewebe.....	4
1.3	Klinische Diagnostik von unfallbedingten Zahnverletzungen.....	8
1.4	Therapie von unfallbedingten Zahnverletzungen	15
1.4.1	Therapie im Milchgebiss	15
1.4.2	Therapie im bleibenden Gebiss	17
2	Zielstellung	23
3	Patienten und Methode	24
3.1	Auswahl des Patientenkollektivs	24
3.2	Diagnostikprotokoll	25
3.3	Therapieprotokoll.....	27
3.4	Retrospektive Erfassung aller anamnestischen, diagnostischen und therapeutischen Informationen zu unfallbedingten Zahnverletzungen.....	36
4	Ergebnisse	42
4.1	Beschreibung des Patientengutes.....	42
4.1.1	Patientengut	42
4.1.2	Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt	43
4.1.3	Geschlechterverteilung.....	44
4.1.4	Anzahl verletzter Zähne pro Patient	44
4.1.5	Zeitraum zwischen Unfall und Behandlungsaufnahme.....	45
4.2	Beschreibung des Unfallgeschehens.....	45
4.2.1	Unfallorte.....	45
4.2.2	Ursachen der Zahnverletzungen	46
4.3	Beschreibung der Verletzungen.....	47
4.3.1	Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne	47
4.3.2	Verteilung der Diagnosen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss ...	48
4.3.3	Fraktur- und Luxationsverletzungen	50
4.3.4	Weichteilverletzungen.....	50
4.3.5	Unfallort und Verletzungsart.....	51
4.3.6	Unfallursache und Verletzungsart	51
4.4	Beschreibung der Therapie	53
4.4.1	Maßnahmen bei der Erstversorgung von Frakturverletzungen	53

4.4.2	Maßnahmen bei der Erstversorgung von Luxationsverletzungen	54
4.4.3	Verwendete Schienungen und Schienungsdauer im Überblick.....	57
4.4.4	Therapieentscheidung gemäß den IADT-Empfehlungen.....	57
4.5	Beschreibung der Komplikationen	58
4.5.1	Komplikationen	58
4.5.2	Zusammenhang Verletzungsart und Komplikation.....	59
4.6	Zusammenhang Therapieentscheidung und Komplikation	62
4.7	Ergebnisse der Nachuntersuchung	62
5	Diskussion	67
5.1	Methodik der vorliegenden Untersuchung	67
5.2	Diagnostische Befunde	67
5.3	Therapeutische Maßnahmen	72
5.4	Komplikationen	74
5.5	Nachuntersuchung	77
5.6	Prävention	79
6	Zusammenfassung	82
7	Literaturverzeichnis	85
8	Abkürzungsverzeichnis	97
9	Lebenslauf.....	98
10	Danksagung	99

1 Einleitung

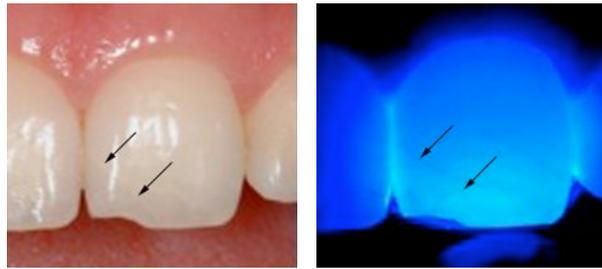
1.1 Klassifikation von unfallbedingten Zahnverletzungen

Im Fachgebiet der Zahnmedizin imponieren Unfallverletzungen der peri- und intraoralen Region vordergründig unter Mitbeteiligung der oberen Frontzähne als auch der umliegenden Weichgewebe (Andreasen, 1972). Bis heute wurde eine Vielzahl an Vorschlägen unterbreitet, um unfallbedingte Zahnverletzungen zu klassifizieren. In einer systematischen Literaturübersicht wurden insgesamt 54 verschiedene Empfehlungen dokumentiert (Feliciano und de Franca Caldas, 2006). Mit 32% war die Einteilung nach Andreasen (1972), welche eine Differenzierung in Fraktur- und Luxationsverletzungen vornimmt, die am häufigsten Genutzte (Tab. 1-1 und Tab. 1-2). Am zweithäufigsten war die Einteilung nach Ellis (1970) mit 14%. Seltener wurden die Klassifikationen von Garcia-Godoy et al. (1981), O'Brien et al. (1994) oder Oikarinen et al. (1987) gewählt. Problematischerweise nutzten einige Arbeitsgruppen immer wieder eigene Einteilungen und erschweren somit aufgrund fehlender diagnostischer Standards die Vergleichbarkeit von Untersuchungen in Bezug auf die Beurteilung von Therapieerfolg und Prognose. Vor diesem Hintergrund sollte die Klassifikation (inter)national einheitlich vorgenommen werden (Bastone et al., 2000). Diesbezüglich ist die Klassifikation nach Andreasen (Andreasen, 1972; Glendor et al., 2007) heute als Standard anzusehen und ist sowohl für das Milch- als auch das bleibende Gebiss anwendbar. In Ergänzung dazu ist die ZEPAG-Klassifikation nach Filippi et al. (2000) als derzeit jüngste Einteilung zu erwähnen, welche auf der diagnostischen Graduierung der Zahnhartgewebe, des Endodonts, des Parodontiums, des Alveolarknochens und der Gingiva beruht. Entsprechend dem Schweregrad der Verletzung eines jeden Gewebes werden Zahlenwerte zwischen 0 und 5 zugeteilt. Der Score jedes einzelnen Zahnes wird ermittelt, indem der kleinste Wert mit der Summe der übrigen Werte multipliziert wird. Dieser dient letztlich zur Therapieplanung und Abschätzung der Prognose (Berthold, 2007; Filippi et al., 2000a). Während zur praktischen Eignung des ZEPAG-Systems bislang keine Informationen aus der Literatur vorliegen, dürfte jedoch die Abstraktion des ZEPAG-Systems zu einem verbesserten Verständnis von Unfallverletzungen der Zähne beitragen.

Tab. 1-1: Klassifikation von Frakturverletzungen nach Andreasen (1972).

Schmelzfissur, Schmelzriss

Unvollständige Fraktur des Zahnschmelzes ohne Substanzverlust.



Unkomplizierte Kronenfraktur

Fraktur der Zahnkrone unter Mitbeteiligung des Zahnschmelzes und/oder des Dentins *ohne* Eröffnung der Pulpa.



Komplizierte Kronenfraktur

Schmelz-Dentin-Fraktur der Zahnkrone unter Eröffnung der Pulpa.



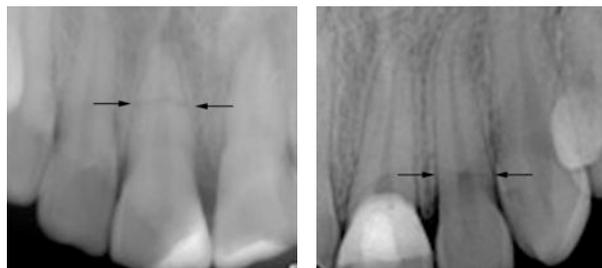
Kronen-Wurzel-Fraktur

Schmelz-Dentin-Fraktur unter Mitbeteiligung der Zahnkrone und der Zahnwurzel *ohne* bzw. *mit* Eröffnung der Pulpa.



Wurzelfraktur

Fraktur im zervikalen, mittleren oder apikalen Drittel der Zahnwurzel.



Tab. 1-2: Klassifikation von Luxationsverletzungen nach Andreasen (1972).

Konkussion

Verletzung des Zahnhalteapparates ohne Anzeichen einer Lockerung. Jedoch ist eine erhöhte Perkussionsempfindlichkeit oftmals zu registrieren.



Subluxation

Verletzung des Zahnhalteapparates mit erhöhter Zahnbeweglichkeit aber ohne Lageveränderung. Ggf. Perkussionsempfindlichkeit und oftmals Sulkusblutung.



Extrusive Luxation

Lockerung und Verlagerung des Zahnes in koronaler Richtung aus seiner Alveole.



Laterale Luxation

Verlagerung des Zahnes in nicht axialer Richtung. Oft in Kombination mit einer Fraktur des Alveolarfortsatzes.



Intrusion

Verlagerung des Zahnes in den Alveolarknochen. Aufgrund der Keilwirkung der Zahnwurzel ist ausnahmslos von einer Fraktur des Alveolarfortsatzes auszugehen.



Avulsion

Der Zahn ist vollständig aus der Alveole verloren gegangen.



1.2 Unfallbedingte Zahnverletzungen und beteiligte Gewebe

In Abhängigkeit der Art, Richtung und Stärke der äußeren Gewalteinwirkung können insgesamt fünf Gewebe mit betroffen sein: die Zahnhartsubstanz, das Endodont, das Parodontium, der Alveolarknochen und die Gingiva. Unabhängig von einer großen individuellen Schwankungsbreite des Ausmaßes an Gewebedestruktion unterliegen die genannten Gewebe unterschiedlichen Reparations- und Regenerationsmechanismen.

Bei einer Verletzung der *Zahnhartsubstanz* können der Zahnschmelz und das Dentin betroffen sein. Während schmelzbegrenzte Frakturen durchaus als Bagatellverletzungen eingestuft werden können (Olsburgh und Krejci, 2003), besteht im Fall einer Schmelz-Dentin-Fraktur aufgrund der Exposition von Dentintubuli eine indirekte Kommunikation zum Endodont, welche eine therapeutische Intervention mehrheitlich indiziert. Beide Frakturmuster werden unter dem Begriff der unkomplizierten Kronenfrakturen zusammengefasst. Demgegenüber sind komplizierte Frakturen abzugrenzen, bei denen eine direkte, unfallbedingte Eröffnung der Pulpa vorliegt. In diesen Fällen sind therapeutische Maßnahmen im Sinne des Pulpaschutzes möglichst zeitnah zum Unfallzeitpunkt erforderlich (Flores et al., 2001c und 2007b). Während (un)komplizierte Kronenfrakturen zu den häufigsten Formen einer Zahnverletzung gehören, sind Kronen-Wurzel-Frakturen und Wurzelfrakturen wesentlich seltener zu diagnostizieren (Altay und Gungor, 2001; Lam et al., 2008; Love und Ponnambalam, 2008; Tapias et al., 2003). Unter Verweis auf die fehlende Reparations- und Regenerationsfähigkeit von Zahnhartgewebe sind restaurative Behandlungsmaßnahmen auch unter Einschluss vorhandener Zahnfragmente indiziert (Sonntag, 2009; Wiegand et al., 2005; Yilmaz et al., 2008). Da sämtliche restaurative oder prothetische Therapiemaßnahmen, welche funktionellen und auch ästhetischen Mindestanforderungen genügen, als durchaus arbeits- und zeitintensiv einzustufen sind, können diese im Gegensatz zu vitalerhaltenden endodontischen Behandlungsmaßnahmen im Praxisalltag auch auf einen späteren Zeitpunkt terminiert werden. Prinzipiell kann unfallbedingt verloren gegangene Zahnhartsubstanz durch konservierende und/oder prothetische Maßnahmen bis auf wenige Ausnahmen (tiefe Kronen-Wurzel-Frakturen) in der Regel gut wiederhergestellt werden (Hänni und von Arx, 2008).

Das *Endodont* bzw. die *Pulpa* kann im Wesentlichen in zweierlei Hinsicht geschädigt werden. Möglich ist einerseits die direkte Pulpaeröffnung infolge einer komplizierten Kronen(-Wurzel)-Fraktur und/oder andererseits die Quetschung, Stauchung, Zerrung oder Ruptur am Foramen apikale infolge einer Luxation, Intrusion oder Avulsion des Zahnes (Filippi, 2001). Während die direkte Pulpaeröffnung mit ansteigender Expositionszeit immer wahrscheinlicher mit einer bakteriellen Infektion des Pulpakavums einhergeht, ist mit der Verletzung der Pulpaintegrität im Bereich des Foramen apikale vordergründig die Blutzirkulation der Pulpa gefährdet (Olsburgh und Krejci, 2003). Beide Mechanismen führen bei fehlender Pulparegeneration und/oder ausbleibender therapeutischer Begleitung weitgehend vorhersagbar zur Pulpanekrose (Filippi, 2001). Als Faktoren, welche den Therapieerfolg und damit die Prognose der Pulpapreparation und -regeneration maßgeblich mit beeinflussen, nennen Hänni und von Arx (2008):

- *Ausdehnung der Pulpaeröffnung und die damit einhergehende Wahrscheinlichkeit einer bakteriellen Kontamination.* Eine punktuelle Perforation ist prognostisch deutlich günstiger einzustufen im Vergleich zu(r) großflächigen und/oder multiplen Eröffnung(en) (Olsburgh und Krejci, 2003).
- *Die Dauer der koronalen Pulpaexposition bis zur Therapie.* Eine kurze Expositionszeit von < 24 Stunden bis zur therapeutischen Versorgung sichert den Fortbestand der Vitalität in einer Vielzahl der Fälle. Mit einem zunehmend größer werdenden Intervall zwischen dem Unfallzeitpunkt und der adäquaten Erstversorgung sinkt die Überlebenschance der Pulpa (Andreasen et al., 2002).
- *Zeitpunkt und Maßnahmen der Primärversorgung.* Die indikationsgerechte Primärversorgung entsprechend den aktuellen Empfehlungen (IADT 2001 und 2007) ist als essentieller Baustein für eine gute Prognose anzusehen (Cox et al., 1985; Sandalli et al., 2005).
- Eine *Kombination* aus (großflächiger) Pulpaperforation und begleitender Luxationsverletzung wirkt sich in der Regel ungünstig auf die Prognose aus (von Arx et al., 2005a).
- *Das Stadium der Wurzelentwicklung.* Zahnauslenkungen bzw. Luxationsverletzungen werden in der Regel bei einem noch unvollständigen Wurzelwachstum am jugendlichen bleibenden Zahn besser toleriert als an Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum (Andreasen et al., 2004a; Robertson et al., 2000). Das Wurzelwachstum der Zähne ist im Durchschnitt etwa drei Jahre nach

vollständigem Zahndurchbruch abgeschlossen. An den oberen Frontzähnen der bleibenden Dentition ist dies etwa im Alter von 10 Jahren der Fall (Moorrees et al., 1963).

- Der *Pulpazustand vor dem Unfall*. Zähne bzw. Pulpen, welche einem kariösen Prozess ausgesetzt sind bzw. waren, verfügen u. U. über eine reduzierte Reparations- und Regenerationsfähigkeit im Vergleich zu Pulpen gesunder Zähne (Baume und Holz, 1981; Raslan und Wetzel, 2006).
- Das *Alter des Patienten* (und damit der Pulpa) beeinflusst die Reparations- und Regenerationsfähigkeit der Pulpa bzw. Odontoblasten dahingehend, dass dieses Potenzial mit zunehmenden Alter abnimmt bzw. umgekehrt im Kindes- und Jugendalter als besonders hoch einzuschätzen ist (Andreasen et al., 2004a; Auschill et al., 2003; Olsburgh und Krejci, 2003).

Verletzungen am *Parodontium* führen infolge von Luxationsverletzungen zur partiellen oder vollständigen Ruptur von Desmodontalfasern und/oder zur Schädigung von Fibro- und Zementoblasten im Bereich des Desmodontalspaltes (Pohl, 2007). Während eine Reparatur und Regeneration der Desmodontalfasern unter begleitender Schienung nahezu vorhersagbar gelingt (Andersson et al., 1985; Ram und Cohenca, 2004), führen zelluläre Schädigungen u. U. zur Ankylose des Zahnes (knöcherne Umwandlung bzw. Versteifung der ehemals elastischen, gelenkartigen Verbindung zwischen Zahn und Knochen) oder zu odontoklasten-getriggerten resorptiven Entzündungsprozessen gegenüber dem Zahn an sich (Filippi et al., 2000b). In ungünstigen Fällen tritt eine ankylosebedingte Wachstumshemmung oder eine vollständige Resorption der Zahnwurzel ein (Abb. 1-1). In diesen Situationen ist ein nachfolgender prothetischer oder implantologischer Zahnersatz unausweichlich.

Verletzungen des *Alveolarknochens* werden mehrheitlich in Begleitung von Luxationsverletzungen beobachtet (Chappuis und von Arx, 2009). Typischerweise liegt eine nur klinisch zu vermutende und röntgenologisch nur seltenst nachweisbare Fraktur der dünnen vestibulären Knochenwände vor. Alveolarfortsatzfrakturen werden ausschließlich im Zuge komplexer Mund-, Kiefer- und Gesichtstraumata beobachtet.



Abb. 1-1: Vollständige knöcherner Ersatzresorption des Zahnes 21 innerhalb eines Jahres. Nach Avulsion und *unphysiologischer* Lagerung über mehrere Stunden, erfolgte die Replantation und die Schienung des Zahnes (A). Bereits wenige Monate nach der endodontischen Therapie (B, C) ist eine fortschreitende Ersatzresorption zu beobachten (C, D, E). Kalziumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -haltige wässrige Suspension als provisorische Versorgung (E).

Da Luxationsverletzungen in der Regel Schienungsmaßnahmen zur möglichst physiologischen Einheilung des Zahnes erfordern, wird damit gleichzeitig eine primäre Knochenheilung angestrebt. Dabei umfasst die Knochenheilung einen komplexen Regelkreis regenerativer Umbauprozesse, an deren Ende die vollständige anatomische und strukturelle Wiederherstellung der Knochen-Architektur steht (Einhorn, 2005). Somit stellt sie eine besondere Form der physiologischen Wundheilung dar, welche statt in einer Reparatur durch die Bildung von Narbengewebe, in einer Regeneration endet (Brighton, 1984). Besteht ein direkter Kontakt zwischen den Fragmentenden in Verbindung mit ausreichender Stabilität sowie intakter Vaskularisation, so vollzieht sich die Knochenheilung im Sinne der primären Frakturheilung (Braun und Rüter, 1996). Fehlen die genannten Voraussetzungen, regeneriert das Gewebe nach Art der sekundären Frakturheilung (Einhorn, 2005). Dabei ist als Zeitraum der knöchernen Reparatur ein Intervall von vier Wochen zu unterstellen.

Die *Gingiva* umgibt den Zahn zirkulär und schützt das Parodontium vor äußeren Noxen. Neben Verletzungen der Zahnhartgewebe und des Parodontiums begleiten oftmals Riss- oder Quetschwunden das klinische Bild. Bei kleinen, nicht klaffenden Wunden sind konservative Maßnahmen wie Reinigung der Wunden und Applikation von Antiseptika ausreichend. Größere und vor allem klaffende Wunden sollten mit Nähten adaptiert

werden, um eine rasche primäre Wundheilung innerhalb weniger Tage zu ermöglichen (von Arx, 1999; von Arx et al., 2005a).

Unter Berücksichtigung der sehr unterschiedlichen Gewebetypen und zellulären Strukturen sowie der spezifischen Reparations- und Regenerationsmechanismen stellen Traumata der orofacialen Region immer komplexe Verletzungen dar. Im Rahmen einer sorgfältigen Diagnostik muss daher das Ausmaß der Schädigung adäquat erfasst werden, um darauf basierend entsprechende Therapieentscheidungen treffen zu können (Andreasen, 1985; Filippi, 2009b).

1.3 Klinische Diagnostik von unfallbedingten Zahnverletzungen

Verletzungen der Zähne sind keinesfalls selten auftretende Ereignisse. Diese sind für die Zahnärztin bzw. den Zahnarzt¹ als eine diagnostische und vor allem auch als eine therapeutische Herausforderung anzusehen. Die korrekte Diagnosestellung ist eine wesentliche Voraussetzung für ein medizinisch korrektes Handeln und basiert immer auf einer strukturierten Untersuchung (Mitsuhiro, 2006). Demzufolge steht vor Therapiebeginn die systematische Anamnese und Befunderhebung im Vordergrund des (zahn)ärztlichen Handelns. Ein standardisiertes Unfallformular (Abb. 1-2) sichert dabei die vollständige und detaillierte Befunddokumentation und strukturiert die klinische Untersuchung auch für den unerfahrenen Zahnarzt (Berthold, 2007).

Trotz des akuten Unfallereignisses muss zunächst eine *allgemeine medizinische Anamnese* erhoben werden, um eventuelle Allgemeinerkrankungen, Blutgerinnungsstörungen, Allergien, Infektionen oder die Einnahme von Medikamenten zu erfassen. Besonders im Fall von blutenden Wunden ist die Abklärung des aktuellen Tetanusschutzes erforderlich. Dazu ist der Impfausweis durch den Patienten vorzulegen und, wenn nötig, eine Auffrischung des Tetanusschutzes zu veranlassen (von Arx et al., 2005b). Zum Ausschluss schwerwiegender Unfallfolgen im Kopfbereich, z. B. eines Schädel-Hirn-Traumas, ist der neurologische Zustand des Patienten zu berücksichtigen. Dabei sind subjektive Störungen nach einem Schädel-Hirn-Trauma wie ein Benommenheitsgefühl, Übelkeit, Schwindel oder Kopfschmerzen genauso ernst zu nehmende Befunde wie objektive Verletzungszeichen, beispielsweise Blutungen aus Mund, Nase

¹ Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden nur noch der Begriff *Zahnarzt* gebraucht, welcher beide Geschlechter einschließt.

oder Ohr. Hinweise auf eine Schädigung des Nervensystems können sowohl eine Amnesie, Sprach- und Koordinationsstörungen als auch Krampfanfälle sein (Diener und Putzki, 2008). Der Zahnarzt muss demnach in der Lage sein, den neurologischen Status wahrzunehmen, um bei entsprechenden Symptomen eine unfallchirurgische Mitbeurteilung zu veranlassen (Davis und Vogel, 1995). Zur Klassifizierung unterschiedlicher Stadien und Befunde hat sich die von Teasdale und Jennett (1974) eingeführte Glasgow Coma Scale etabliert und im medizinischen Alltag bewährt. Dabei werden drei Grundfunktionen des Bewusstseins - Augenöffnen, motorische Reaktionen und verbale Reaktionen - untersucht und bewertet. Aus dem Untersuchungsergebnis kann dann auf das mögliche Ausmaß einer Hirnfunktionsstörung geschlossen werden (Heim et al., 2004).

Der Allgemeinanamnese und dem Ausschluss schwerer Kopfverletzungen schließt sich die *unfallbezogene Anamnese* an. Der Patient bzw. die Begleitperson(en) werden zum Unfallgeschehen, -zeitpunkt, -ort, -hergang sowie den beteiligten Personen befragt (Josell, 1995; von Arx, 1990 und 1999; von Arx et al., 2005b). Die getätigten Angaben müssen die vorliegenden Verletzungen plausibel erklären können. Im Falle nicht schlüssiger Erläuterungen zum Unfallhergang und/oder untypischen bzw. zusätzlichen älteren Verletzungen sowie ungewöhnlichen Verletzungsstellen ist der Verdacht auf ein Rohheitsdelikt oder eine Misshandlung nicht zu vernachlässigen (Kamann, 2008).

An die Anamnese schließt sich die strukturierte *klinische Untersuchung* an. Systematisch werden alle relevanten extra- und intraoralen Gewebe auf Verletzungen hin untersucht. Es werden neben Wunden, Schwellungen, sichtbaren Asymmetrien des Gesichts und der perioralen Strukturen abnorme Beweglichkeiten der Zähne und des umgebenden Knochens, Okklusions- und Funktionsstörungen ebenso wie Mittellienabweichungen erfasst (Viergutz, 2007; von Arx et al., 2005b). Im Rahmen der klinischen *zahnbezogenen Untersuchung* werden die Zahnhartsubstanz, das Endodont, das Parodontium, der Alveolarfortsatz und die Gingiva bezüglich ihrer Unversehrtheit bzw. ihres Schädigungsgrades beurteilt. Dies beinhaltet auch immer die Kontrolle benachbarter Zähne und Antagonisten (Kook et al., 2003; von Arx et al., 2005b; Weiger und Krastl, 2009).

Um weitere Informationen über den Zustand der traumatisierten Zähne und den umgebenden Knochen zu erhalten, ist das *digitale Fühlen oder Abtasten (Palpation)* geeignet. Damit können Druckdolenz, Unebenheiten, Stufenbildungen oder Konturunterbrechungen im Kieferknochen oder Alveolarfortsatz diagnostiziert werden. Auch Weichteilwunden sollten bidigital untersucht werden, um eingedrungene Fremdkörper oder Zahnfragmente aufzufinden (von Arx et al., 2005b).

Weiter wird die *Perkussionsempfindlichkeit* verunfallter bzw. benachbarter Zähne in horizontaler und vertikaler Richtung registriert (Subramanian und Chogle, 2009). Am Unfalltag selbst sind in der Regel alle verunfallten Zähne perkussionsempfindlich, weshalb dieser Befund vor allem im Rahmen der Verlaufskontrollen an Bedeutung gewinnt. Im weiteren Verlauf signalisiert eine vertikale Perkussionsempfindlichkeit eine Parodontitis apikalis (von Arx et al., 2005b), wohingegen eine horizontale Perkussionsempfindlichkeit Hinweise auf parodontale Ursachen liefert (Hellwig et al., 2009).

Von zentralem Interesse nach einem Zahnunfall ist die Frage nach möglichen *pathologischen Zahnlockerungen*. Die erhöhte Mobilität eines Zahnes gibt einen sicheren Hinweis auf eine Luxation oder seltener auf eine Wurzelfraktur. Die erhöhte Mobilität einer Zahngruppe deutet auf eine Alveolarfortsatzfraktur hin (Moule und Moule, 2009). Die Beweglichkeit von Milchzähnen ist während der Exfoliationsphase physiologisch erhöht und sollte bei Unfällen in dieser Altersgruppe keine Überbewertung erfahren (Josell, 1995). Bei der klinischen Beurteilung der pathologischen Beweglichkeit sind insgesamt vier Lockerungsgrade zu unterscheiden (Lindhe und Nyman, 1977).

Ein weiterer wichtiger Untersuchungsschritt stellt die *Sensibilitätsprobe* dar, um Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Endodonts/der Pulpa zu ziehen. Thermische Tests mittels Kältespray, CO₂-Schnee, erwärmter Guttapercha und/oder elektrische Testverfahren (EPT) sind in der Praxis einfach durchzuführen und etabliert (Lin und Chandler, 2008). Als ergänzende Diagnostikmethode wird Laser-Doppler-Flowmetrie diskutiert, um Informationen über die Mikrozirkulation der Pulpa und damit die tatsächliche Vitalität zu gewinnen. Aufgrund des gerätetechnischen Aufwandes hat sich dieses Verfahren in der zahnärztlichen Praxis bislang jedoch nicht etabliert (Sigurdsson, 2003).

Die Aussagekraft der Sensibilitätsprobe unmittelbar im Anschluss an ein Trauma sollte jedoch eine zurückhaltende Bewertung erfahren, da in diesen Situationen verunfallte Zähne sowohl mit falsch-positiven wie auch mit falsch-negativen Testergebnissen assoziiert sein können (Krastl et al., 2008; Krastl und Weiger, 2009; van Waes und Ostertag, 2009; von Arx, 1990 und 1999). Dennoch ist die Reaktion des Zahnes als wichtiger klinischer Befund zu erfassen und während der Kontrolltermine regelmäßig vergleichend zu erheben (Andreasen, 1986; Ebeleseder et al., 1994; Flores et al., 2007a). Zudem muss im Kindesalter die Aussagekraft des Sensibilitätstests aufgrund der sehr unterschiedlichen Reiz- bzw. Schmerzwahrnehmung an Milchzähnen immer kritisch hinterfragt werden (Krastl et al., 2008; Krastl und Weiger, 2009; van Waes und Ostertag, 2009; von Arx, 1990 und 1999). Generell indiziert eine positive Reizantwort eine vitale Pulpa und eine negative Antwort eine nekrotische Pulpa (Sigurdsson, 2003).

Neben der klinischen Untersuchung ist die *röntgenologische Untersuchung* für die Diagnosestellung, die Therapieplanung als auch für die Verlaufskontrolle unerlässlich (Flores, 2002; Flores et al., 2007a, 2007b und 2007c). Unter Berücksichtigung rechtfertigender Indikationen gemäß der Röntgenverordnung (BGBl. I S. 114) muss der (Zahn)Arzt entscheiden, ob und in welcher Weise, Röntgenstrahlen zu diagnostischen Zwecken in der (Zahn)Medizin angewendet werden. Laut § 23 der Röntgenverordnung ist eine Anwendung von Röntgenstrahlen am Menschen nur dann als gerechtfertigt zu betrachten, wenn der gesundheitliche Nutzen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt. Weiter sind bei der Abwägung andere Verfahren mit vergleichbarem gesundheitlichen Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, zu berücksichtigen. Da alternative Untersuchungstechniken bislang fehlen, stellt die Röntgendiagnostik nach Zahnverletzungen einen integralen Bestandteil der diagnostischen Untersuchung dar. Als Zielstellungen für die *Primär*diagnostik nach Unfallverletzungen der Zähne können folgende Aspekte formuliert werden (Berthold, 2007; Krastl et al., 2008; Krastl und Weiger, 2009; von Arx, 1990):

- Detektion und Diagnostik von Wurzelfrakturen.
- Diagnostische Beurteilung von Luxationen.
- Beurteilung des Wurzelwachstums.
- Ausschluss von Fremdkörpereinlagerungen in Weichteile.
- Beurteilung der Lagebeziehung des Milchzahnes zum bleibenden Zahnkeim.
- Detektion und Diagnostik von Frakturen des Alveolarfortsatzes.

Die jeweils notwendige Aufnahmetechnik richtet sich nach dem gewünschten Informationsbedarf. Vor diesem Hintergrund muss der Grundsatz verfolgt werden, mit der gewählten Technik ein Maximum an Informationen zu erreichen (Sitzmann, 1993). Als Standardaufnahmetechnik bei Zahnverletzungen hat sich der intraorale Einzelzahnfilm bewährt (Berndt, 2009). Im Fall von Unklarheiten empfiehlt sich die Darstellung der betreffenden Region in einer zweiten Ebene, z.B. mit Hilfe einer Aufbissaufnahme oder eines Orthopantomogramms. Die Indikation zur Anfertigung exzentrischer Aufnahmen besteht insbesondere zur Erfassung bzw. zum Ausschluss von Wurzelfrakturen sowie im Fall der Notwendigkeit zur Lokalisation von im Weichgewebe versprengten Fremdkörpern oder Zahnfragmenten (Ebeleseder, 1999; von Arx et al., 2005b). Weiterführende dreidimensionale Untersuchungen - wie die digitale Volumtomographie - sind aufgrund der höheren Strahlenbelastung nur dann indiziert, wenn sich ein deutlicher Mehrwert an diagnostischen Informationen ergibt (Berndt, 2009). Grundsätzlich werden Filmhalter zur Standardisierung der Aufnahmetechnik empfohlen (Krastl et al., 2008; Krastl und Weiger, 2009). Im Rahmen der fortlaufenden Diagnostik dienen Wiederholungsaufnahmen zur Einschätzung des Heilungsverlaufs und zur Erfassung möglicher Komplikationen. Unter Verweis auf das Potential der Röntgendiagnostik sind bildgebende Verfahren sowohl im Rahmen der Primärdiagnostik als auch im zeitlichen Verlauf wichtig, um pathologische Veränderungen zu erfassen. Dies gelingt nur mit Hilfe standardisiert angefertigter Röntgenaufnahmen (von Arx et al., 2005b).

Alle genannten diagnostischen Maßnahmen sind als wesentliche Voraussetzung für eine adäquate Befunderhebung und demzufolge auch für eine erfolgreiche Therapie anzusehen. Letztere richtet sich sowohl im *Milchgebiss* als auch im *bleibenden Gebiss* nach der jeweiligen Diagnose. Einer aktuellen Studie des Zahnunfallzentrums Basel zufolge ist das durchschnittliche Vorkommen von unfallbedingten Zahnverletzungen in der Praxis eher gering. Folglich sind die diagnostischen und therapeutischen Erfahrungen oftmals limitiert (Krastl et al., 2009). Es gehört zu den Aufgaben eines Zahnarztes diese sicher zu stellen (Krastl und Filippi, 2009). In diesem Zusammenhang ist die Situation an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München interessant, da es aufgrund der Verwendung eines standardisierten Diagnostikprotokolls möglich ist Informationslücken zum diagnostischen und therapeutischen Spektrum an Unfallverletzungen zu schließen.

Neben der Häufigkeit einzelner Verletzungsarten, sollen mit der vorliegenden Arbeit die im Zeitraum Januar 2004 und Juni 2008 an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie dokumentierten Zahnunfallverletzungen ausgewertet werden.

Befunderhebung nach einem Zahnunfall

I. Anamnese

- 1) Unfall am: Zeit:
- 2) Unfallort:
- 3) Unfallursache:
- 4) Wann erfolgte Erstbehandlung? Klinik/Arzt/Zahnarzt
 Anschrift:
- 5) Bisherige therapeutische Maßnahmen?
- 6) Medikamenten-/Alkohol-/Drogeneinfluss? ja nein
- 7) Besteht ein Allgemeinleiden? ja nein
 Welcher Art?
- 8) Früherer Unfall? ja nein
 Wenn ja, wann und welche Folgen:
- 9) Wann letzte Tetanusimpfung?

II. Status präsens und Diagnosen

Behlungsaufnahme am: Zeit:

1. Weichteilverletzungen

extraoral

intraoral

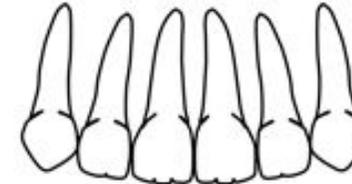
2. Erhebung des Zahstatus

3. Vitalitätsprüfung/ Perkussion/ Röntgen

Röntgenbefund						
Perkussion						
Vitalität						
	13	12	11	21	22	23
	43	42	41	31	32	33
Vitalität						
Perkussion						
Röntgenbefund						

4. Art und Lokalisation der Zahnverletzungen

Zahn- und Wurzelfrakturen:



Luxationen:

Kieferfrakturen:

Frakturlinien (flac) und Pulpaeröffnung (pac) einzeichnen

III. Therapie

IV. Bemerkungen

Patient/ Vater/ Mutter/ Angehörige wurde(n) aufgeklärt und insbesondere auf Folgendes hingewiesen:

- Notwendige Kontrolluntersuchungen, Kontrolltermin am
- Mögliche Spätfolgen, wie z.B. Resorptionen, Pulpanekrose, Avitalität und Notwendigkeit einer endodontischen Behandlung
- Möglicher Zahnverlust, trotz umfangreicher zahnerhaltender Maßnahmen
- Prothetischer Behandlungsbedarf
- Mögliche Keimschädigung im Wechselgebiss

V. Sonstiges

München, den

.....
 Unterschrift

Abb. 1-2: Unfallformular nach einem Zahnunfall

1.4 Therapie von unfallbedingten Zahnverletzungen

Da die Frontzähne einen hohen funktionellen und ästhetischen Stellenwert für jeden Menschen haben, ist es Ziel aller therapeutischen Maßnahmen den Zahnerhalt zu sichern und optimaler Weise eine *restitutio ad integrum* herbeizuführen. Aufgrund durchaus unterschiedlicher therapeutischer Schwerpunkte wird getrennt auf wesentliche Therapieprinzipien für das *Milchgebiss* und das *bleibende Gebiss* eingegangen.

1.4.1 Therapie im Milchgebiss

Obwohl für die Therapie von Milchzahnverletzungen aus biologischer Sicht die gleichen Prinzipien gelten wie für den bleibenden Zahn, wird die Therapie im Milchgebiss durch eine Vielzahl verschiedener Faktoren erschwert (Krastl und Weiger, 2009). Vor allem das Alter und die Kooperationsbereitschaft, sprich die individuelle Behandlungs- und Belastungsfähigkeit des betroffenen Kindes, entscheiden ob und wie eine Behandlung überhaupt möglich ist. Gerade bei kleinen, oft durch den Unfall traumatisierten Kindern ist nicht nur die fachliche Kompetenz gefragt, sondern zusätzlich psychologisches Geschick des (Zahn)Arztes im Umgang mit den kleinen Patienten gefordert (Gnoinski, 1994). Oft ist die Zahnverletzung der Anlass für den ersten Besuch beim Zahnarzt. Speziell in dieser Situation muss vermieden werden, das Kind durch die erforderlichen Therapiemaßnahmen negativ zu prägen. Im Einzelfall kann dabei die Möglichkeit einer Sedierung bzw. einer Allgemeinanästhesie in Betracht gezogen werden (AAPD, 2005; Andersson, 2007; Anesthesiologists, 2002). Wichtig ist dabei den Aufwand und das Risiko der Narkose dem Nutzen gegenüber zu stellen (von Arx, 1990). Eine weitere Schwierigkeit stellt die enge anatomische Lagebeziehung zwischen Milch- und bleibenden Zähnen dar. Für die Vermeidung von Entwicklungsstörungen im bleibenden Gebiss ist eine adäquate Primärtherapie von entscheidender Bedeutung. Generell sollte also der Fokus aller Bemühungen auf dem Schutz des nachfolgenden Zahnkeims liegen (Cunha et al., 2007; Filippi und Krastl, 2007; Flores, 2002; Viergutz, 2007). Vor diesem Hintergrund stellt sich nach Milchzahnverletzungen die Frage, ob aufwendige Therapiemaßnahmen, die eine gute Kooperation voraussetzen und den Zahnerhalt ermöglichen, immer von Nutzen sind. Bei der *Primärtherapie* gilt es also die Möglichkeiten der Zahnerhaltung in Beziehung zur Prognose abzuwägen und eine entsprechende Behandlungsentscheidung zu treffen. Schließlich haben Milchfrontzähne keine Platzhalterfunktion und ästhetische Überlegungen spielen hier durchaus eine untergeordnete Rolle. Im Fall von Schmelzfrakturen sollten nur scharfe Kanten geglättet

werden und bei pulpanahen Schmelz-Dentin-Frakturen sollte eine zeitnahe Versorgung mit einer adhäsiv befestigten Restauration erfolgen (Love, 1996). Bei komplizierten Kronenfrakturen hängt die Behandlung von dem Ausmaß der Pulpaeröffnung, dem Ausmaß an Zahnhartsubstanzverlust, dem Stand der physiologischen Wurzelresorption sowie dem Zeitpunkt der Vorstellung ab. In Abhängigkeit der genannten Faktoren muss zwischen einer direkten Überkappung, einer Pulpotomie oder einer Pulpektomie abgewägt werden. Bei ungünstiger Frakturlinie bleibt jedoch oftmals nur die Extraktion. Milchzähne mit Kronen-Wurzel-Frakturen werden in der Regel extrahiert. Wurzelfrak-turierte Milchzähne werden nur bei unwesentlicher Lockerung des koronalen Fragments erhalten (Flores et al., 2001b und 2007c).

Die Therapie von Luxationsverletzungen, welche im Milchgebiss aufgrund der vergleichsweise kleinen Wurzeloberfläche dominieren, richtet sich nach dem Grad der Verlagerung und dem Grad der pathologischen Lockerung. Grundsätzlich werden die Milchzähne mit zunehmendem Grad der Verlagerung und Lockerung entfernt. Dabei werden Milchzähne mit Subluxation und Konkussion in der Regel beobachtet und Milchzähne mit Extrusion und lateraler Luxation je nach Kooperation vorsichtig reponiert oder extrahiert. Bei intrudierten Milchzähnen hängt die Therapie von der Verlagerungsrichtung ab. Handelt es sich um eine Intrusionsverletzung, in Richtung Zahnkeim mit einer zusätzlichen Verlagerung, ist die Extraktion das therapeutische Vorgehen der Wahl. Im Falle einer Intrusion in Achsenrichtung ist ein abwartendes Beobachten mit dem Ziel der Spontaneruption indiziert. Nach einer Avulsion von Milchzähnen ist eine Replantation ausnahmslos nicht indiziert (AAPD, 2008; Dummett, 2000; Flores et al., 2001a und 2007c; Flores, 2002).

Wurden während der *Primärtherapie* im Milchgebiss bereits alle Maßnahmen zum Schutz des bleibenden Nachfolgers getroffen, so gilt es begleitend zur *Sekundärtherapie* dies weiterhin durch regelmäßige Kontrolluntersuchungen sicher zu stellen. Die regel-mäßige Kontrolle dient zur Früherkennung potenzieller Komplikationen und ermöglicht es Risiken für den Nachfolger besser einschätzen zu können. Zudem muss im Rahmen der *Sekundärtherapie* die Zahnkrone in Form und Funktion durch direkte oder indirekte Restaurationen wieder hergestellt werden.

Ist es mit den Möglichkeiten der konservierenden Zahnheilkunde nicht mehr möglich, verunfallte Zähne adäquat wiederherzustellen oder ist der Zahnverlust bereits unfallbedingt eingetreten, kann im Sinne einer *Tertiärtherapie* auf prothetische Maßnahmen, beispielsweise Prothesen, zum Zahnersatz zurückgegriffen werden.

1.4.2 Therapie im bleibenden Gebiss

Bei der *Primärtherapie* traumatisierter bleibender Zähne bei Kindern und Jugendlichen gilt es die Besonderheiten von Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und insbesondere das noch zu erwartende Kieferwachstum zu berücksichtigen (Herforth, 1982). Da im jungen Alter prothetische oder implantologische Maßnahmen nur eingeschränkt möglich sind, steht der Zahnerhalt mit konservierenden Therapiemaßnahmen im Vordergrund des Interesses.

Generell richtet sich die Therapie im bleibenden Gebiss nach dem Stand des Wurzelwachstums. Man unterscheidet zwischen Zähnen mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und weit offenem Foramen apikale sowie Zähnen mit bereits abgeschlossenem Wurzelwachstum. Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum besitzen dabei in der Regel ein besseres Heilungspotential (Andreasen und Pedersen, 1985; Andreasen et al., 2004b; Feiglin, 1996).

Vitalerhaltende Maßnahmen stehen sowohl bei Frakturverletzungen als auch bei Luxationsverletzungen im Mittelpunkt. Bei Kronenfrakturen ist häufig, unabhängig vom Ausmaß des Verlustes an Zahnhartsubstanz, die Pulpa gefährdet. Deshalb stehen zum Schutz des endodontischen Systems bei pulpanahen Frakturen eine Abdeckung der Dentinwunde (Love, 1996) und bei traumatisch exponierter Pulpa vitalerhaltende Maßnahmen (Olsburgh und Krejci, 2003) an erster Stelle des Handelns. Im Fall einer direkten Pulpaeröffnung wird innerhalb der ersten 24 Stunden die direkte Überkappung oder die partielle Pulpotomie favorisiert (Andreasen und Andreasen, 1992; Andreasen et al., 2002). Bei längeren Expositionszeiten empfiehlt sich die (partielle) Pulpotomie (Cvek und Lundberg, 1983). Allerdings zeigen auch Einzelfälle, dass die direkte Überkappung selbst nach fünf Tagen erfolgreich sein kann (Kühnisch et al., 2008). Im Anschluss an die vitalerhaltenden Maßnahmen kann die restaurative Versorgung ggf. auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, wobei eine dichte Abdeckung als Schutz vor einer bakteriellen Infektion sichergestellt sein sollte (Cox et al., 1985).

Um bei Kronenfrakturen Form, Funktion und Ästhetik wiederherzustellen, kann das vorhandene frakturierte Zahnfragment adhäsiv wiederbefestigt werden und erspart eine aufwendige (in)direkte Restauration (Wiegand et al., 2005). Die adhäsive Wiederbefestigung stellt somit nicht nur die einfachste und kostengünstigste, sondern auch die ästhetisch und funktionell beste Therapiemöglichkeit dar (Reis et al., 2004). Wenn aufgrund multipler Bruchstücke oder fehlender Fragmente kein Reattachment möglich ist, bieten moderne Feinst-Hybrid-Komposite funktionell und ästhetisch zufriedenstellende Möglichkeiten zur restaurativen Versorgung (Vitale et al., 2004).

Die Behandlungsmöglichkeiten bei Kronen-Wurzel-Frakturen werden von der Ausdehnung des subgingivalen Frakturverlaufs, dem verbleibenden koronalen Zahnfragment sowie der Länge und Morphologie der Wurzel beeinflusst. Bei der Therapieentscheidung steht dann vor allem die Frage im Vordergrund, ob die Lokalisation des Defektes eine restaurative Versorgung, unter Beachtung der biologischen Breite (Amiri-Jezeh et al., 2006), überhaupt zulässt. Bei schwer zugänglichen Defekten und erhaltungswürdigem Restzahn muss zur Wiederherstellung der biologischen Breite eine kieferorthopädische (Addy et al., 2009) oder seltener eine chirurgische Extrusion (Kirzioglu und Karayilmaz, 2007) in Erwägung gezogen werden (Krausl, 2004; Olsburgh und Krejci, 2003).

Die Therapie von Wurzelfrakturen hängt vor allem von der Lage der Frakturlinie in Relation zum gingivalen Sulkus sowie dem Lockerungsgrad des koronalen Fragments ab. Bei offensichtlich bestehender Kommunikation der Frakturlinie mit dem marginalen Parodontium empfiehlt sich die Entfernung des koronalen Fragments. Ansonsten sollte versucht werden, das dislozierte koronale Fragment vorsichtig zu reponieren und zu schienen (Flores et al., 2001c und 2007b).

Bei jeder Art von Luxationsverletzung steht aus therapeutischer Sicht die unfallnahe Reposition/Replantation des Zahnes, verbunden mit der Aussicht auf eine parodontale Einheilung, im Mittelpunkt. Um die Reparation und Regeneration von reponierten oder replantierten Zähnen zu gewährleisten gilt die Schienung als Therapie der Wahl (Dumsha, 1995). Dabei hat sich die Verwendung flexibler Schienen etabliert, um einerseits eine funktionelle Einheilung der Zähne zu ermöglichen und andererseits Ankylosen und Wurzelresorptionen zu vermeiden (Andersson et al., 1985; Ram und Cohenca, 2004). Letztere wurden in der Vergangenheit vorrangig dann beobachtet,

wenn rigide Schienen zum Einsatz kamen. Rigide Schienen werden aus heutiger Sicht daher weitestgehend abgelehnt (Flores et al., 2007a und 2007b; von Arx et al., 2007). In den letzten Jahren wurde in der Literatur eine Vielzahl an möglichen Immobilisationssystemen beschrieben (Tab. 1-4) (Berthold und Petschelt, 2003 und 2009). Laut Ebelseder et. al. (1995) ist es ausreichend, je einen unverletzten Nachbarzahn in die Schiene mit einzubeziehen, wohingegen van Waes (2001) empfiehlt, beidseitig des luxierten Zahnes mindestens zwei unverletzte Zähne als Anker für die Schienung zu verwenden. Obwohl die empfohlene Schienungsdauer grundsätzlich von der Art der Verletzung abhängt, gibt es derzeit in keiner klinischen Studie einen eindeutigen Beweis für den Einfluss der Schienungsdauer auf die parodontale Heilungskapazität (Hinckfuss und Messer, 2009). Dennoch sollte sich an den aktuellen Empfehlungen der Fachgesellschaften orientiert werden (Tab. 1-3).

Tab. 1-3: Überblick empfohlener Schienungszeiten am bleibenden Zahn (DGZMK, 2005; Flores et al., 2007a und 2007b; Oikarinen, 2007).

	DGZMK	Oikarinen (Andreasen & Andreasen)	IADT (Flores et. al.)
Konkussion	1-3 Wochen flexibel		
Subluxation	1-3 Wochen flexibel		2 Wochen
Laterale Luxation	1-3 Wochen flexibel	4 Wochen flexibel	4 Wochen
Extrusion	1-3 Wochen flexibel	2 Wochen flexibel	2 Wochen
Intrusion	1-3 Wochen flexibel	6-8 Wochen flexibel	
Avulsion	7-10 Tage flexibel	1-2 Wochen flexibel	2 Wochen
Wurzelfraktur zervikal	1-3 Monate rigide	4 Monate rigide	4 Monate
Wurzelfraktur mittel	1-3 Monate rigide	4 Wochen flexibel	4 Wochen
Wurzelfraktur apikal	1-3 Monate rigide	4 Wochen flexibel	4 Wochen
Alveolarfortsatzfraktur	4-6 Wochen rigide	4 Wochen flexibel	4 Wochen

Eine aktuelle evidenz-basierte Auswertung der Literatur beschreibt allerdings weder die Schienungsdauer noch die Schienungsart als wesentlichen Einflussfaktor bezüglich des Heilungspotentials der parodontalen Gewebe. Hauptverantwortlich für die Prognose ist demnach die Art der Verletzung (Kahler und Heithersay, 2008). Folgende Anforderungen und Ziele sind aus heutiger Sicht dennoch an Schienen zu stellen (Andreasen et al., 2004b; DGZMK, 2005; Oikarinen, 1990; von Arx et al., 2001):

- Funktionelle Stabilisierung und Fixation in der anatomisch korrekten Position der verunfallten Zähne bis zum Zeitpunkt der weitestgehenden Einheilung.
- ggf. zusätzlich Immobilisation von Alveolarfortsatzfragmenten.

- Erhaltung der physiologischen Resilienz des Zahnes.
- Wiederherstellung der korrekten Okklusion.
- Sicherstellung der Hygienefähigkeit.
- Vermeidung nicht hygienischer Approximalräume, welche einer Reparation/Regeneration des Parodontiums entgegen stehen.
- Möglichst akzeptable Ästhetik für den Patienten.
- Ermöglichung einer regulären oralen Ernährung.
- Möglichkeit der Sensibilitätstestung und endodontischer Behandlung.
- Einfache Herstellung und Handhabung.
- Vermeidung von Komplikationen und weiteren Schädigungen.

Die genannten Kriterien erfüllt in optimaler Weise der Titan-Trauma-Splint (TTS), wobei die Draht-Komposit-Schiene oder die Bracket-Schiene diese Kriterien gleichfalls erfüllen (Tab. 1-4).

Tab. 1-4: Mögliche Schienungsarten in Anlehnung an Berthold und Petschelt (2003, 2009).

	Schienungsarten	Vorteile	Nachteile
Empfohlen	Titan-Trauma-Splint/ Titanringklebeschiene	Direkte Applikation, guter endodontischer Zugang, gute Hygienefähigkeit, keine Irritation der Gingiva, Rigidität steuerbar, hoher Tragekomfort.	Vergleichsweise hohe Kosten.
	Draht-Komposit-Schiene	Direkt und kostengünstig, relativ gute Hygienefähigkeit, keine Irritation der Gingiva.	Im Vergleich zu TTS schwieriger und zeitaufwendiger anzupassen.
	Bracket-Schiene	Gute Hygienefähigkeit, keine Irritation der Gingiva, Rigidität steuerbar, schnelle und präzise Schienung bei KFO-Patienten.	Anspruchsvolle Applikation, kostenintensiv.
Nicht empfohlen	Komposit-Schiene	Direkt und kostengünstig, relativ gute Hygienefähigkeit, keine Irritation Gingiva.	Äußerst schwierige Entfernung (vor allem approximal), hohe Rigidität.
	Drahtbogen-Schiene	Keine Empfehlung.	Anspruchsvolle Applikation, verminderte Hygienefähigkeit, Irritation der Gingiva, Quetschung am Parodontium, hohe Rigidität.
	Miniplast-Schiene	Keine Empfehlung.	Okklusionsstörung, verminderte Hygienefähigkeit, schlechter endodontischer Zugang, keine Chair-side-Anfertigung.

Bei avulsierten bleibenden Zähnen richtet sich die Therapie nach der Dauer der extraoralen Lagerung bzw. nach dem Lagerungsmedium sowie dem Stadium des Wurzelwachstums (Trope, 2002). Eine schnelle und physiologische Rettung ist hierbei von höchster Wichtigkeit. Der entscheidende Faktor für eine parodontale Einheilung ist die Überlebensrate der Desmodontalzellen auf der Wurzeloberfläche (Andreasen et al., 1995). Der kritische Zeitfaktor der trockenen Lagerung avulsierter Zähne liegt dabei bei ca. 15 Minuten (Chappuis und von Arx, 2005; Donaldson und Kinirons, 2001). Zur physiologischen Zahnrettung eignen sich ausschließlich Zahnrettungsboxen mit speziellen Zellnährmedien (DentoSafe[®], Fa. Medice, Iserlohn; SOS Zahnbox, Fa. Hager & Werken, Duisburg; EMT ToothSaver, Fa. SmartPractice, Phoenix). Die Beeinflussung der parodontalen Heilungsvorgänge durch systemische und lokal applizierbare Antibiotika scheint gegenwärtig lediglich bei avulsierten Zähnen zum Schutz vor möglichen Infektionen sinnvoll (Andreasen et al., 2006c). Dabei haben sich als Antibiotikum der Wahl Tetrazykline, deren antiresorptiven Eigenschaften das Auftreten posttraumatischer Wurzelresorptionen verhindern können, in der Zahntraumatologie bewährt (Bryson et al., 2003; Ma und Sae-Lim, 2003; Sae-Lim et al., 1998a und 1998b; Trope, 2002).

Wurden während der *Primärtherapie* alle nötigen Maßnahmen zur Vitalerhaltung der Pulpa und des parodontalen Gewebes getroffen, steht im Rahmen der *Sekundärtherapie* die Wiederherstellung von Form und Funktion der bleibenden Zähne durch direkte oder indirekte Restaurationen im Vordergrund des Interesses.

Schließlich berücksichtigt die *Tertiärtherapie* alle Therapiemaßnahmen nach einem Zahnverlust. Dabei müssen zur Versorgung von Einzelzahnlücken nicht immer zahnhartsubstanzfordernde Brückenkonstruktionen angefertigt werden. Als zahnhartsubstanzschonendere Alternativen wären der orthodontische Lückenschluss (Gedrange und Böning, 2005), Adhäsivbrücken (Kern, 2005), Einzelzahnimplantate (Andersson et al., 2003) oder im Einzelfall auch Autotransplantate (Andreasen et al., 2009; Lang et al., 2003) zu nennen.

Der Erhalt und die Prognose traumatisierter Zähne hängen entscheidend von der rechtzeitigen Erkennung und Therapie eventuell posttraumatisch auftretender pathologischer Veränderungen ab. Diese können nicht nur das dentale Gewebe, sondern auch die umgebenden Weichgewebe oder das Knochenlager betreffen. Vor diesem Hintergrund besteht die Notwendigkeit klinischer und röntgenologischer Kontrollen.

Aufgrund des großen Spektrums an unfallbedingten Zahnverletzungen, sowie der fließenden Übergänge zwischen den einzelnen Verletzungsformen, spiegelt die Therapie von Unfallverletzungen der Zähne ein ebenso großes Spektrum an zahnärztlichen Behandlungsoptionen wieder. Zudem unterliegen diese Optionen auch einem zeitlichen Wandel mit dem Ziel, die Therapie weiter zu verbessern. Daher ist es sinnvoll eine aktuelle Standortbestimmung zu den bevorzugten Therapiestrategien in Relation zur Arbeitsdiagnose vorzunehmen. Weiter soll evaluiert werden, in welchem Maß die Anwendung der Behandlungsprotokolle im Sinne der IADT-Empfehlungen zu einem Behandlungserfolg führen. Da aus der (inter-)nationalen Literatur bislang nur vereinzelt Studien zum Erfolg bzw. Misserfolg von angewandten Behandlungsprotokollen nach Unfallverletzungen von Zähnen publiziert wurden, bedürfen aktuelle Protokolle der Evaluierung. Darüber hinaus sind für den Kliniker Informationen über mögliche Ursachen für Komplikationen bzw. Behandlungsmisserfolge von Bedeutung, um das therapeutische Vorgehen zu optimieren. Ferner fehlen Daten zu Nachuntersuchungen bzgl. Überlebenswahrscheinlichkeiten der Pulpa und der Zähne in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Verletzungsformen.

2 Zielstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die diagnostische Bandbreite sowie das therapeutische Spektrum von unfallbedingten Zahnverletzungen darzustellen, welche an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München im Zeitraum zwischen Januar 2004 und Juni 2008 versorgt wurden. Im Einzelnen sollten folgende Fragen im Rahmen der retrospektiven Auswertung beantwortet werden:

1. Wie setzt sich das Patientengut mit Zahnverletzungen an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht, zusammen?
2. Welche Unfallorte und -ursachen dominieren?
3. Welche Zähne werden gehäuft geschädigt und welche Zahnverletzungen treten bevorzugt im Milch- bzw. bleibenden Gebiss auf?
4. Welche Therapiestrategien dominieren in Relation zu den einzelnen Ausgangsdiagnosen?
5. Welche Unfallfolgen und Komplikationen können beobachtet werden und welche Zahnverletzungen sind gehäuft mit Komplikationen verknüpft?
6. Führt die Anwendung der Behandlungsprotokolle im Sinne der IADT-Empfehlungen zu einem Behandlungserfolg?
7. Wie hoch ist die Überlebenswahrscheinlichkeit der Milch- bzw. bleibenden Zähne in Relation zu Fraktur- bzw. Luxationsverletzungen?

3 Patienten und Methode

3.1 Auswahl des Patientenkollektivs

Für die Untersuchung wurde ein Ethikantrag mit dem Titel „Analyse unfallbedingter Zahnverletzungen in Bezug auf Diagnose, Therapie und Verlauf“ bei der zuständigen Ethikkommission der Universitätsklinik München gestellt. Dieser wurde positiv beschieden (Projekt-Nr. 390-09).

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Auswertung wurden alle Patienten erfasst, die im Zeitraum zwischen Januar 2004 und Juni 2008 eine unfallbedingte Zahnverletzung erlitten haben und an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München eine Erstversorgung und/oder Weiterbehandlung in Anspruch genommen haben.

Die Identifikation und der Einschluss der Patienten mit Zahnverletzungen erfolgte sowohl durch eine elektronische Suche der über die Unfallkasse abgerechneten Patienten, durch eine Handrecherche des Patientenstammes im Funktionsbereich der Kinder- und Jugendzahnmedizin als auch durch die Erfassung von Patienten, welche von weiteren Zahnärzten an der Poliklinik, betreut wurden. Alle Patienten, bei denen anamnestisch eine Zahnverletzung oder Weichteilverletzung vorlag, wurden in die Studie mit aufgenommen. Insgesamt konnten Daten von 216 Patienten in die vorliegende Untersuchung einfließen.

Im Rahmen der Aufbereitung der gesammelten Daten wurden insgesamt 17 verschiedene Zahnärzte der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München identifiziert, welche Patienten bei deren Erstvorstellung betreuten. Die Betreuung beinhaltete die Primärtherapie, die Diagnostik und Behandlung von Komplikationen, Kontrolluntersuchungen und konsiliarische Tätigkeit. Dabei wurde die überwiegende Mehrzahl aller Unfallpatienten im Funktionsbereich der Kinder- und Jugendzahnmedizin behandelt (Tab. 3-1).

Tab. 3-1: Übersicht der behandelnden Zahnärzte.

Anteil der Zahnärzte aus dem Funktionsbereich der Kinder- und Jugendzahnheilkunde		Anteil der Zahnärzte aus dem Funktionsbereich der Zahnerhaltung und Parodontologie	
OA PD Dr. Kühnisch	36,9%	Dr. Litzenburger	7,8%
OÄ Dr. Bücher	29,2%	Dr. Okuka	6,4%
OÄ PD Dr. Huth	5,0%	Dr. Merkel	1,8%
Dr. Albrecht	1,8%	Dr. Thiessen	1,4%
Dr. Romer	2,3%	Prof. Dr. Benz	1,4%
		Dr. Barcsay	1,4%
		Dr. Heym	0,9%
		Dr. Ern	0,9%
		Dr. Aichhorn	0,9%
		Dr. Murawel	0,9%
		Dr. Dränert	0,5%
		OA Dr. Kaaden	0,5%

3.2 Diagnostikprotokoll

Mit der Vorstellung eines Patienten, der eine Zahnverletzung erlitten hat, erfolgte dessen Aufnahme und primärdiagnostische Untersuchung möglichst ohne Zeitverzug. Sämtliche Patienten wurden anhand des an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie entwickelten Unfallformlars (Abb. 1-2) strukturiert und standardisiert untersucht. Als erstes wurde jedoch eine sorgfältige Allgemeinanamnese erhoben und Anzeichen eines Schädel-Hirn-Traumas erfasst. Im Fall neurologisch auffälliger Befunde erfolgte die Überweisung an die Unfallchirurgie mit der Bitte um Verifizierung der Befunde. Mit der Erhebung der unfallbezogenen Anamnese wurde der aktuelle Tetanusschutz abgeklärt und bei Bedarf eine Auffrischung veranlasst (von Arx et al., 2005b). Anschließend konnte mit der klinischen Untersuchung der Weichteile und der Mundhöhle begonnen werden. Diese wurde stets bei guter Ausleuchtung durch die OP-Leuchte mit zahnärztlichem Mundspiegel (Rhodium Front, Orbis dental Handels-GmbH, Münster, Deutschland) durchgeführt. Nacheinander wurden die Zahnhartsubstanz, das Endodont, das Parodontium, der Alveolarknochen und die Gingiva bezüglich ihrer Unversehrtheit bzw. ihres Schädigungsgrades untersucht, wobei grundsätzlich auch die jeweiligen Nachbarzähne und Antagonisten kontrolliert wurden (Kook et al., 2003; von Arx et al., 2005b).

Zunächst galt es, Verletzungen der Zahnhartsubstanz zu registrieren und zu dokumentieren. In unklaren Fällen erfolgte dies durch vorsichtiges Sondieren mit einer zahnärztlichen Sonde (Orbis dental Handels-GmbH, Münster, Deutschland). Zur Festlegung der Diagnose einer unkomplizierten bzw. komplizierten Kronenfraktur musste zudem evaluiert werden ob eine Pulpaperforation vorlag. Um Wurzelfrakturen zu detektieren bzw. zu diagnostizieren musste ein Röntgenbild erstellt werden (von Arx et al., 2005b).

Der Zustand des Endodonts wurde durch thermische Sensibilitätsprobe mit Kältespray (Orbis dental Handels-GmbH, Münster, Deutschland) und Schaumstoffpellet erfasst. Fiel die Sensibilitätsprobe negativ aus, konnte zusätzlich mit CO₂-Schnee und/oder elektrischer Pulpentestung (EPT, Parkell Inc., Farmingdale, NY, USA), der Funktionszustand des Endodonts überprüft werden (Lin und Chandler, 2008).

Der Schweregrad der Verletzung des Parodontiums wurde durch Erfassen der pathologischen Zahnbeweglichkeit beurteilt (Lindhe und Nyman, 1977). Dabei wurde der Grad der Zahnlockerung entweder bidigital oder mit Fingerkuppe und Instrumentengriff bestimmt. Folgende vier Lockerungsgrade wurden unterschieden und dokumentiert:

- Grad 0: normale Beweglichkeit, physiologisch.
- Grad I: geringe horizontale Beweglichkeit (0,2mm - 1mm).
- Grad II: moderate horizontale Beweglichkeit (mehr als 1mm).
- Grad III: ausgeprägte horizontale Beweglichkeit (mehr als 2mm) und/oder in axialer Richtung.

Auch die Perkussionsempfindlichkeit in vertikaler Richtung wurde, mit dem Instrumentengriff oder bei kleinen Kindern mit der Fingerkuppe, geprüft, um Rückschlüsse auf den Funktionszustand des apikalen Parodontiums zu ziehen.

Zur Beurteilung der Integrität oder der Fraktur des Alveolarknochens musste dieser bidigital palpirt werden. Zudem wurde das vorhandene Röntgenbild diesbezüglich ausgewertet (Berthold, 2007).

Das Verletzungsmuster der Gingiva wurde primär als Blickdiagnose registriert. Gegebenenfalls war zur Detektion oder zum Ausschluss von Fremdkörpern in den umliegenden Weichgeweben die Anfertigung einer Röntgenaufnahme indiziert (Kraßl und Weiger, 2009).

Generell orientierte sich die Erstellung von Röntgenbildern an der klinischen Notwendigkeit und in Anlehnung an die Empfehlungen der „International Association of Dental Traumatology“ (IADT). In Abhängigkeit des Alters und der jeweiligen Kooperationsbereitschaft der oftmals noch sehr jungen Kinder war eine röntgenologische Untersuchung jedoch nicht in jedem Fall möglich. In diesen Situationen musste auf diese zusätzlichen Informationen verzichtet werden.

3.3 Therapieprotokoll

Im Anschluss an die sorgfältige Diagnostik wurden alle verunfallten Zähne gemäß den aktuellen Empfehlungen der IADT behandelt (Flores et al., 2001a, 2001b, 2001c, 2001d, 2001e, 2007a, 2007b und 2007c). Im *Milchgebiss* wurden Kronenfrakturen in Abhängigkeit der Kooperationsbereitschaft des Kindes behandelt (Tab. 3-2). Dabei wurden Schmelzfrakturen in der Regel nur geglättet. Schmelz-Dentin-Frakturen wurden bei positiver Compliance mit einem Kompositmaterial adhäsiv versorgt und im Fall einer negativen Compliance beobachtet. Bei komplizierten Kronenfrakturen mussten entweder zahnerhaltende Maßnahmen zeitnah zum Unfallgeschehen ergriffen werden oder die Extraktion war das Vorgehen der Wahl.

Luxationsverletzungen wurden im *Milchgebiss* nach dem Grad der Verlagerung und dem Grad der Lockerung therapiert. Die Maßnahmen reichten hier von der Beobachtung über repositionierende Maßnahmen bis hin zur Extraktion. Avulsierte *Milchzähne* wurden weder replantiert noch repositioniert noch geschient.

Bei Frakturen im *bleibenden Gebiss* bestimmten neben dem Stand des Wurzelwachstums das Ausmaß und die Lokalisation der Fraktur die einzuschlagende Therapie (Tab. 3-3). Wann immer möglich wurde die Vitalerhaltung angestrebt. Pulpanahe unkomplizierte Kronenfrakturen wurden im Rahmen der Primärversorgung zum Schutz des endodontischen Systems mit einem Wundverband versorgt. Schließlich konnte zur Wiederherstellung von Form und Funktion das frakturierte Zahnfragment adhäsiv wiederbefestigt werden. Bei fehlenden Bruchstücken wurde der Defekt mit modernen Feinst-Hybrid-Kompositen restauriert (Abb. 3-1.). Bei komplizierten Kronenfrakturen sowie bei Kronen-Wurzel-Frakturen wurde entweder eine direkte Überkappung, eine (partielle) Pulpotomie (Abb. 3-2.) oder eine Pulpaexstirpation und

Wurzelkanalbehandlung durchgeführt. Bei Wurzelfrakturen wurde, sofern notwendig, das dislozierte koronale Fragment reponiert und anschließend flexibel geschient.

Bei Luxationsverletzungen im *bleibenden Gebiss* reichte die Therapie, abhängig vom Schweregrad, vom Überwachen bis hin zur Reposition bzw. Replantation samt funktionsstabiler Ruhigstellung durch eine Schienung (Abb. 3-3.). Avulsierte bleibende Zähne wurden in Abhängigkeit der Rettung (physiologisch bzw. unphysiologisch) therapiert (Abb. 3-4.).

Die Kontrollintervalle nach erfolgter Primärtherapie orientieren sich an den Empfehlungen der IADT (Tab. 3-4 und Tab. 3-5). Hier waren individuelle Abweichungen, vor allem bezüglich der röntgenologischen Kontrollintervalle, welche durch die IADT sehr engmaschig anberaumt sind, notwendig und wurden immer in Abhängigkeit der klinischen Situation festgelegt. Im Fall von klinischen Symptomen (z.B. Sensibilitätsverlust, positivem Perkussionsbefund, Beschwerden, pathologischer Zahnlockerung) war die Indikation zum Röntgen unabhängig der regulären Kontrollintervalle zu stellen.

Tab. 3-2: Therapieempfehlungen zur Primärversorgung bei Frakturen und Luxationen im Milchgebiss in Anlehnung an die IADT (2001, 2007).

Frakturen im Milchgebiss		Luxationen im Milchgebiss	
Diagnose	Therapieoptionen	Diagnose	Therapieoptionen
Unkomplizierte Kronenfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Glättung scharfer Kanten - Bei guter Kooperation Kompositaufbau 	Konkussion	- Keine Therapie, Beobachtung
Komplizierte Kronenfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - u. U. direkte Überkappung - u. U. Vitalamputation - u. U. Exstirpation und Wurzelkanalbehandlung - oftmals Extraktion 	Subluxation	- Keine Therapie, Beobachtung
Kronen-Wurzel-Fraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Extraktion 	Extrusion	<ul style="list-style-type: none"> - Kooperationsfähiges Kind: ggf. Reposition und Schienung - Nicht kooperationsfähiges Kind oder starke Dislokation: Extraktion
Wurzelfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Beobachtung - Extraktion - ggf. nur Extraktion des koronalen Fragments und Belassen des apikalen Fragments 	Laterale Luxation	<ul style="list-style-type: none"> - Kooperationsfähiges Kind: ggf. Reposition und Schienung - Nicht kooperationsfähiges Kind oder starke Dislokation: Extraktion
		Intrusion	<ul style="list-style-type: none"> - Intrusion in Achsenrichtung: Abwarten einer Reeruption - Intrusion und nicht achsengerechte Verlagerung: Extraktion
		Avulsion	- Keine Replantation

Tab. 3-3: Therapieempfehlungen zur Primärversorgung bei Frakturen und Luxationen im bleibenden Gebiss in Anlehnung an die IADT (2001, 2007).

Frakturen im bleibenden Gebiss		Luxationen im bleibenden Gebiss	
Diagnose	Therapieoptionen	Diagnose	Therapieoptionen
Unkomplizierte Kronenfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Adhäsive Versorgung der Dentinwunde - Adhäsive Befestigung des vorhandenen Zahnfragments - Direkte Kompositrestauration 	Konkussion	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Therapie, Beobachtung
Komplizierte Kronenfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte Überkappung mit Ca(OH)₂ oder Mineraltrioxid Aggregat (MTA) - (Partielle) Vitalamputation mit Ca(OH)₂ oder MTA - Exstirpation und Wurzelkanalbehandlung bei irreversibler Pulpitis - Adhäsive Befestigung des vorhandenen Zahnfragments - Kompositaufbau oder u. U. Kronenversorgung 	Subluxation	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Therapie, Beobachtung - ggf. flexible Schienung zur Stabilisierung
Kronen-Wurzel-Fraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Entfernung frakturierter Fragmente - Vitalamputation mit Ca(OH)₂ oder MTA - i. d. R.: Exstirpation und Wurzelkanalbehandlung - Planung der orthodontischen bzw. chirurgischen Kronenverlängerung und prothetischen Wiederherstellung des Zahnes 	Extrusion	<ul style="list-style-type: none"> - Vorsichtige Reposition und flexible Schienung
Wurzelfraktur	<ul style="list-style-type: none"> - Reposition bei disloziertem koronalen Fragment - Flexible Schienung (TTS oder Draht-Komposit) 	Laterale Luxation	<ul style="list-style-type: none"> - Vorsichtige Reposition und flexible Schienung
		Intrusion	<ul style="list-style-type: none"> - i. d. R.: Repositionierung und Wurzelkanalbehandlung - Seltener: Beobachtung, Abwarten einer spontanen Reeruption - Kieferorthopädische bzw. chirurgische Extrusion
		Avulsion	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Physiologische bzw. Unphysiologische Rettung des Zahnes</i> - Entfernung nekrotischer Desmodontalzellen bei unphysiologischer Rettung - Reinigung der Alveole und des Zahnes - Replantation und Reposition des avulsierten Zahnes - Flexible Schienung - Systemische Antibiose für 1 Woche - Beginn der Wurzelkanalbehandlung nach 7-10 Tagen

Tab. 3-4: Notwendige Kontrolluntersuchungen bei Frakturen und Luxationen im Milchgebiss modifiziert nach IADT (2001, 2007).

	1-2 Wo.	2-4 Wo.	Bis 3 Mo.	6 Mo.	1 Jahr
Unkompl. Kronenfraktur			K	K	K
Kompl. Kronenfraktur			K	K	K
Wurzelfraktur (ohne Dislok.)	K	K	K	K(+R)	K(+R)
Wurzelfraktur (mit Dislok.)	K	K	K	K(+R)	K(+R)
Konkussion/ Subluxation		K	K	K	(K)
Extrusion/ Lat. Luxation	K	K	K(+R)	K(+R)	K+R
Intrusion	K	K	K(+R)	K(+R)	K+R
Avulsion	(K)				

K = Klinische Kontrolluntersuchung, R = Röntgenologische Kontrolle

Tab. 3-5: Notwendige Kontrolluntersuchungen bei Frakturen und Luxationen im bleibenden Gebiss modifiziert nach IADT (2001, 2007).

	1-2 Wo.	4 Wo.	Bis 3 Mo.	6 Mo.	1 Jahr	5 Jahre
Unkompl. Kronenfraktur			K	K	K	K
Kompl. Kronenfraktur			K	K	K(+R)	K
Kronen-Wurzel-Fraktur		K	K(+R)	K	K(+R)	K
Wurzelfraktur		K(+R)	K(+R)	K+R	K+R	K+R
Konkussion/ Subluxation		K	K	K	K	K
Extrusion	K	K(+R)	K(+R)	K(+R)	K+R	K(+R)
Laterale Luxation	K	K(+R)	K(+R)	K(+R)	K+R	K(+R)
Intrusion	K	K(+R)	K+R	K+R	K+R	K+R
Avulsion	K(+R)	K(+R)	K+R	K+R	K+R	K+R

K = Klinische Kontrolluntersuchung, R = Röntgenologische Kontrolle



Abb. 3-1 : Therapiebeispiel für eine unkomplizierte Kronenfraktur des Zahnes 11. Bild (A) zeigt den klinischen Ausgangsbefund einer unkomplizierten Kronenfraktur. Nach absoluter Trockenlegung mit Hilfe von Kofferdam erfolgte die adhäsive Wiederbefestigung des vorhandenen Zahnfragments (B, C). Bild (D) zeigt die Anprobe des Zahnfragments. Danach wurde das Zahnfragment nach Säurekonditionierung und Auftragen eines Adhäsivsystems mit einem fließfähigen Komposit befestigt (E). Anschließend wurde der verbliebene Defekt direkt mit Kompositmaterial modelliert, ausgearbeitet und poliert (F).



Abb. 3-2: Therapiebeispiel für eine komplizierte Kronenfraktur des Zahnes 11. Die Bilder (A, B) zeigen den klinischen Ausgangsbefund einer komplizierten Kronenfraktur. Nach Lokalanästhesie und absoluter Trockenlegung erfolgten die Abtragung des Pulpadaches und die Amputation der Kronenpulpa (C). Anschließend wurde die Blutstillung mit einem in Eisen-III-Sulfat getränkten Wattepellet und die Applikation des MTA-Wundverbandes vorgenommen (D). Im Anschluss an das Auftragen einer Unterfüllung mit einem Glasionomerkement (E) wurde das vorhandene Kronenfragment adhäsiv wiederbefestigt (F).



Abb. 3-3: Therapiebeispiel für eine laterale Luxationsverletzung des Zahnes 11, zusätzlich unkomplizierte Fraktur des Zahnes 21. Die klinische Ausgangssituation nach dem Unfallgeschehen ist durch eine bestehende Okklusionsstörung charakterisiert, welche auf eine palatinalwärtige Luxation des Zahnes 11 zurück zu führen ist. Darüber hinaus liegt eine unkomplizierte Kronenfraktur des Zahnes 21 vor (A). Der präoperativ angefertigte Zahnfilm offenbarte zudem eine Fraktur im mittleren Wurzelf Drittel des Zahnes 12 (B). Im Anschluss an die adhäsive Wiederbefestigung des frakturierten Zahnfragments 21 erfolgte die vorsichtige Reposition des Zahnes 11 und flexible Schienung mit TTS für 4 Wochen (C). Kontrollröntgenbild nach Reposition und Schienung (D). Die Bilder (E, F) zeigen den klinischen Zustand 5 Wochen nach dem Unfall.

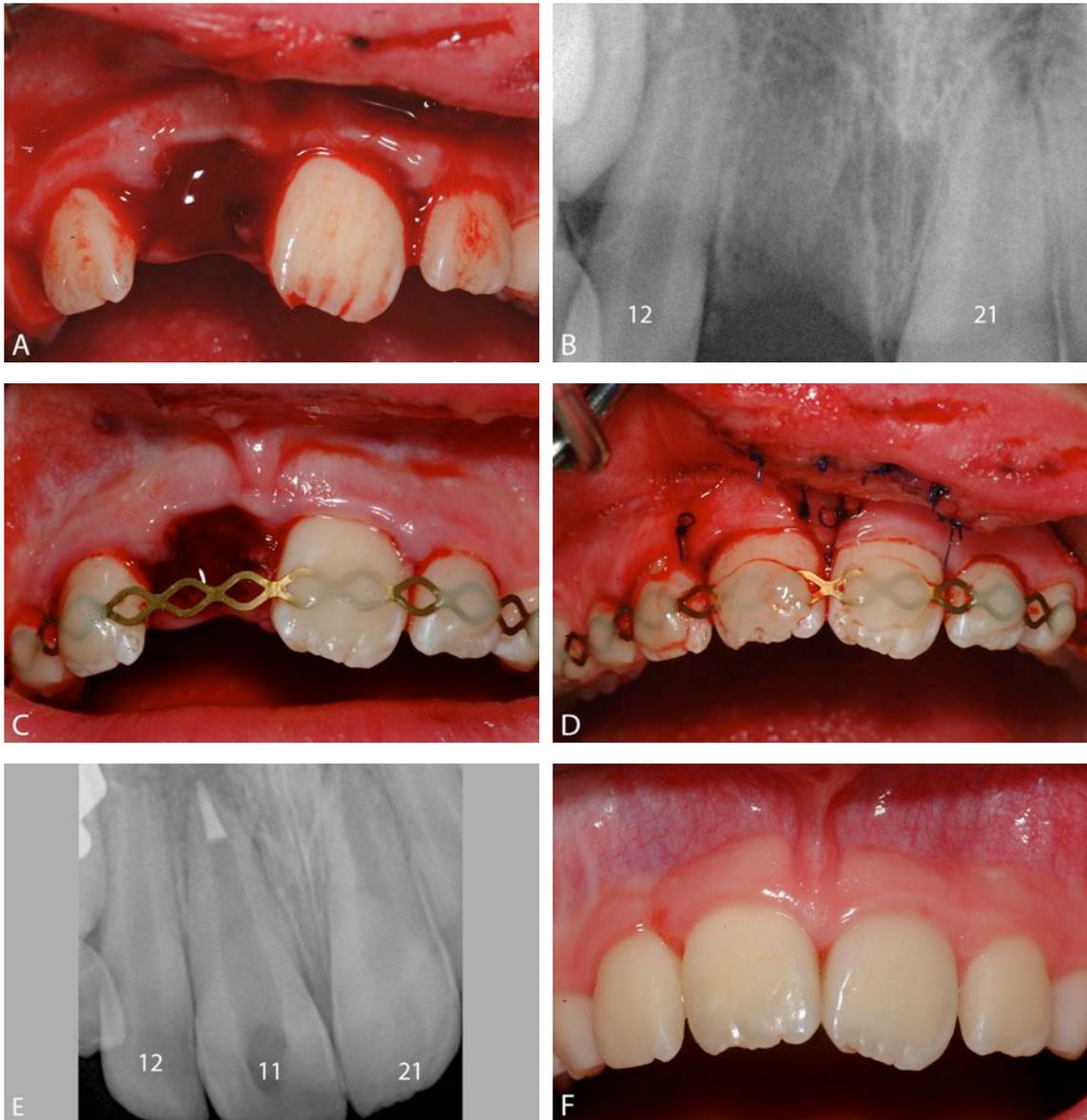


Abb. 3-4: Therapiebeispiel für eine Avulsion des Zahnes 11. Die klinische Ausgangssituation nach dem Unfallgeschehen ist durch eine leere Alveole charakterisiert, welche auf eine Avulsion des Zahnes 11 zurückzuführen ist (A). Der präoperativ angefertigte Zahnfilm bestätigt den klinischen Befund und zeigt eine leere Alveole sowie den Stand des Wurzelwachstums der benachbarten Zähne (B). Zunächst wurde eine flexible Schiene (TTS) adhäsiv befestigt (C). Anschließend wurde der Zahn 11 nach Spülung der Alveole mit Kochsalz vorsichtig replantiert und in den Schienenverband integriert. Die Weichteilwunden wurden mittels Nähten adaptiert (D). Eine Woche nach dem Unfallereignis wurde die Schienung entfernt und die einzeitige Apexifikation mit MTA, aufgrund des noch nicht vollständig abgeschlossenen Wurzelwachstums, begonnen (E, F).

3.4 Retrospektive Erfassung aller anamnestischen, diagnostischen und therapeutischen Informationen zu unfallbedingten Zahnverletzungen

Die retrospektive Auswertung aller anamnestischen, diagnostischen und therapeutischen Informationen setzte neben der pseudonymisierten Datenerfassung auch ein standardisiertes Vorgehen voraus. Dazu wurde zuerst ein Datenerfassungsbogen entworfen und konsentiert (Abb. 3-5). Dieser orientierte sich an dem Unfallformular der LMU (Abb. 1-2). Der Datenerfassungsbogen wurde bis zur finalen Version fortlaufend entwickelt, um möglichst vollständig die Vielfalt aller Angaben zu berücksichtigen. Neben dem Einschluss aller relevanten Informationen bestanden bei den einzelnen Aspekten verschiedene Auswahlmöglichkeiten. Schließlich fanden auch Mehrfachnennungen Berücksichtigung.

Den einzelnen Auswahlmöglichkeiten wurden Zahlenwerte zugeordnet, um eine differenzierte Datenauswertung zu ermöglichen. War eine Information nicht verfügbar, wurde die entsprechende Frage im Erfassungsbogen mit „Unbekannt“ (Zahlencode 9) gewertet. Bei fehlenden Angaben bezüglich des Datums und der Uhrzeit wurden diese Felder frei gelassen (Zahlencode -1). In Fällen, in denen detaillierte Aussagen zur Vitalität der Pulpa, zur Perkussionsempfindlichkeit und/oder zur Lockerung eines Zahnes nicht explizit dokumentiert wurden, wurde von physiologischen Parametern ausgegangen.

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde separat ein Untersuchungsbogen (Abb. 3-6) entworfen. Dieser zielte darauf ab, spezielle Informationen bezüglich der Vitalität der Pulpa und bezüglich des Zahnerhaltes zu generieren. Die Diagnose bzgl. der Vitalität der Pulpa wurde, basierend auf klinischen (positiver Kältetest, keine Farbveränderung) und gegebenenfalls basierend auf röntgenologischen (keine pathologischen Veränderungen) Befunden, gestellt. In die Nachuntersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, die sich mindestens einmal nach dem Unfallereignis zur Kontrolluntersuchung in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie vorstellten. Als Nachuntersuchung galt eine Untersuchung, die nicht früher als einen Monat nach Primärtherapie erfolgte. Somit konnten bis Ende November 2009 122 Patienten nachuntersucht werden.

Statistische Auswertung

Im Anschluss an die Erfassung der Krankenunterlagen wurden alle Informationen pseudonymisiert in eine Datenbank eingegeben. Um die Eingabe zu erleichtern, wurde in Zusammenarbeit mit einem Fachinformatiker unter PHP (Version 5.2.4)/Apache (Version 1.3.41) eine Erfassungsmaske programmiert, welche die eingegebenen Daten in normalisierter Form in einer PostgreSQL Datenbank (Version 8.3.1) gespeichert hat. Nach erfolgreicher Erfassung aller Informationen erfolgte die Auswertung dann in drei Schritten:

Datenaufbereitung: Um diverse, komplexere Fragestellungen einfacher auswerten zu können, wurden die Rohdaten von einer speziell hierzu in PHP (serverseitig interpretierte Skriptsprache) programmierten Logik aufbereitet und in verschiedenen Auswertungstabellen gespeichert. Diese Logik behandelte Fragestellungen, bei denen einfache SQL Abfragen nicht mehr zum gewünschten Erfolg führten (z.B. Berechnung von Zeiträumen, Durchschnittswerten). Durch die Speicherung der Ergebnisse in Auswertungstabellen wurden die Rohdaten nicht verändert, wodurch eine Anpassung der Auswertungslogik jederzeit möglich war. Einfachere Abfragen wurden als sogenannte „views“ (vorbereitete Abfragen) in der Datenbank hinterlegt.

Datenexport: Die durch die Datenaufbereitung vorbereiteten Ergebnisse wurden über eine Open Database Connectivity ODBC-Schnittstelle in das Tabellenkalkulationsprogramm „Excel 2008“ (V 12.8.3 Mac) importiert. Dabei mussten nur noch die vorbereiteten Tabellen und views abgefragt werden.

Deskriptive Datenauswertung: Das Datenmaterial wurde mittels deskriptiver Statistik als tabellarische und grafische Darstellung erfasst. Dabei wurden Ereignishäufigkeiten, Häufigkeitsverteilungen sowie Merkmalskombinationen festgestellt. Um die Abfrageergebnisse weiter verwenden zu können, wurden diese schließlich mit Hilfe von Excel in Form von Diagrammen visualisiert. So konnten die Ergebnisse der Auswertung in eine optisch ansprechende und vielfältig verwertbare Form gebracht werden.

Kaplan-Meier-Statistik

Neben der deskriptiven Auswertung der anamnestischen, diagnostischen und therapeutischen Informationen wurden die klinischen Ergebnisse der Nachuntersuchung

mit Hilfe der Kaplan-Meier-Statistik analysiert. Das Charakteristische dieser Überlebenszeitanalyse ist, dass das untersuchte Ereignis nicht zu einem festen Zeitpunkt erhoben werden muss. Folglich muss zu Beginn einer Studie nicht bekannt sein, wann das zu untersuchende Ereignis eintritt. Darüber hinaus muss am Ende des Beobachtungszeitraums dieses Ereignis nicht eingetreten sein. In diesem Fall spricht man von einer zensierten Beobachtungszeit. Somit können auch die Daten der Patienten, die im Verlauf der Studie ausgeschieden sind mit verwertet werden. Zur Anwendung kommt dieses Verfahren auch bei einer begrenzten Anzahl von Probanden. Als Überlebenszeit ist die Zeitspanne zwischen einem festgesetzten Anfangsereignis und einem Endereignis definiert (Ziegler et al., 2002). In der vorliegenden Studie sind dies die Überlebenszeit der Pulpa und des Zahnes nach einer Zahnverletzung.

Patienten-ID:

TRAUMABOGEN/ Basisbefunde

Name: _____

Geburtsdatum: (Datum xx.yy.zzzz)

Geschlecht: 1 weiblich 2 männlich

1. Anamnese

Unfall am: (Datum xx.yy.zzzz) Urm: (Uhrzeit xx.yy)

Unfallort: 1 Kindergarten 2 Schule 3 Arbeit 4 Freizeit/Spielplatz 5 Zu Hause 6 Klinik

Unfallursache: 1 Sturz/Aufprall - Eigenverschulden 2 Schlag - Fremdeinwirkung 3 Sport 4 Verkehr 5 Rohheitsdelikt 6 ITN-Trauma

Wenn Sport: 1 Fahrrad 2 Fußball 3 Schwimmen 4 Ballsport 5 Ski/Snowboard 6 Sonstiges

Wenn Verkehr: 1 Auto 2 Motor/Motorrad 3 Fahrrad 4 Fußgänger 5 Sonstiges

Behandlungsaufnahme am: (Datum xx.yy.zzzz) Urm: (Uhrzeit xx.yy)

Zeitspanne zwischen Unfall und Behandlungsbeginn: Minuten (nur bei Erstversorgung)

Behandlungsauftrag: 1 Erstversorgung 2 OW zur Weiterbehandlung 3 Arzt/zt. Konsil 4 Zweite Meinung durch Eltern

Zuweisung: 1 selbst 2 Überweisung durch Kliniken 3 Überweisung durch Zahnarzt 4 Notarzt/Transport v. Unfallort

Früherer Unfall: 1 Ja

Alkoholeinfluss: 1 Ja

Allgemeinerkrankung: 1 Ja Wenn JA, welche? _____

2. Allgemeine Diagnostik

Status am Unfalltag DMFT dmft x nicht erhoben

Weichteilverletzung extraoral: 1 Hämatom 2 Schwellung 3 Schnitt/Stichwunde 4 Schürf/Platzwunde 5 Riss/Quetschwunde 6 Bisswunde

Wo: 1 Oberlippe 2 Unterlippe 3 Kinn 4 Wange

Weichteilverletzung intraoral: 1 Hämatom 2 Schwellung 3 Schnitt/Stichwunde 4 Riss/Quetschwunde 5 Bisswunde

Wo: 1 Gingiva OK 2 Gingiva UK 3 Vestibulum OK 4 Vestibulum UK 5 Zunge

Okklusionsstörung: 1 Ja

Kiefer-/Kiefergelenksfraktur: 1 Ja

Wenn Avulsion: Lagerung nach Unfall: 1 physiologisch 2 unphysiologisch

Worin: 1 Dentosatz 2 physiolog. NaCl 3 Milch 4 Mund

5 Leitungswasser 6 Chlorwasser 7 Taschentuch 8 unbekannt 9 ..

Etwaiger Zeitraum zwischen Unfall und physiologischer Lagerung in Minuten:

Abb. 3-5: Datenerfassungsbogen/Seite 1

Zahn-ID:

TRAUMABOGEN/ Zahnbezogene Befunde

3. Zahnbezogene Diagnostik

Zahn (FDI):

Erstbefund:

Behandler hier:

Unfallart:

1 Erstunfall

2 Wiederholungsunfall

1 Ambulanz/ Klinik 2 Hauszahnarzt

3 Klinik(zahn)arzt

1 Ku

2 BÜ

3 Ka

4 Hu

5 Li

6 Ouka

7 Romer

8 Heym

9 Albrecht

Rö	WW*	Vipr	Perk	Gingiva	Lockerung	Fraktur K	Fraktur W	Luxation	Knochen	Pulpa
1 Rö vorhanden 2 Rö nicht mögl. 3 nicht angefertigt	1 nicht ab- geschlossen	1 positiv 2 fraglich 3 nicht mögl. 4 nicht angefertigt	1 positiv 2 fraglich 3 nicht mögl. 4 nicht angefertigt	1 SH-Einris	1 gerade fühlbar 2 sichtbar 3 auch axial	1 Schmelzfraktur 2 Schmelzfraktur 3 Unkompl. Fraktur 4 Kompl. Fraktur 5 Unkompl. Kronen- v-fraktur 6 Kompl. Kronen- v-fraktur	7 Fraktur koronal 1/3 8 Fraktur mittel 1/3 9 Fraktur apikal 10 Längsfraktur	1 Konkussion 2 Subluxation 3 Extrusion 4 Lat. Luxation 5 Intrusion 6 Avulsion	1 Fraktur im Bereich der Alveole 2 Alveolarfortsatzfraktur	1 Vital. Exposit. 2 Avital. Exposit. 3 Nekrose 4 Pus 5 Int. Resorpt.

* Wurzelwechsellum

4. Zahnbezogene Therapie

Erstversorgung durch:

1 Ambulanz/ Klinik

2 Hauszahnarzt

3 andere

Replantation	Endodontisch	Restaurativ	Schienung	Schienenungs- dauer in d	AB	Extraktion
1 Replantation	1 Pulpaschutz – indirekte Überkappung 2 Direkte U. Ca(OH) ₂ 3 Direkte U. MTA 4 VSA part. Ca(OH) ₂ 5 VSA part. MTA 6 VSA Ca(OH) ₂ 7 VSA MTA 8 Exstriktion	1 Gießung BK 2 Abdeckung mit Flow 3 Aufbau Komposit 4 Adhäsive Befestigung des Fragments	1 FFS 2 Draht-Komposit 3 Inlaykette 4 Inzident. Verblockung		1 Ortopencilline 2 Aminopenicilline 3 Tetracycline 4 Lincomycine 5 Ja, aber nicht genannt	1 Extraktion

Weiterversorgung durch:

Waren nach der Primärversorgung endodontische Maßnahmen notwendig:

1 Ambulanz/ Klinik

2 Hauszahnarzt

3 andere

Waren nach der Primärversorgung prothetische Maßnahmen notwendig:

1 WF

2 Apexifikation

Waren nach der Primärversorgung kieferorthopädische Maßnahmen notwendig:

1 Ja

5. Nachsorge & mögliche Komplikationen

Wenn Recall ununterbrochen in ZE, wann letzter Recalltermin:

Dauer der Beobachtung:

Gab es im Verlauf des Recalls Komplikationen/Folgeschäden:

Wenn ja, was:

Recall:

1 Hier

2 Hauszahnarzt

3 andere Klinik

4 Unbekannt

(Datum xx.yy.zzzz)

(in Monaten)

1 ja

1 Schmerzen

2 Vipr negativ

3 unerkannte Fraktur

4 Flg Verlust

5 Ankylose

6 Resorptionen

7 erhöhte Mobilität

8 Parodontits apicalis

9 Fistelung

10 Ken WW

11 Verfärbung

12 Zahnverlust

13 Zystenbildung

Abb. 3-5: Datenerfassungsbogen/Seite 2



KLINIKUM
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

CAMPUS INNENSTADT
POLIKLINIK FÜR ZAHNERHALTUNG
UND PARODONTOLOGIE



Nachuntersuchung nach einem Zahnunfall

I. Angaben zum Patient

Unfall am:

Patienten-Aufkleber

Röntgenkontrolle indiziert: Ja Nein

II. Datum der Nachuntersuchung:

Beobachtungszeit (Röntgen)						
Resorptionen? <small>0 - Nein, 1- Ja, 3 - kein Rö</small>						
Beobachtungszeit (Klinisch)						
Pulpa geschädigt? <small>0 - Nein, 1- Ja</small>						
Beobachtungszeit (Klinisch)						
Zahn verloren? <small>0 - Nein, 1- Ja</small>						
Zahn (FDI)	13 43	12 42	11 41	21 31	22 32	23 33
Zahn verloren? <small>0 - Nein, 1- Ja</small>						
Beobachtungszeit (Klinisch)						
Pulpa geschädigt? <small>0 - Nein, 1- Ja</small>						
Beobachtungszeit (Klinisch)						
Resorptionen? <small>0 - Nein, 1- Ja, 3 - kein Rö</small>						
Beobachtungszeit (Röntgen)						

III. Sonstiges/ Anmerkungen

München, den _____

Unterschrift

Abb. 3-6: Nachuntersuchungsbogen

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung des Patientengutes

4.1.1 Patientengut

Alles in allem wurden 216 verschiedene Patienten, nach insgesamt 219 Unfällen, wegen Unfallverletzungen der Zähne an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie vorstellig und behandelt: 2004 waren es 26 Unfälle ($n = 26$), 2005 $n = 50$, 2006 $n = 52$ und 2007 $n = 61$. Im ersten Halbjahr 2008 wurden weitere 30 Patienten mit Zahnverletzungen behandelt. 50 Patienten stellten sich mit traumatisierten *Milchzähnen* vor, 157 Patienten mit einem Trauma der *bleibenden Zähne* (insgesamt 207 Patienten mit Zahnverletzungen), und 9 Patienten ausschließlich aufgrund von Weichteilverletzungen. Es gab 3 Patienten, die zweimal in diesem Untersuchungszeitraum nach Zahnunfällen die Poliklinik aufsuchten. 12 Patienten (5,6%) gaben anamnestisch an, bereits früher einen Zahnunfall erlitten zu haben.

Bei den 216 Patienten lagen insgesamt 361 traumatisierte Zähne vor. Dabei handelte es sich in 86 Fällen (23,8%) um *Milchzähne* und in 275 Fällen (76,2%) um *bleibende Zähne*. 359 (99,4%) der 361 Zähne wiesen unfallbedingte Fraktur- oder Luxationsverletzungen auf. Die verbliebenen 2 Zähne (0,6%) wurden aufgrund von Komplikationen nach einem vorausgegangenen Zahntrauma untersucht. Nur ein Patient mit Kieferfraktur stellte sich zur Erstversorgung vor und wurde anschließend an die Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie überwiesen.

Etwa zwei Drittel dieser Patienten ($n = 142$; 65%) suchte die Poliklinik zur Erstversorgung unmittelbar nach einem vorausgegangenen Unfall auf. 24% ($n = 52$) der untersuchten Patienten wurden zur Weiterbehandlung von anderen Kliniken oder niedergelassenen Zahnärzten überwiesen. Mit der Bitte um ein zahnärztliches Konsil suchten 8% ($n = 18$) der Fälle die Poliklinik auf. In 2% ($n = 4$) der behandelten Fälle wurde diese aufgrund des Elternwunsches nach einer zweiten Meinung aufgesucht und lediglich 1% ($n = 3$) der Patienten konsultierte die Poliklinik zur Folgetherapie nach einem Unfall.

4.1.2 Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt

Das Alter von den Patienten mit Unfallverletzungen der Zähne variierte zwischen dem 1. und dem 68. Lebensjahr. Die Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt kann der Abb. 4-1 entnommen werden. Grundsätzlich bleibt anzumerken, dass 75,9% der Patienten jünger als 14 Jahre waren. Bis zum 14. Lebensjahr sind zwei deutliche Altersgipfel erkennbar. Der erste Altersgipfel befindet sich um das 2. Lebensjahr. Danach findet sich ein kontinuierlicher Rückgang, um ab dem 5. Lebensjahr wieder deutlich anzusteigen. Im 8. Lebensjahr lässt sich der zweite Altersgipfel erkennen. Von dort nimmt die Zahl der behandelten Patienten langsam bis zum 14. Lebensjahr hin ab. Obwohl insgesamt mehr männliche Patienten betroffen waren, ist in den beiden Altersspitzen eine weitgehende Übereinstimmung von Jungen und Mädchen zu erkennen. Weiter kann der Abbildung ein erneuter Anstieg unfallbedingter Zahnverletzungen zwischen dem 20. und dem 25. Lebensjahr entnommen werden. Dabei fällt auf, dass für diesen Gipfel überwiegend Männer verantwortlich sind. Die Anzahl der behandelten Patienten über 30 Jahre war vergleichsweise gering.

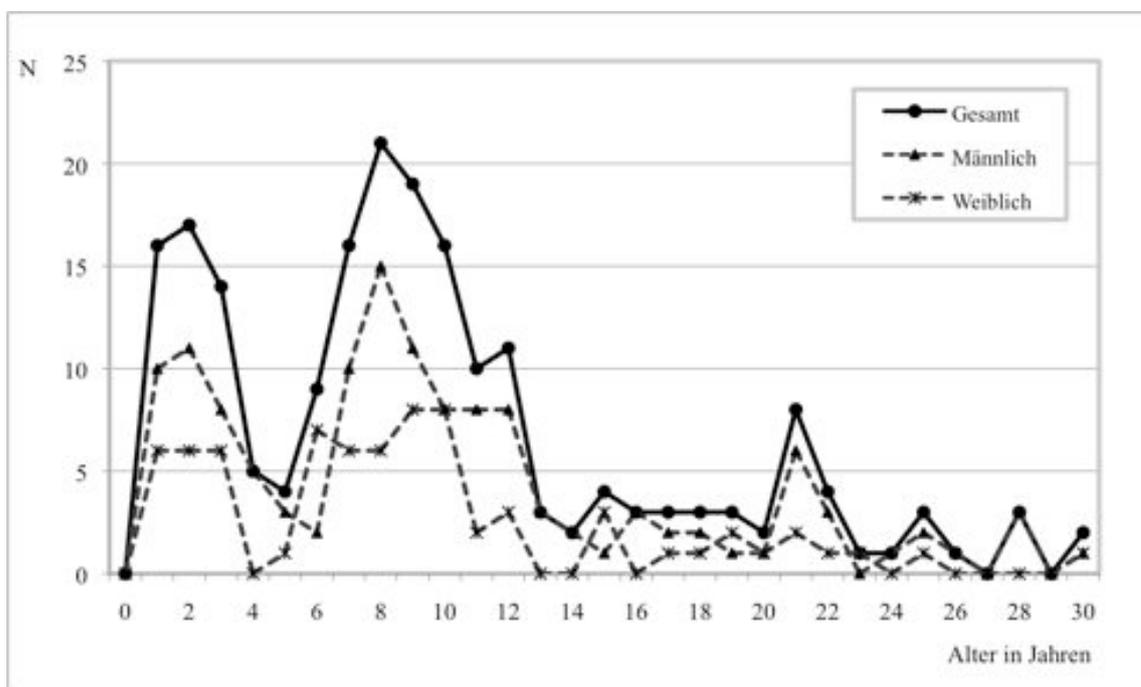


Abb. 4-1: Altersverteilung der Patienten zum Unfallzeitpunkt.

4.1.3 Geschlechterverteilung

Von den insgesamt 216 Patienten waren zwei Drittel männlich (n = 139; 64,4%) und ein Drittel weiblich (n = 77; 35,6%). Werden die Unfälle *im Milchgebiss* analysiert, waren 68,0% der Patienten Jungen (n = 34) und 32,0% Mädchen (n = 16). Auch für das *bleibende Gebiss* zeigte sich ein ähnliches Verhältnis. Dort waren 65,0% der Patienten männlich (n = 101) und 35,0% weiblich (n = 56). Von den 9 Patienten mit ausschließlichen Weichteilverletzungen waren 4 männlich und 5 weiblich.

4.1.4 Anzahl verletzter Zähne pro Patient

Die Anzahl verletzter Zähne pro Patient kann der Tab. 4-1 entnommen werden. Daraus wird ersichtlich, dass sich die Mehrheit der Patienten (n = 94; 45%) mit einem isolierten Trauma an einem Einzelzahn vorstellte. In 82 Fällen (40%) waren zwei Zähne betroffen. Bei 24 Patienten (11,5%) waren drei Zähne unfallbedingt verletzt. Vier und mehr Zähne wurden nur bei insgesamt sieben Patienten (3,5%) registriert. Im Durchschnitt lagen somit 1,7 verunfallte Zähne pro Patient vor. Dies galt sowohl auf die Gesamtheit der Patienten bezogen, als auch getrennt betrachtet für *Milchzähne* und *bleibende Zähne*.

Tab. 4-1: Übersicht zur Anzahl verunfallter Zähne pro Patient.

Patienten	Anzahl verletzter Zähne									
	1 Zahn		2 Zähne		3 Zähne		≥ 4 Zähne		Σ	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Milchgebiss	22	(44,0)	21	(42,0)	6	(12,0)	1	(2,0)	50	(100,0)
Bleibendes Gebiss	72	(46,0)	61	(38,5)	18	(11,5)	6	(4,0)	157	(100,0)
Σ	94	(45,0)	82	(40,0)	24	(11,5)	7	(3,5)	207*	(100,0)

* Anzahl der Patienten mit unfallbedingter Zahnverletzung

4.1.5 Zeitraum zwischen Unfall und Behandlungsaufnahme

Bei 148 (67,6%) von 219 Unfällen war es möglich den genauen Zeitpunkt der unfallbedingten Verletzung und das Aufnahmedatum zu eruieren (Tab. 4-2). Nach den meisten Unfällen (n = 120; 54,8) wurde innerhalb von 24 Stunden ein Zahnarzt aufgesucht, wovon bei 97 (80,8%) Unfällen sogar noch am selben Tag ein Zahnarzt konsultiert wurde. Die übrigen traumatischen Verletzungen wurden in der Regel nach einem Tag (n = 17; 7,8%) oder spätestens innerhalb einer Woche (n = 1; 0,5%) zur Erstversorgung vorgestellt.

Tab. 4-2: Verstrichene Zeit zwischen Unfall und Behandlungsaufnahme.

Unfälle	Zeitraum bis zur Behandlungsaufnahme							Σ
	0 Tage	1 Tag	2 Tage	3 Tage	5 Tage	1 Woche	Unklar	
n	120	17	4	4	2	1	71	219
(%)	(54,8)	(7,8)	(1,8)	(1,8)	(0,9)	(0,5)	(32,4)	(100)

4.2 Beschreibung des Unfallgeschehens

4.2.1 Unfallorte

Alle registrierten Unfallorte sind in der Tab. 4-3 aufgelistet. Im *Milchgebiss* dominierten Unfälle zu Hause (n = 22; 10,0%), im Kindergarten (n = 18; 8,1%) und in der Freizeit (n = 10; 4,6%). Im *bleibenden Gebiss* ereigneten sich die unfallbedingten Zahnverletzungen vor allem während der Freizeit (n = 56; 25,6%), in der Schule (n = 53; 24,2%) oder in der häuslichen Umgebung (n = 25; 11,4%). Seltener waren Arbeitsunfälle (n = 7; 3,2%) oder Unfälle *bleibender Zähne* im Kindergarten (n = 6; 2,7%). Werden die Unfallorte geschlechtsbezogen ausgewertet, so ist auffällig, dass Mädchen eher Unfälle zu Hause erlitten und Jungen vermehrt in der Freizeit betroffen waren.

Tab. 4-3: Übersicht über Unfallorte bzgl. Geschlechter und Zähne.

Unfallort	Männlich		Weiblich		Milch- gebiss	Bleibendes Gebiss	Weichteil- verletzung	Σ
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Freizeit	51 (23,3)	15 (6,8)	10 (4,6)	56 (25,6)	--	66 (30,1)		
Schule	33 (15,1)	22 (10,0)	--	53 (24,2)	2 (0,9)	55 (25,1)		
Zu Hause	31 (14,2)	21 (9,6)	22 (10,0)	25 (11,4)	5 (2,3)	52 (23,8)		
Arbeit	5 (2,3)	3 (1,4)	--	7 (3,2)	1 (0,5)	8 (3,7)		
Kindergarten	15 (6,8)	10 (4,6)	18 (8,1)	6 (2,7)	1 (0,5)	25 (11,4)		
Klinik	--	2 (0,9)	--	2 (0,9)	--	2 (0,9)		
Sonstiges	5 (2,3)	6 (2,7)	1 (0,5)	10 (4,6)	--	11 (5,0)		
Σ	140 (64,0)	79 (36,0)	51 (23,2)	159 (72,6)	9 (4,2)	219 (100)		

4.2.2 Ursachen der Zahnverletzungen

Die Ursachen für Verletzungen der Zähne sind vielfältig und können verschiedenen Gruppen zugeordnet werden (Tab. 4-4). Mit Abstand als häufigste Ursache wurde bei 104 Patienten (47,5%) ein Sturz durch Eigenverschulden angegeben. In diese Kategorie fielen Stürze durch Stolpern, Treppenstürze, ein Fall beim Spielen und Ähnliches. Darüber hinaus wurden Stürze beim Sport oder ein Sturz mit dem Fahrrad als eigene Unfallursache gewertet. Am zweithäufigsten waren Schläge und Stürze durch Fremdeinwirkung (n = 40; 18,3%) zu verzeichnen. Dies lag vor, wenn die verunfallte Person mit anderen Personen zusammenstieß oder beispielsweise geschubst wurde.

In 36 Fällen (16,4%) konnte ein Sportunfall als Unfallursache vermerkt werden. Hier wurden verschiedene Sportarten unterschieden. Dabei ergab sich in abnehmender Häufigkeit folgende Reihung: Fahrradfahren, Wintersportarten (Ski, Snowboard, Schlittenfahren, Schlittschuhlaufen), Ballsportarten und schließlich Schwimm- bzw. Badeunfälle. 8 Unfallursachen (3,6%) konnten keiner der genannten Untergruppen der Kategorie Sport zugeordnet werden und wurden unter dem Begriff „sonstige Sportarten“ zusammengefasst. Hierzu zählten beispielsweise Unfälle beim Trampolinspringen, beim Hochsprung oder beim Seilspringen. 17 Patienten (7,8%) erlitten Verletzungen in Folge von Verkehrsunfällen. Hier waren, ähnlich wie beim Sport, Unfälle mit dem Fahrrad oder dem Roller am häufigsten. Nur ein Patient wurde infolge eines Autounfalls in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie vorgestellt.

Tab. 4-4: Übersicht über Unfallursachen bzgl. Geschlechter und Zähne.

Unfallursache	Männlich		Weiblich		Milchgebiss	Bleibendes Gebiss	Weichteilverletzung	Σ
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Sturz	64 (29,2)	40 (18,3)	37 (16,9)	60 (27,4)	7 (3,2)	104 (47,5)		
Schlag	27 (12,4)	13 (5,9)	5 (2,3)	34 (15,5)	1 (0,4)	40 (18,3)		
Sport	26 (11,9)	10 (4,6)	7 (3,2)	29 (13,2)	--	36 (16,4)		
<i>Fahrradfahren</i>	11 (5,0)	1 (0,4)	5 (2,3)	7 (3,2)	--	12 (5,5)		
<i>Wintersport</i>	4 (1,8)	3 (1,4)	1 (0,4)	6 (2,7)	--	7 (3,2)		
<i>Schwimmen</i>	3 (1,4)	1 (0,4)	--	4 (1,8)	--	4 (1,8)		
<i>Ballspiel</i>	4 (1,8)	1 (0,4)	--	5 (2,3)	--	5 (2,3)		
<i>Sonstige</i>	4 (1,8)	4 (1,8)	1 (0,4)	7 (3,2)	--	8 (3,6)		
Verkehr	11 (5,0)	6 (2,7)	--	17 (7,8)	--	17 (7,8)		
<i>Fahrrad/Roller</i>	10 (4,6)	6 (2,7)	--	16 (7,4)	--	16 (7,4)		
<i>Auto</i>	1 (0,4)	--	--	1 (0,4)	--	1 (0,4)		
Rohheitsdelikt	4 (1,8)	--	--	4 (1,8)	--	4 (1,8)		
Synkope	2 (0,9)	1 (0,4)	--	3 (1,4)	--	3 (1,4)		
ITN-Trauma	--	2 (0,9)	--	2 (0,9)	--	2 (0,9)		
Sonstiges	6 (2,7)	7 (3,2)	2 (0,9)	10 (4,6)	1 (0,4)	13 (5,9)		
Σ	140 (63,9)	79 (36,1)	51 (23,3)	159 (72,6)	9 (4,1)	219 (100)		

4.3 Beschreibung der Verletzungen

4.3.1 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne

Aus Tab. 4-5 und Tab. 4-6 ist ersichtlich, dass die oberen mittleren Schneidezähne sowohl im *Milchgebiss* (n = 70) als auch im *bleibenden Gebiss* (n = 208) am häufigsten eine Zahnverletzung erlitten. Folglich sind diese beiden Zähne im Vergleich zu allen anderen Frontzähnen stärker gefährdet eine Unfallverletzung zu erleiden. Außerdem waren sowohl im *Milchgebiss* als auch im *bleibenden Gebiss* jeweils Zähne des Oberkiefers deutlich häufiger von Verletzungen betroffen als Zähne des Unterkiefers. Im *Milchgebiss* waren im Oberkiefer 83 Zähne und im Unterkiefer lediglich 3 Zähne traumatisiert. Eine ähnliche Verteilung zeigte sich im *bleibenden Gebiss*. Dort wurden im Oberkiefer 249 und im Unterkiefer lediglich 22 verletzte Zähne gezählt. Die Häufigkeitsverteilung zwischen rechter und linker Kieferhälfte ist nicht gleichmäßig, da im *Milchgebiss* der linke obere Inzisivi, im *bleibenden Gebiss* der rechte obere Inzisivi häufiger involviert war. Weiter auffällig ist eine starke Abnahme der Verletzungshäufigkeit zum Eckzahn hin. Im *Milchgebiss* war kein Eckzahn betroffen und im *bleibenden Gebiss* wurden insgesamt nur 4 Eckzähne infolge eines Unfalls

geschädigt. Zudem waren einmal der Zahn 25 und einmal der Zahn 36 unter den traumatisierten Zähnen.

Tab. 4-5: Zahnbezogene Verteilung verunfallter Milchzähne.

Verletzungshäufigkeit	0	6	33	37	7	0
Zahn-FDI	53	52	51	61	62	63
	83	82	81	71	72	73
Verletzungshäufigkeit	0	0	2	1	0	0

Tab. 4-6: Zahnbezogene Verteilung verunfallter bleibender Zähne.

Verletzungshäufigkeit	1	17	114	94	22	1
Zahn-FDI	13	12	11	21	22	23
	43	42	41	31	32	33
Verletzungshäufigkeit	1	2	7	8	3	1

4.3.2 Verteilung der Diagnosen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss

Den Abb. 4-2, Abb. 4-3 und 4-4 ist zu entnehmen, dass *Milchzähne* selten Frakturverletzungen aufwiesen und wenn doch, dann handelte es sich in der Regel um unkomplizierte Kronenfrakturen. Letztere waren auch im *bleibenden Gebiss* der häufigste Verletzungstyp unter den Kronenfrakturen (n = 139) gefolgt von der komplizierten Kronenfraktur (n = 38). Komplizierte oder unkomplizierte Kronen-Wurzel-Frakturen und Schmelzfissuren lagen sowohl im *Milchgebiss* als auch im *bleibenden Gebiss* nur selten vor. Wurzelfrakturen waren im *Milchgebiss* (n = 6) und im *bleibenden Gebiss* (n = 13) nur vereinzelt gestellte Diagnosen.

Bezüglich Luxationsverletzungen dominierte im *Milchgebiss* die Intrusion (n = 24), gefolgt von lateraler Luxation (n = 18) und Subluxation (n = 15). Im *bleibenden Gebiss* dagegen waren Subluxationen (n = 45) und Konkussionen (n = 20) am häufigsten aufzufinden. Die weitere Verteilung der Luxationsverletzungen ist der Abb. 4-4 zu entnehmen.

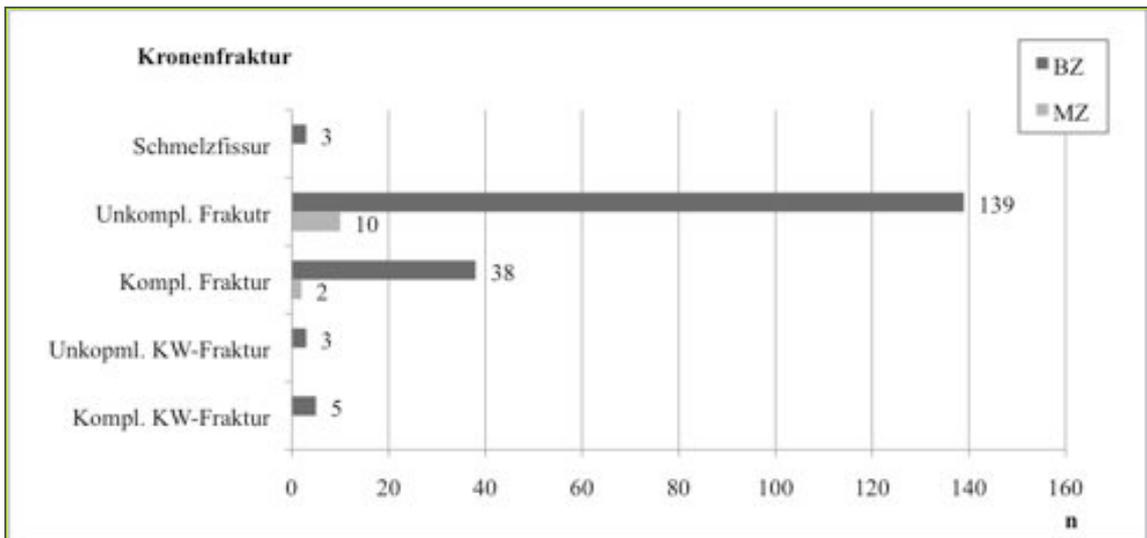


Abb. 4-2 Vergleich der Kronenfrakturen.

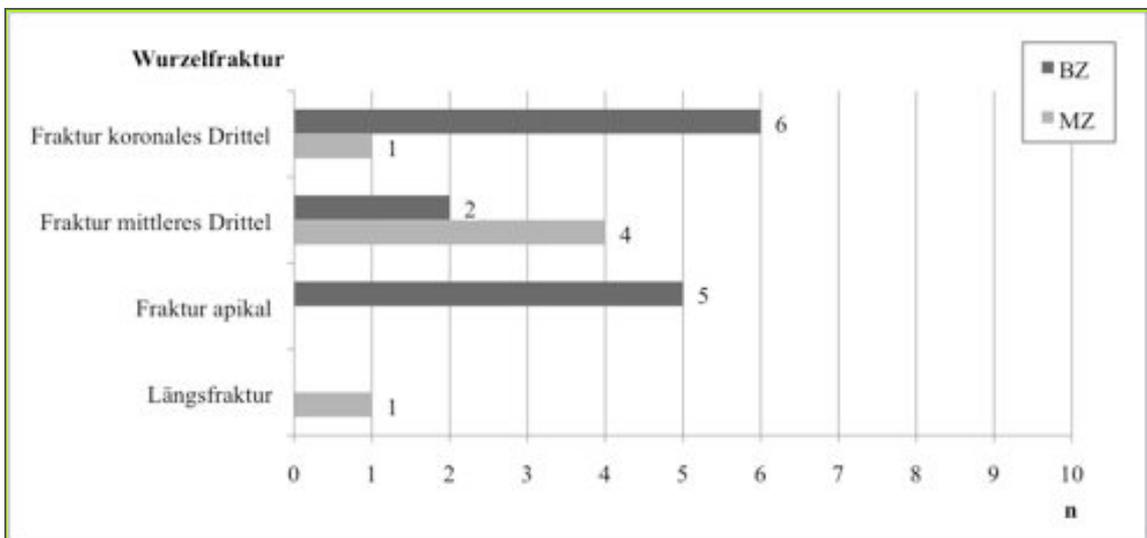


Abb. 4-3: Vergleich der Wurzelfrakturen.

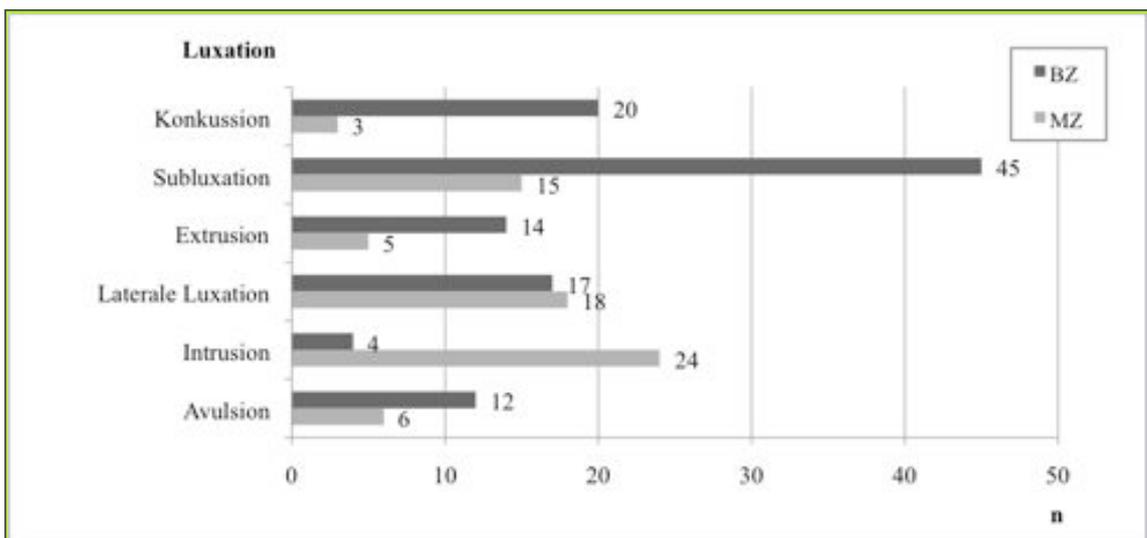


Abb. 4-4: Vergleich der Luxationsverletzungen.

4.3.3 Fraktur- und Luxationsverletzungen

Insgesamt wiesen 43 Zähne Frakturen und Luxationsverletzungen in Kombination auf (Tab. 4-7). Davon waren 3 (7,0%) bzw. 40 (93,0%) Zähne der *primären* bzw. der *sekundären Dentition* zuzurechnen. Vorwiegend waren unkomplizierte Kronenfrakturen mit Subluxationen (n = 18; 42,0%) oder komplizierte Kronenfrakturen mit Subluxationen (n = 6; 14,0%) kombiniert. Die übrigen Kombinationen traten vergleichsweise selten auf.

Tab. 4-7: Häufigkeit und Art von kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss.

Art der Kombinationsverletzung	Milch- zähne		Bleibende Zähne		Σ	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Unkomplizierte Kronenfraktur/ Konkussion	--	--	5	(11,6)	5	(11,6)
Unkomplizierte Kronenfraktur/ Subluxation	2	(4,7)	16	(37,3)	18	(42,0)
Unkomplizierte Kronenfraktur/ Avulsion	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Komplizierte Kronenfraktur/ Konkussion	--	--	4	(9,3)	4	(9,3)
Komplizierte Kronenfraktur/ Subluxation	--	--	6	(14,0)	6	(14,0)
Komplizierte Kronenfraktur/ Extrusion	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Komplizierte Kronenfraktur/ Wurzelfraktur	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Komplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur/ Subluxation	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Wurzelfraktur/ Subluxation	--	--	2	(4,7)	2	(4,7)
Wurzelfraktur/ Extrusion	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Wurzelfraktur/ Laterale Luxation	1	(2,3)	1	(2,3)	2	(4,7)
Komplizierte Kronenfraktur/ Wurzelfraktur/ Subluxation	--	--	1	(2,3)	1	(2,3)
Σ	3	(7,0)	40	(93,0)	43	(100)

4.3.4 Weichteilverletzungen

Von den insgesamt 216 Patienten hatten 9 Patienten ausschließlich Weichteilverletzungen. Von den restlichen 207 Patienten mit Zahnverletzungen erlitten 90 Patienten zusätzlich eine Weichteilverletzung. Dabei handelte es sich extraoral überwiegend um Verletzungen der Lippen und des Kinns sowie intraoral vor allem um Verletzungen im Bereich der Gingiva und des Vestibulums im Oberkiefer. Während extraoral meist Schürf- und Platzwunden sowie Schwellungen diagnostiziert wurden, dominierten intraoral Hämatome.

4.3.5 Unfallort und Verletzungsart

Wird der Zusammenhang zwischen der Verletzungsart und des Unfallortes betrachtet (Tab. 4-8), wird deutlich, dass die dominierenden Verletzungsarten, die unkomplizierte sowie die komplizierte Kronenfraktur, an jedem Ort, außer in der Klinik, vorkamen. Konkussionen und Subluxationen fanden auffallend häufig in der Schule statt. Wohingegen sich schwerwiegendere Verletzungen wie beispielsweise die Intrusion und die Avulsion vor allem während der Freizeit und zu Hause ereigneten.

4.3.6 Unfallursache und Verletzungsart

Die Betrachtung der Verletzungsart im Zusammenhang mit der Unfallursache (Tab. 4-9) lässt erkennen, dass die dominierende Unfallursache „Sturz“ das komplette Spektrum der Fraktur- und Luxationsverletzungen nach sich zog. Schwerwiegendere Verletzungen wie die Intrusion oder die Avulsion waren auch hauptsächlich nach Stürzen zu sehen. Die Folgen von Unfällen beim Sport waren hauptsächlich unkomplizierte Kronenfrakturen. Allerdings kann auch das gesamte Spektrum an Luxationsverletzungen als Resultat eines Sportunfalls anzutreffen sein. Die Folgen von Rohheitsdelikten waren vor allem unkomplizierte Kronenfrakturen. Unfälle im Zusammenhang mit einer Intubationsnarkose waren ausnahmslos Luxationsverletzungen. Die insgesamt 411 Diagnosen ergeben sich aus den verunfallten Zähnen sowie den Weichteilverletzungen. Dabei sind Mehrfachnennungen aufgrund von kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen möglich.

Tab. 4-8: Die Verteilung des Unfallorts in Relation zur Verletzungsart. (Mehrfachnennungen wegen kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen).

Unfallfolge	Unfallort n (%)									
	Kindergarten	Schule	Arbeit	Freizeit	Zu Hause	Klinik	Sonstiges	Σ		
Unkomplizierte Kronenfraktur	5 (1,2)	46 (11,4)	4 (1,0)	61 (14,9)	28 (6,9)	--	8 (2,0)	152 (37,3)		
Komplizierte Kronenfraktur	1 (0,2)	15 (3,5)	1 (0,2)	17 (4,2)	3 (0,7)	--	3 (0,7)	40 (9,8)		
Kronen-Wurzel-Fraktur	--	2 (0,5)	--	6 (1,5)	--	--	--	8 (2,0)		
Wurzelfraktur	3 (0,7)	7 (1,7)	--	5 (1,2)	4 (1,0)	--	--	19 (4,6)		
Konkussion/ Subluxation	17 (4,2)	30 (7,4)	1 (0,2)	20 (4,9)	10 (2,4)	3 (0,7)	2 (0,5)	83 (20,2)		
Extrusion	1 (0,2)	4 (1,0)	--	7 (1,7)	7 (1,7)	--	--	19 (4,6)		
Laterale Luxation	10 (2,4)	3 (0,7)	3 (0,7)	7 (1,7)	11 (2,7)	1 (0,2)	--	35 (8,4)		
Intrusion	7 (1,7)	1 (0,2)	--	6 (1,5)	13 (3,1)	--	1 (0,2)	28 (6,7)		
Avulsion	1 (0,2)	1 (0,2)	--	6 (1,5)	7 (1,7)	1 (0,2)	2 (0,5)	18 (4,3)		
Weichteilverletzung	1 (0,2)	2 (0,5)	1 (0,2)	--	5 (1,1)	--	--	9 (2,1)		
Σ	46 (11,0)	111 (27,2)	10 (2,4)	135 (33,2)	88 (21,4)	5 (1,2)	16 (3,8)	411 (100)		

Tab. 4-9: Die Verteilung der Unfallursache in Relation zur Verletzungsart. (Mehrfachnennungen wegen kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen).

Unfallfolge	Unfallursache n (%)									
	Sturz	Schlag	Sport	Verkehr	Rohheitsdelikt	Synkope	ITN-Trauma	Sonstiges	Σ	
Unkomplizierte Kronenfraktur	65 (15,9)	25 (6,2)	30 (7,4)	16 (3,8)	6 (1,5)	3 (0,7)	--	7 (1,7)	152 (37,3)	
Komplizierte Kronenfraktur	18 (4,4)	6 (1,5)	7 (1,7)	6 (1,5)	--	--	--	3 (0,7)	40 (9,8)	
Kronen-Wurzel-Frakturen	--	3 (0,7)	4 (1,0)	1 (0,2)	--	--	--	--	8 (2,0)	
Wurzelfraktur	10 (2,4)	5 (1,2)	1 (0,2)	1 (0,2)	--	2 (0,5)	--	--	19 (4,6)	
Konkussion/ Subluxation	49 (12,0)	15 (3,5)	8 (2,0)	4 (1,0)	2 (0,5)	1 (0,2)	3 (0,7)	1 (0,2)	83 (20,2)	
Extrusion	9 (2,2)	1 (0,2)	5 (1,2)	4 (1,0)	--	--	--	--	19 (4,6)	
Laterale Luxation	14 (3,4)	6 (1,5)	9 (2,2)	3 (0,7)	--	1 (0,2)	1 (0,2)	1 (0,2)	35 (8,4)	
Intrusion	24 (5,8)	3 (0,7)	1 (0,2)	--	--	--	--	--	28 (6,7)	
Avulsion	11 (2,7)	3 (0,7)	1 (0,2)	--	--	--	1 (0,2)	2 (0,5)	18 (4,3)	
Weichteilverletzung	7 (1,7)	1 (0,2)	--	--	--	--	--	1 (0,2)	9 (2,1)	
Σ	207 (50,5)	68 (16,6)	66 (16,0)	35 (8,6)	8 (2,0)	7(1,7)	5 (1,2)	15 (3,5)	411 (100)	

4.4 Beschreibung der Therapie

4.4.1 Maßnahmen bei der Erstversorgung von Frakturverletzungen

Die Primärversorgung traumatischer Zahnverletzungen erfolgte immer in Abhängigkeit von der jeweiligen Verletzungsart sowie vom jeweiligen Verletzungsgrad (Tab. 4-10). Beim Vergleich der Therapie von *Milchzähnen* mit der Therapie von *bleibenden Zähnen* wird deutlich, dass bei *Milchzähnen* das Abwarten und Beobachten die am häufigsten gewählte Therapiemethode darstellte.

Endodontische Therapiemaßnahmen wurden fast ausschließlich im *bleibenden Gebiss* durchgeführt. Dabei reichten die angewandten Maßnahmen von der indirekten bzw. direkten Überkappung über die partielle bzw. totale Vitalamputation bis hin zur Trepanation und Pulpaexstirpation. In Bezug auf die Verletzungsart dominierte bei den unkomplizierten Kronenfrakturen der Pulpaschutz und bei den komplizierten Kronenfrakturen die direkte Überkappung. Komplizierte Kronenfrakturen wiesen zudem gleichhäufig partielle Vitalamputationen und Pulpaexstirpationen auf.

Restaurative Maßnahmen, wie provisorische (Versorgung der Dentinwunde, Glätten von Bruchflächen, Anfertigung provisorischer Restaurationen zur Wiederherstellung der Zahnform) oder definitive Versorgung (Kompositaufbauten oder die adhäsive Wiederbefestigung von Zahnfragmenten), fanden sowohl im *Milchgebiss* als auch im *bleibenden Gebiss* nach Frakturverletzungen statt. 60,5% der *bleibenden Zähne* wurden nach unkomplizierten Kronenfrakturen während der Erstversorgung definitiv versorgt. Fast ebenso viele, 57,9% der *bleibenden Zähne*, konnten nach komplizierten Kronenfrakturen während der Erstversorgung definitiv versorgt werden. Die übrigen Zähne wurden provisorisch versorgt. Nur fünf *bleibende Zähne* nach unkomplizierter Kronenfraktur sowie ein *bleibender Zahn* nach komplizierter Kronenfraktur konnten im Rahmen der Erstversorgung nicht behandelt werden.

Repositionierende Therapiemaßnahmen fanden fast ausschließlich im *bleibenden Gebiss* statt: Einmal in Folge einer komplizierten Kronen-Wurzel-Fraktur sowie neunmal nach Wurzelfrakturen. Einmal wurde ein *Milchzahn* nach einer Wurzelfraktur repositioniert und geschient. Extrahiert werden mussten zum Zeitpunkt der Erstversorgung fünf *Milchzähne* nach Wurzelfrakturen sowie zwei *bleibende Zähne*: Einmal nach komplizierter Kronenfraktur sowie einmal nach einer Wurzelfraktur.

4.4.2 Maßnahmen bei der Erstversorgung von Luxationsverletzungen

Die abwartende und beobachtende Therapiehaltung im *Milchgebiss* wird im Fall von Luxationsverletzungen noch deutlicher im Vergleich zu Frakturverletzungen (Tab. 4-11). Eine antibiotische Begleittherapie fand im *Milchgebiss* nur vereinzelt statt. Im *bleibenden Gebiss* wurde nach Extrusionen (42,9%), nach Intrusionen (50,0%) sowie nach Avulsionen (58,3%) in circa 50% der Fälle ein Antibiotikum verschrieben. Dabei kamen bevorzugt Tetracycline und Oralpenicilline, seltener Aminopenicilline und Lincomycine zum Einsatz.

Endodontische Therapiemaßnahmen im Sinne von Trepanationen oder Pulpaexstirpationen wurden zum Zeitpunkt der Erstversorgung nur einmal an einem *Milchzahn* nach einer lateralen Luxation durchgeführt. Kein *bleibender Zahn* wurde zum Zeitpunkt der Erstversorgung trepaniert. Wird der Zeitraum von vier Wochen nach der Erstversorgung betrachtet, so mussten weitere zwei Exstirpationen nach einer Subluxation, sechs Exstirpationen nach Extrusionen sowie jeweils vier Exstirpationen nach lateralen Luxationen bzw. nach Avulsionen in der *bleibenden Dentition* durchgeführt werden.

Repositionierende Therapiemaßnahmen fanden vorwiegend an *bleibenden Zähnen* statt. Alle extrudierten und lateral luxierten *bleibenden Zähne* wurden repositioniert bzw. geschient. Ebenso alle bis auf einen der *Zähne* mit Avulsionen. Die Hälfte aller *bleibenden Zähne* mit einer Subluxation wurde ebenfalls repositioniert bzw. geschient. 2 von 18 *Milchzähnen* wurden nach einer lateralen Luxation repositioniert bzw. geschient.

Extrahiert wurden zum Zeitpunkt der Erstversorgung ein subluxierter *Milchzahn* und ein intrudierter *bleibender Zahn*. Innerhalb von vier Wochen nach Erstversorgung wurden weitere vier *bleibende Zähne* nach Avulsionen sowie ein subluxierter *Milchzahn* extrahiert.

Tab. 4-10: Maßnahmen bei der Erstversorgung von Frakturverletzungen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss.

Diagnose		Unkomplizierte Kronenfraktur*		Komplizierte Kronenfraktur		Unkomplizierte KWF		Komplizierte KWF		Wurzel-Fraktur	
Therapie-möglichkeit	Therapiewahl	MZ 10 (100)	BZ 142 (100)	MZ 2 (100)	BZ 38 (100)	MZ --	BZ 3 (100)	MZ --	BZ 5 (100)	MZ 6 (100)	BZ 13 (100)
Endodontische Versorgung	Pulpaschutz	--	15 (10,6)	--	--	--	3 (100)	--	--	--	--
	Direkte Überkappung	--	--	--	17 (44,7)	--	--	--	--	--	1 (7,7)
	VitA part. MTA/ Ca(OH) ₂	--	--	--	7 (18,4)	--	--	--	1 (20,0)	--	1 (7,7)
	VitA MTA/ Ca(OH) ₂	--	--	1 (50,0)	3 (8,0)	--	--	--	1 (20,0)	--	--
	Trepanation/Exstirpation	--	1 (0,7)	--	7 (18,4)	--	--	--	2 (40,0)	--	3 (23,1)
	Keine Therapie	10 (100)	126 (88,7)	1 (50,0)	4 (10,5)	--	--	--	1 (20,0)	6 (100)	8 (61,5)
Restaurative Versorgung	Provisorische Versorgung	7 (70,0)	51 (36,0)	2 (100)	15 (39,5)	--	2 (66,7)	--	1 (20,0)	--	5 (38,5)
	Definitive Versorgung										
	- Aufbau Komposit	2 (20,0)	55 (38,7)	--	9 (23,7)	--	--	--	1 (20,0)	--	--
	- Adhäsive Wiederbefestigung	--	31 (21,8)	--	13 (34,2)	--	1 (33,3)	--	2 (40,0)	--	--
	Keine Therapie	1 (10,0)	5 (3,5)	--	1 (2,6)	--	--	--	1 (20,0)	6 (100)	8 (61,5)
Reposition	Reposition & Schienung	--	--	--	--	---	--	--	1 (20,0)	1 (16,7)	9 (69,2)
	Keine Therapie	10 (100)	142 (100)	2 (100)	38 (100)	--	--	--	4 (80,0)	5 (83,3)	4 (30,8)
Extraktion	Extraktion	--	--	--	1 (2,6)	--	--	--	--	5 (83,3)	1 (7,7)
	Entfernung koronales Fragment	--	--	--	--	--	1 (33,3)	--	3 (60,0)	--	3 (23,1)
	Keine Therapie	10 (100)	142 (100)	2 (100)	37 (97,4)	--	2 (66,7)	--	2 (40,0)	1 (16,7)	9 (69,2)
Σ		10 (100)	142 (100)	2 (100)	38 (100)	--	3 (100)	--	5 (100)	6 (100)	13 (100)

* inkl. Schmelzfissur n=3

Tab. 4-11: Maßnahmen bei der Erstversorgung von Luxationsverletzungen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss.

Diagnose		Kokkussion		Subluxation		Extrusion		Laterale Luxation		Intrusion		Avulsion	
Therapie- möglichkeit	Therapiewahl	MZ 3 (100)	BZ 20 (100)	MZ 15 (100)	BZ 45 (100)	MZ 5 (100)	BZ 14 (100)	MZ 18 (100)	BZ 17 (100)	MZ 24 (100)	BZ 4 (100)	MZ 6 (100)	BZ 12 (100)
Beobachtung	Beobachtung	3 (100)	20 (100)	13 (86,7)	5 (11,1)	2 (40,0)	--	14 (77,8)	--	18 (75,5)	1 (25,0)	--	--
Antibiotische Therapie	Antibiotika	--	--	1 (6,7)	6 (13,3)	3 (60,0)	6 (42,9)	2 (11,1)	5 (29,4)	6 (25,0)	2 (50,0)	--	7 (58,3)
	Keine Therapie	3 (100)	20 (100)	14 (93,3)	39 (86,6)	2 (40,0)	8 (57,1)	16 (88,9)	12 (70,6)	12 (50,0)	2 (50,0)	6 (100)	5 (41,7)
Endodontische Versorgung	Trepanation/ Exstirpation	--	--	--	--	--	--	1 (5,6)	--	--	--	--	--
	Trepanation/ Exstirpation innerhalb 4 Wochen	--	--	--	2 (4,4)	--	6 (42,9)	--	4 (23,5)	--	--	--	4 (33,3)
	Keine Therapie	3 (100)	20 (100)	15 (100)	43 (95,6)	5 (100)	8 (57,1)	17 (94,4)	13 (76,5)	24 (100)	4 (100)	6 (100)	8 (66,7)
Reposition	Reposition & Schienung	--	--	--	22 (48,9)	--	14 (100)	2 (11,1)	17 (100)	--	--	--	11 (91,7)
	Keine Therapie	3 (100)	20 (100)	15 (100)	23 (51,1)	5 (100)	--	16 (88,9)	--	24 (100)	4 (100)	6 (100)	1 (8,3)
Extraktion	Extraktion	--	--	1 (6,7)	--	--	--	--	--	--	1 (25,0)	--	--
	Extraktion innerhalb 4 Wochen	--	--	1 (6,7)	--	--	--	--	--	--	--	--	4 (33,3)
	Keine Therapie	3 (100)	20 (100)	13 (86,6)	45 (100)	5 (100)	14 (100)	18 (100)	17 (100)	24 (100)	3 (75,0)	6 (100)	8 (66,7)
Σ		3 (100)	20 (100)	15 (100)	45 (100)	5 (100)	14 (100)	18 (100)	17 (100)	24 (100)	4 (100)	6 (100)	12 (100)

4.4.3 Verwendete Schienungen und Schienungsdauer im Überblick

70 Zähne (100%) erhielten infolge der unfallbedingten Zahnverletzung eine Schienung (Tab. 4-12). Davon handelte es sich in nur 3 Fällen (4,2%) um *Milchzähne* und bei den restlichen 67 Zähnen (95,8%) um *bleibende Zähne*. Die meisten Zähne wurden bis zu zwei Wochen (n = 25) geschient. Im Durchschnitt dauerte die Schienung 8,1 Tage. In 17 Fällen konnte die genaue Schienungszeit nicht mehr eruiert werden. Bei den angewandten Schienungstypen ergab sich folgende Reihung: Titan-Trauma-Splinte (n = 28; 40,0%), Draht-Komposit-Schienen (n = 27; 38,6%), interdentale Verblockung (n = 8; 11,4%), Drahtligatur oder Miniplast-Schiene (n = 4; 5,7%) und Bracketschiene (n = 3; 4,3%). Bei der Anwendung der TTS konnte ein deutlicher Anstieg im Zeitraum von 2004 bis 2008 verzeichnet werden.

Tab. 4-12: Überblick der Schienungsdauer.

Schienungsdauer in Tagen	Milchzähne		Bleibende Zähne		Σ	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
1 - 7	1	(1,4)	5	(7,1)	6	(8,5)
8 - 14	1	(1,4)	18	(25,8)	19	(27,2)
15 - 21	1	(1,4)	8	(11,4)	9	(12,8)
22 - 28	--		3	(4,3)	3	(4,3)
29 - 35	--		4	(5,7)	4	(5,7)
> 35	--		12	(17,2)	12	(17,2)
Keine Angaben	--		17	(24,3)	17	(24,3)
Σ	3	(4,2)	67	(95,8)	70	(100)

4.4.4 Therapieentscheidung gemäß den IADT-Empfehlungen

Die gewählten Therapiemaßnahmen bei der Erstversorgung wurden mit den aktuellen Empfehlungen der IADT (2001 und 2007) verglichen und demnach als konform oder als nicht konform zu den Empfehlungen der IADT bewertet. Als unklar wurden Fälle gewertet, in denen valide Angaben zur Diagnostik und/oder Therapie fehlten. Der Tab. 4-13 sind die entsprechenden Ergebnisse der Ambulanz, der Hauszahnärzte und anderer Kliniken beziehungsweise anderer Ärzte im Vergleich zu entnehmen. Von den insgesamt 361 Zähnen (100%) wurden 279 (77,4%) in der Ambulanz, 43 (11,8%) von Hauszahnärzten und 39 (10,8%) von anderen Kliniken behandelt. Dabei wurden insgesamt 322 Zähne (89,1%) gemäß den aktuellen Empfehlungen der IADT und 17

Zähne (4,7%) nicht konform zu den Empfehlungen der IADT therapiert. Bei den restlichen 22 Zähnen (6,2%) konnte keine eindeutige Zuordnung getroffen werden. Auffallend ist, dass in der Ambulanz der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie in nur einem Fall (0,3%) eine nicht IADT-konforme Behandlung durchgeführt wurde, wohingegen Hauszahnärzte und andere Kliniken bzw. Ärzte jeweils 8 (2,2%) nicht IADT-konforme Behandlungen zu verzeichnen hatten. Folglich wurden von den in der Ambulanz behandelten Zähnen insgesamt 94,3% konform zu den Empfehlungen der IADT behandelt. Bei den Hauszahnärzten waren es 69,7% und in anderen Kliniken 74,3% der Zähne, die eine Behandlung gemäß den aktuellen Empfehlungen der IADT erhielten.

Tab. 4-13: Zusammenhang Behandlungsort und Therapieentscheidung.

Behandlungsort	Therapieentscheidung				Σ	
	IADT-konform		Nicht IADT-konform			Unklar
	n	(%)	n	(%)		n (%)
Ambulanz	263	(72,9)	1	(0,3)	15 (4,2)	279 (77,4)
Hauszahnarzt	30	(8,2)	8	(2,2)	5 (1,4)	43 (11,8)
Andere Klinik	29	(8,0)	8	(2,2)	2 (0,6)	39 (10,8)
Σ	322	(89,1)	17	(4,7)	22 (6,2)	361 (100)

4.5 Beschreibung der Komplikationen

4.5.1 Komplikationen

An 55 (15,2%) der 361 traumatisierten Zähne wurden Komplikationen notiert. Betroffen waren 5 *Milchzähne* und 50 *bleibende Zähne*. Dabei konnte ein Zahn mehrere Komplikationen gleichzeitig aufweisen, so dass insgesamt 84 Komplikationen zu notieren waren (Abb. 4-5). In zunehmender Häufigkeit der aufgetretenen Komplikationen ergab sich dabei folgende Reihung: kein weiter fortschreitendes Wurzelwachstum, Ankylose, Zystenbildung, Verlust der Sensibilität, Schmerzen, Resorptionen, unerkannte Fraktur, Verfärbungen, Fistelung, Zahnverlust, erhöhte Mobilität, Parodontitis apikalis und Füllungsverlust.

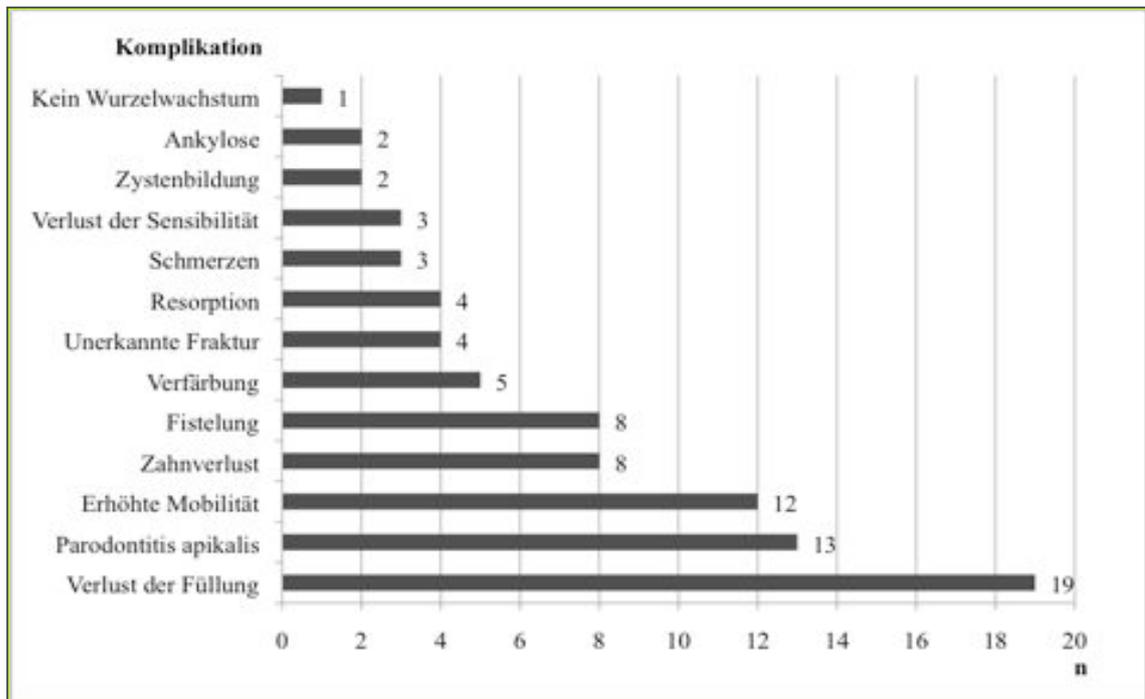


Abb. 4-5: Arten der aufgetretenen Komplikationen.

4.5.2 Zusammenhang Verletzungsart und Komplikation

Die nachfolgende Tab. 4-14 liefert einen Überblick bezüglich der aufgetretenen Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose. Bei den *Milchzähnen* traten Komplikationen vor allem nach kombinierten Verletzungsarten ($n = 4$) auf. In der *bleibenden Dentition* wurde die größte Anzahl an Komplikationen nach unkomplizierten Kronen-(Wurzel)-Frakturen ($n = 19$), lateralen Luxationen ($n = 13$), Avulsionen ($n = 12$), kombinierten Verletzungsarten ($n = 10$) oder Konkussionen/Subluxationen ($n = 9$) notiert. Kaum Komplikationen traten nach Extrusionen sowie nach komplizierten Kronen-(Wurzel)-Frakturen auf. In der Folge von Wurzelfrakturen und Intrusionen wurden keinerlei Komplikationen beobachtet. Allerdings waren dies auch seltene Ereignisse.

Im Vergleich dazu zeigt Tab. 4-15 die relative Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose an *Milchzähnen*. Im *Milchgebiss* hatten vor allem kombinierte Verletzungsarten Komplikationen zur Folge. Bei Betrachtung der relativen Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose am *bleibenden Zahn* (Tab. 4-16) fällt auf, dass hauptsächlich nach Avulsionen (50,0%), nach komplizierten Kronen-Wurzel-Frakturen (40,0%) sowie nach lateralen Luxationen (35,3%) Komplikationen notiert wurden.

Tab. 4-14: Aufgetretene Komplikationen nach einem Zahnunfall in Abhängigkeit der Primärdiagnose am Milch- und bleibenden Zahn.

Komplikation	Unkomplizierte Kronen-(Wurzel)-Fraktur		Komplizierte Kronen-Fraktur		Komplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur		Konkussion/Subluxation		Extrusion		Laterale Luxation		Avulsion		Unbekannte Verletzungsart		Kombinierte Verletzungsart		Wurzelfraktur		Intrusion	
	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ	MZ	BZ
Schmerzen n=3	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--
Vipr negativ n=3	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	--	--	--	--	--	--
Unerkannte Fraktur n=4	--	--	--	1	--	--	--	2	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fllg. Verlust n=19	1	11	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	5	--	--	--	--
Ankylose n=2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--
Resorption n=4	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--
Erhöhte Mobilität n=12	--	--	--	--	--	--	--	6	--	--	--	4	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--
Parodontitis apikalis n=13	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	1	--	2	1	3	--	--	--	--
Fistelung n=8	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1	--	1	--	1	--	2	1	1	--	--	--	--
Kein Wurzelwachstum n=1	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Verfärbung n=5	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1	--	--	--	1	--	--	1	1	--	--	--	--
Zahnverlust n=8	--	--	--	1	--	1	1	--	--	--	--	4	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--
Zystenbildung n=2	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Σ n=84	1	19	--	3	--	3	1	9	--	2	1	13	--	12	--	6	4	10	--	--	--	--

Tab. 4-15: Relative Häufigkeiten von Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose am Milchzahn.

Art der Verletzung	Unkomplizierte Kronen-(Wurzel)-Fraktur n = 10	Komplizierte Kronenfraktur n = 2	Komplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur n = 0	Konkussion/ Subluxation n = 18	Extrusion n = 5	Laterale Luxation n = 18	Avulsion n = 6	Unbekannte Verletzungsart n = 0	Kombinierte Verletzungsart n = 3
n Zähne (n=5)	1	--	--	1	--	1	--	--	2
% (Zähne)	10,0	--	--	5,5	--	5,5	--	--	66,6

Tab. 4-16: Relative Häufigkeiten von Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose am bleibenden Zahn.

Art der Verletzung	Unkomplizierte Kronen-(Wurzel)-Fraktur* n = 145	Komplizierte Kronenfraktur n = 38	Komplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur n = 5	Konkussion/ Subluxation n = 65	Extrusion n = 14	Laterale Luxation n = 17	Avulsion n = 12	Unbekannte Verletzungsart n = 2	Kombinierte Verletzungsart n = 40
n Zähne (n=50)	16	2	2	9	1	6	6	2	6
% (Zähne)	11,0	5,3	40,0	13,8	7,1	35,3	50,0	100	15,0

* incl. Schmelzfissur

4.6 Zusammenhang Therapieentscheidung und Komplikation

Weiter galt es zu evaluieren, ob ein Zusammenhang zwischen der Art der durchgeführten Therapie und dem Auftreten von Komplikationen bestand (Tab. 4-17). Von den insgesamt 322 Zähnen, die IADT-konform therapiert wurden, traten bei 107 Zähnen (33,2%) keine Komplikationen auf. Bei 40 Zähnen (12,4%) ist es zu Komplikationen gekommen. Da sich nicht alle Patienten in einer regelmäßigen Verlaufskontrolle in der Zahnklinik befanden, ist bei den restlichen 175 Zähnen (54,3%) nicht bekannt, ob es Folgebeschwerden gab. Bei 8 (47,0%) der 17 nicht IADT-konform behandelten Zähne kam es zu Komplikationen. Bei den übrigen 9 Zähnen (53,0%) ist nicht bekannt, ob Probleme in Folge der Zahnverletzung auftraten. Von den 22 Zähnen, bei denen keine klare Entscheidung bezüglich IADT-konform oder nicht getroffen werden konnte, folgten bei 7 Zähnen (31,8%) Komplikationen.

Tab. 4-17: Zusammenhang IADT-konforme Therapie und Komplikationen.

Therapieentscheidung	Komplikationen ja/nein				Σ			
	Komplikation ja		Komplikation nein				Keine Nachkontrolle	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
IADT-konform	40	(12,4)	107	(33,2)	175	(54,3)	322	(100)
Nicht IADT-konform	8	(47,0)	--		9	(53,0)	17	(100)
Unklar	7	(31,8)	3	(13,6)	12	(54,5)	22	(100)
Σ	55	(15,2)	110	(30,5)	196	(54,3)	361	(100)

4.7 Ergebnisse der Nachuntersuchung

Insgesamt konnten 122 Patienten mit 215 traumatisierten Zähnen nachuntersucht werden. Davon waren 49 *Milchzähne* und 166 *bleibende Zähne*. Die Nachbeobachtungszeit für den Zahn betrug mindestens 1 Monat und im Maximalfall 67 Monate. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit lag bei 23,2 Monaten. In den folgenden Diagrammen werden die Ergebnisse der Nachuntersuchung gemäß der Kaplan-Meier-Statistik dargestellt. Sowohl die Überlebenszeit der Pulpa als auch die Überlebenszeit des Zahnes werden in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Verletzungsart dargestellt. Im Fall der unkomplizierten Kronenfrakturen wurden Schmelzfissur, unkomplizierte Kronenfraktur sowie unkomplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur zusammengefasst. Zu den komplizierten Frakturverletzungen zählten komplizierte Kronenfrakturen, komplizierte Kronen-Wurzel-Frakturen sowie

Wurzelfrakturen. Bei den Luxationsverletzungen wurden alle Subtypen zusammengefasst. Aufgrund der geringen Fallzahlen (n=18) wurde auf eine Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeiten von Frakturverletzungen an Milchzähnen verzichtet. Die Analyse bzgl. der Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa am *Milchzahn* nach Luxationsverletzungen (Abb. 4-6) zeigte mögliche Vitalitätsverluste innerhalb der ersten beiden Jahre nach dem Unfallereignis. Entsprechend der maximalen Beobachtungszeit von 36 Monaten konnte eine Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa von 64,1% ermittelt werden. Zahnverluste (Abb. 4-7) hingegen wurden innerhalb der ersten eineinhalb Jahre gehäuft erfasst. Dabei dominierten Zahnverluste nach Extrusionen und Intrusionen. Woraus sich nach 36 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 68,4% für den Milchzahn ergab.

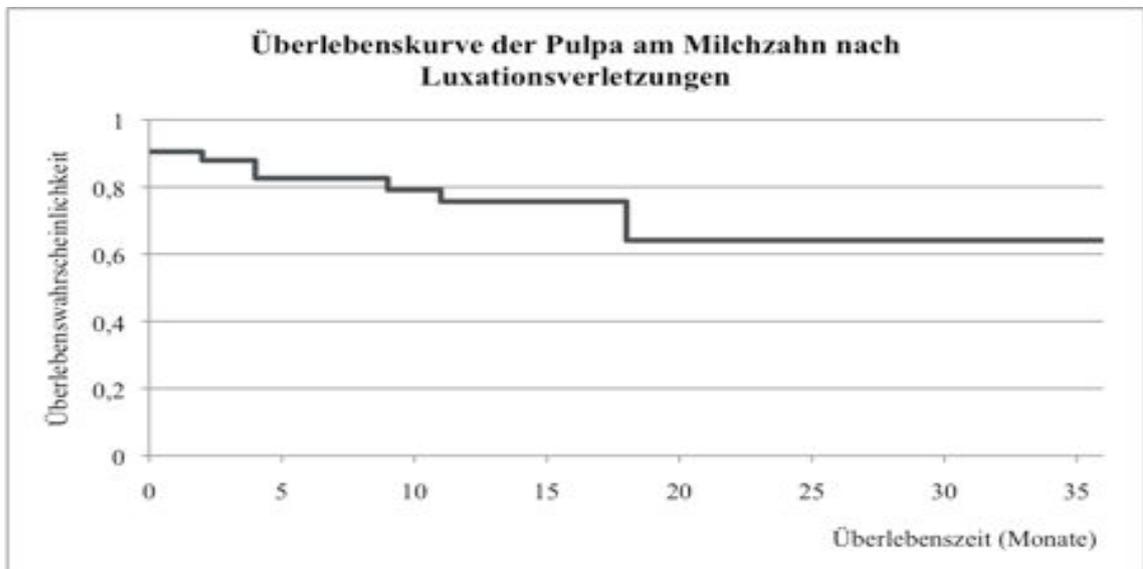


Abb. 4-6: Überlebenskurve Pulpa am Milchzahn nach Luxationsverletzungen.

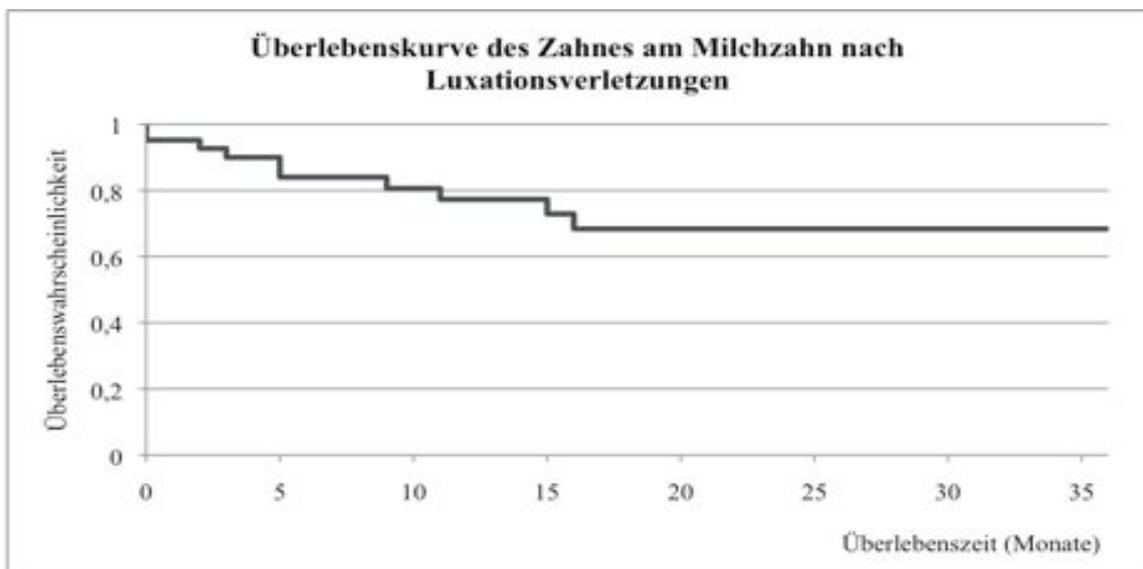


Abb. 4-7: Überlebenskurve Zahn am Milchzahn nach Luxationsverletzungen.

Abb. 4-8 und Abb. 4-9 zeigen die Überlebenswahrscheinlichkeiten am *bleibenden Zahn* nach unkomplizierten Kronenfrakturen. Hier wurde deutlich, dass vor allem innerhalb des ersten Jahres mit Vitalitätsverlusten zu rechnen ist. Auffallend ist jedoch weiter, dass auch nach 51 Monaten Vitalitätsverluste möglich sind. Insgesamt betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa nach 65 Monaten 66,8%. Innerhalb der genannten Beobachtungszeit kam es zu keinem Zahnverlust, woraus eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 100% für den Zahn geschlossen werden kann.

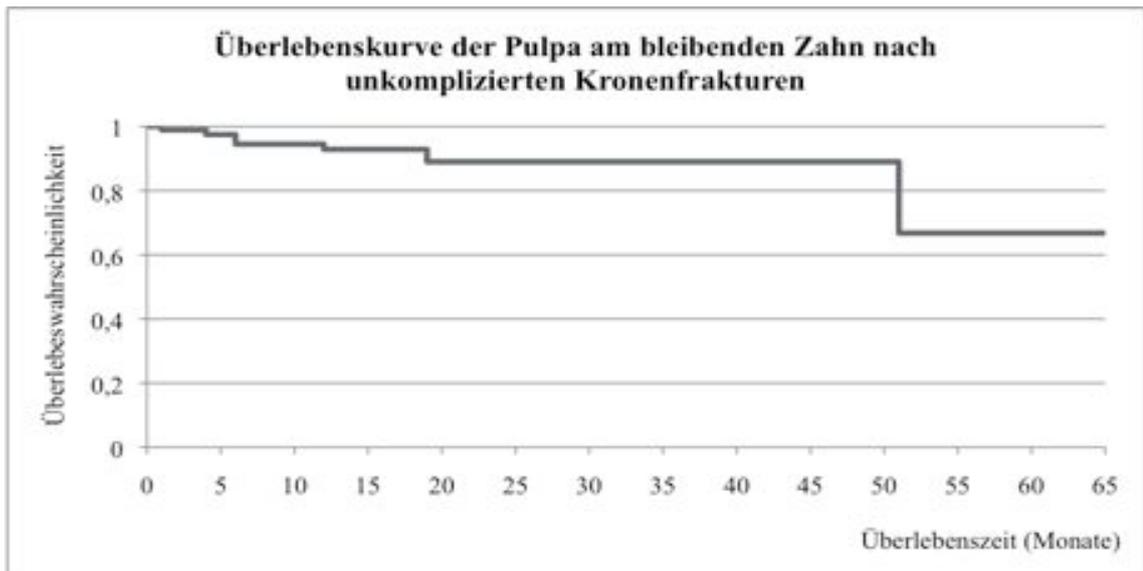


Abb. 4-8: Überlebenskurve Pulpa am bleibenden Zahn nach unkomplizierten Kronenfrakturen.

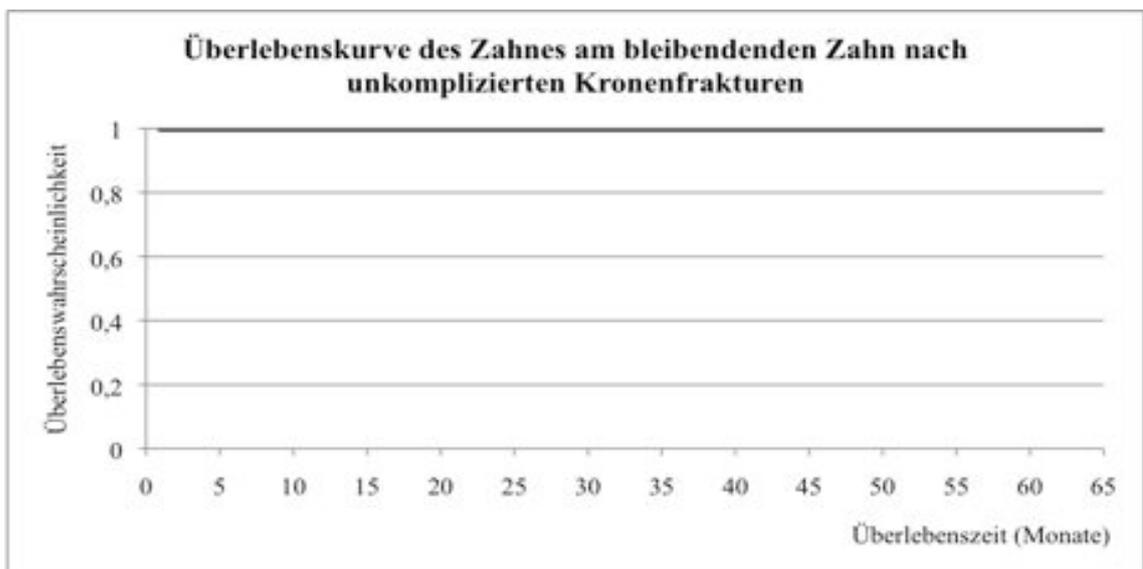


Abb. 4-9: Überlebenskurve Zahn am bleibenden Zahn nach unkomplizierten Kronenfrakturen.

Bei Betrachtung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa am *bleibenden Zahn* nach komplizierten Kronenfrakturen (Abb. 4-10), liegt das Augenmerk neben den Vitalitätsverlusten direkt am Unfalltag auf den ersten sechs Monaten nach dem Unfallereignis. Ähnlich wie bei der unkomplizierten Kronenfraktur folgt dann eine Phase der Stagnation, gefolgt von möglichen späteren Vitalitätsverlusten. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa betrug nach 67 Monaten 52,9%. Nur ein Zahn ging bereits nach einem Monat verloren. Somit ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit für den Zahn von 95,7% (Abb. 4-11).

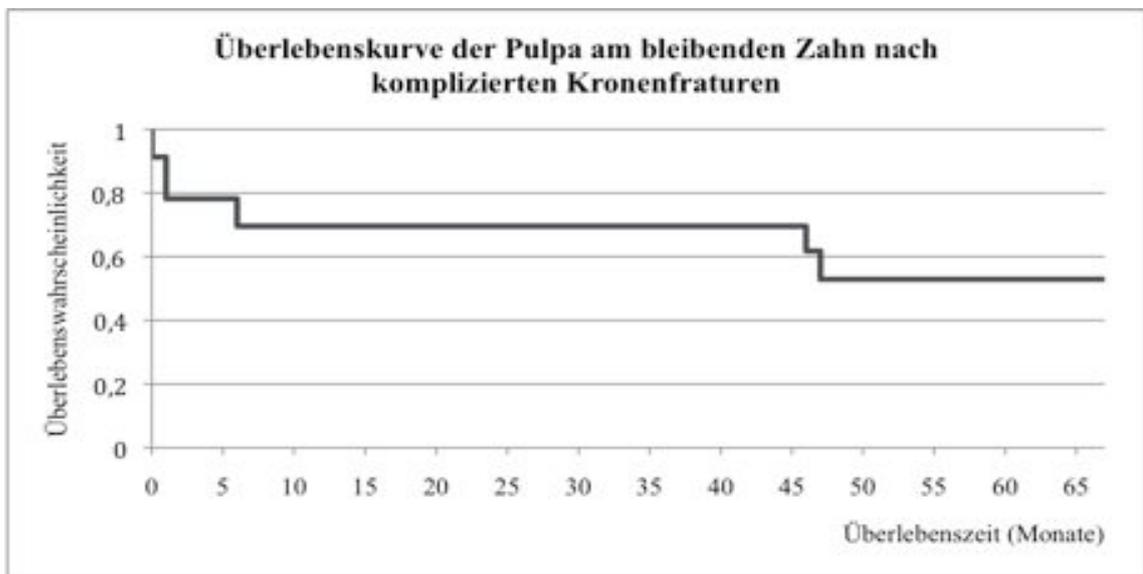


Abb. 4-10: Überlebenskurve Pulpa am bleibenden Zahn nach kompl. Kronenfrakturen.

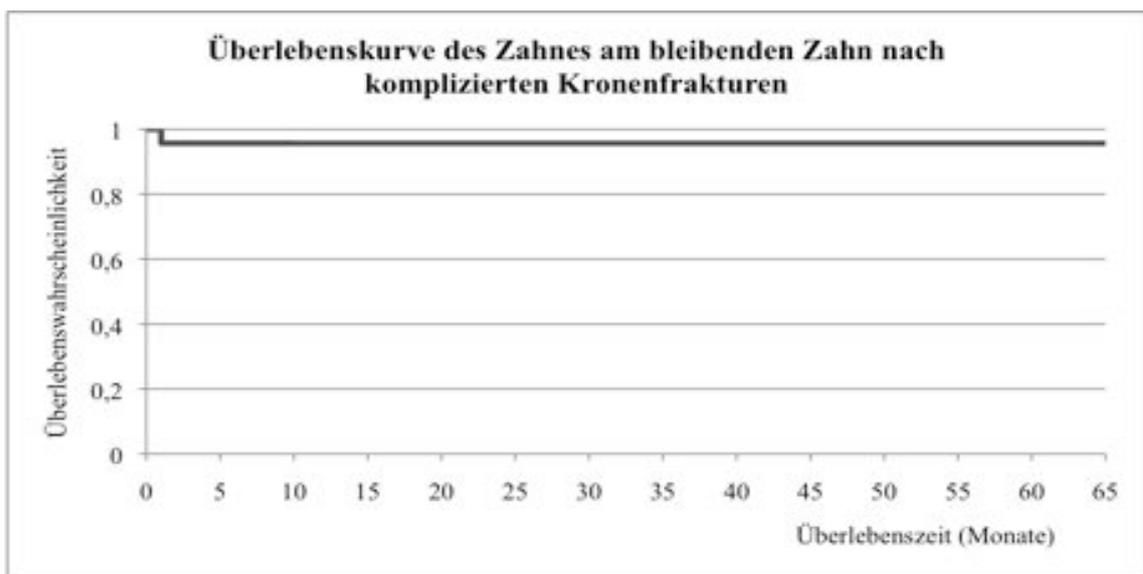


Abb. 4-11: Überlebenskurve Zahn am bleibenden Zahn nach kompl. Kronenfrakturen.

Die Auswertung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa am *bleibenden Zahn* nach Luxationsverletzungen (Abb. 4-12) ergab, dass mit Vitalitätsverlusten zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu rechnen ist. Sofort, als Folge des Abrisses der Pulpa am Foramen apikale, innerhalb der ersten sechs Monate sowie bis zu zwei Jahre nach dem Unfallereignis. Entsprechend der Kaplan-Meier-Kurve wurden Vitalitätsverluste bis zu zwei Jahre nach dem Unfallereignis beobachtet. Dabei ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa von 62,6% nach 67 Monaten. Die Verlustrate von Zähnen nach Luxationsverletzungen (Abb. 4-13) ist im Vergleich zur Pulpa gering. Vor allem kurz nach dem Unfallereignis wurden Zahnverluste registriert. Insgesamt ergab sich daraus eine Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnes von 86,8% nach Luxationsverletzungen.

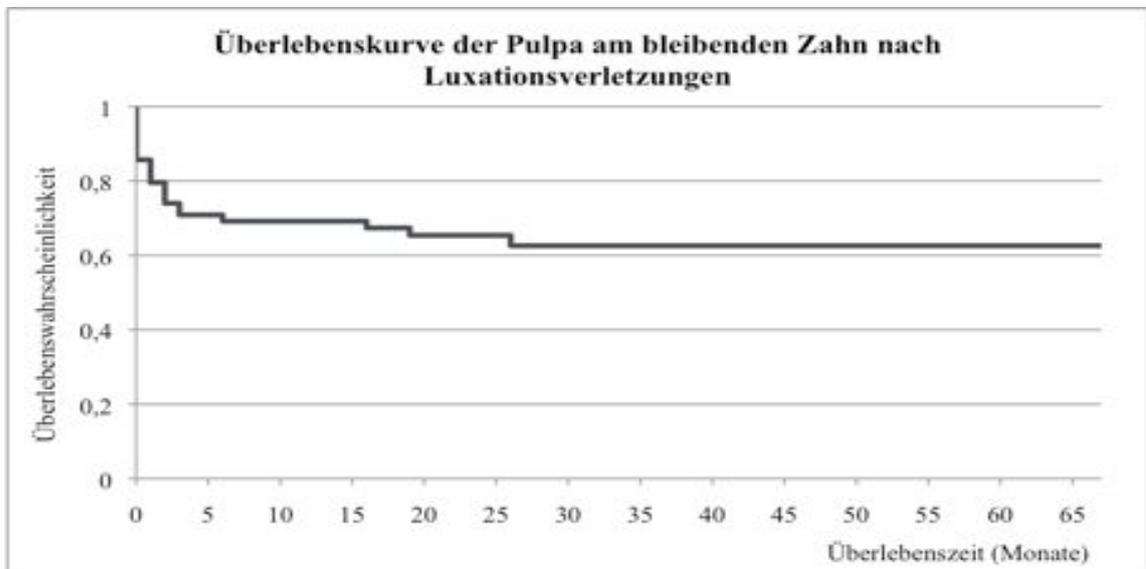


Abb. 4-12: Überlebenskurve Pulpa am bleibenden Zahn nach Luxationsverletzungen.

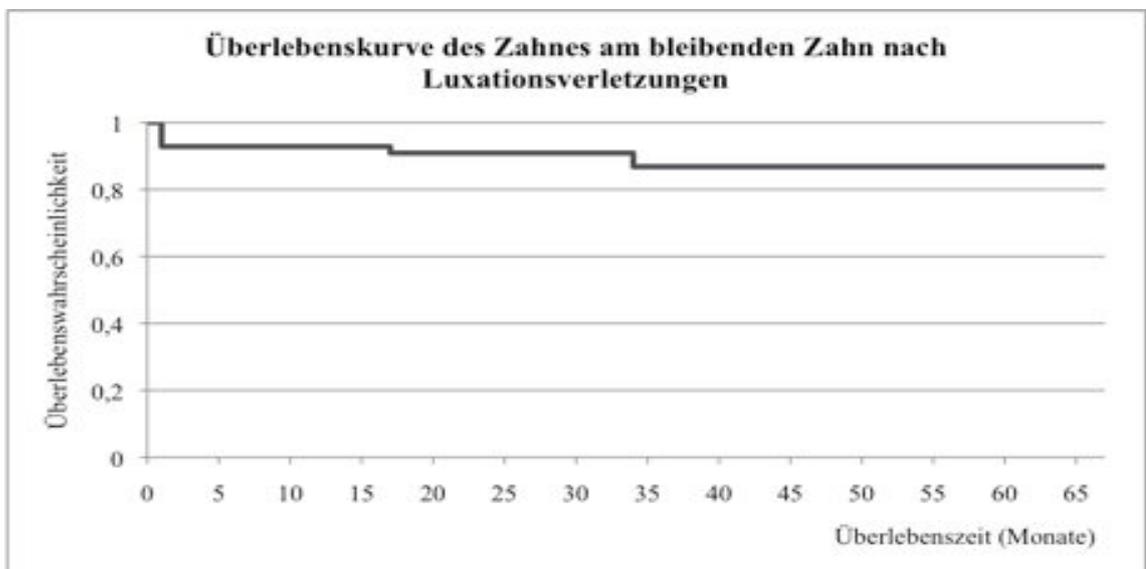


Abb. 4-13: Überlebenskurve Zahn am bleibenden Zahn nach Luxationsverletzungen.

5 Diskussion

5.1 Methodik der vorliegenden Untersuchung

Aus methodischer Sicht ist für die vorliegende retrospektive Auswertung hervorzuheben, dass nahezu alle Zahnärzte der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie bei der Diagnostik und der Therapie aller verunfallten Patienten die Empfehlungen der IADT aus den Jahren 2001 sowie 2007 umsetzten. Außerdem wurde jeder Patient, der die Poliklinik mit einer Zahnverletzung aufsuchte, zuerst systematisch anhand des standardisierten Unfallformulars (Abb. 1-2) der Poliklinik München untersucht und anschließend behandelt. Somit konnte von Anfang an eine einheitliche Vorgehensweise gewährleistet werden. Wie wichtig dieses Vorgehen ist, zeigte eine Untersuchung, in der ohne standardisierten Traumabogen im Durchschnitt nur 53,3% der nötigen Informationen gesammelt wurden (Andreasen und Andreasen, 1985). Hervorzuheben ist weiterhin die uneingeschränkte Möglichkeit innerhalb der Poliklinik konsiliarischen Rat und/oder Hilfe von erfahrenen Kollegen einzuholen.

Ein weiteres Kennzeichen der vorliegenden Untersuchung ist die für eine retrospektive Untersuchung vergleichsweise große Studiengruppe von insgesamt 216 Patienten. Ähnliche Studiendesigns untersuchten 92 Patienten (Sandalli et al., 2005), 147 Patienten (Saroglu und Sönmez, 2002) und 250 Patienten (Caldas und Burgos, 2001). Somit ordnet sich die vorliegende Untersuchung unter Berücksichtigung der Fallzahlen in das internationale Schrifttum ein.

5.2 Diagnostische Befunde

In die vorliegende Untersuchung wurden insgesamt 86 verunfallte Milchzähne sowie 275 verunfallte bleibende Zähne einbezogen. Das Alter der Patienten mit Zahnverletzungen lag zwischen 1 und 68 Jahren, wobei 75,9% der Untersuchten jünger als 14 Jahre waren und die Anzahl der behandelten Patienten ab 30 vergleichsweise gering ausfiel. Die Literaturangaben bzgl. der Häufigkeit betroffener *Altersgruppen* für Zahnverletzungen im Milchgebiss schwanken zwischen 0-6 Jahren (Granville-Garcia et al., 2006; Kramer et al., 2003; Oliveira et al., 2007; Rodriguez, 2007). In diesem Zeitfenster registrierte die vorliegende Untersuchung einen deutlichen Höhepunkt um das 2. Lebensjahr sowie sinkende Häufigkeiten bis zum 6. Lebensjahr. Weitgehend ähnliche Ergebnisse, mit dem Höhepunkt zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr, fanden sich auch bei Kramer et. al. (2003). Demgegenüber verzeichneten andere

Arbeitsgruppen eine ansteigende Häufigkeit mit zunehmendem Alter (Granville-Garcia et al., 2006; Oliveira et al., 2007).

Verletzungen in der bleibenden Dentition wurden in der vorliegenden Untersuchung gehäuft um das 8. Lebensjahr beobachtet, wobei ab dem 20. Lebensjahr ein erneuter Anstieg festzustellen war. Dies stimmt mit den in der Literatur gefundenen Ergebnissen überein. Dort wurden für Verletzungen im bleibenden Gebiss vor allem die Altersgruppen zwischen 6 und 14 Jahren genannt. Die jeweiligen Altersgipfel bei den einzelnen Untersuchungen variierten allerdings (Ekanayake und Perera, 2008; Sandalli et al., 2005; Saroglu und Sönmez, 2002). Ebenso fanden sich Untersuchungen, bei denen die Altersgruppe zwischen 16 und 25 Jahren dominierte (Love und Ponnambalam, 2008). Die Anzahl der behandelten Patienten ab 30 war in der gegenwärtigen Studie vergleichsweise gering. Diesen hier beobachteten Rückgang der Patientenzahlen mit steigendem Lebensalter bestätigten auch die Ergebnisse einer weiteren Untersuchung (Shulman und Peterson, 2004). Vor diesem Hintergrund erscheint es durchaus sinnvoll, Untersuchungen zu Zahnverletzungen primär auf Kinder und Jugendliche zu fokussieren. Andererseits ist jedoch aufzuführen, dass aufgrund der steigenden Lebenserwartung und einer zunehmenden Häufung älterer Menschen ein Anstieg von Zahnverletzungen in älteren Generationen denkbar ist. Diese These wird von einer Untersuchung untermauert, die von einer steigenden Zahl an Unfallverletzungen der Zähne bei älteren Menschen infolge von Stürzen berichtet (Thomson et al., 2003).

Bezüglich der *Geschlechterverteilung* wurde im Milchgebiss (~2:1) als auch im bleibenden Gebiss (~2:1) eine Dominanz der Jungen im Vergleich zu den Mädchen dokumentiert. Dieses Ergebnis findet sich in Übereinstimmung zu anderen Untersuchungen, welche eine ähnliche Geschlechterverteilung beobachteten (Lam et al., 2008; Love und Ponnambalam, 2008). Die Dominanz von Jungen könnte durch die „wilderer Spielarten“ und die im Allgemeinen aktiveren Verhaltensformen im Zusammenhang mit einer Zunahme verletzungsträchtigerer Trendsportarten, beispielsweise Skateboard fahren oder Inline-Skaten, erklärt werden. Andererseits beobachteten andere Arbeitsgruppen weder im Milchgebiss noch im bleibenden Gebiss statistisch signifikante Unterschiede bei der Geschlechterverteilung (Kramer et al., 2003; Oliveira et al., 2007; Tovo et al., 2004).

Wird die Anzahl verletzter *Zähne pro Patient* betrachtet, so stellte sich in der vorliegenden Untersuchung die Mehrheit der Patienten (45,4%) mit einem Trauma an

einem Einzelzahn vor. Etwas weniger Patienten (39,6%) erlitten einen Unfall mit zwei verunfallten Zähnen (Tab. 4-1). Diese Ergebnisse sind weitgehend identisch zu denen anderer Arbeitsgruppen, deren Werte zwischen 45% und 54% für einen einzigen verunfallten Zahn sowie zwischen 33% und 46% für zwei verunfallte Zähne lagen (Ekanayake und Perera, 2008; Gulinelli et al., 2008; Saroglu und Sönmez, 2002). Komplexe Traumata unter Mitbeteiligung von mehreren Zähnen (>2) waren seltener anzutreffen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die meisten Patienten wenige verunfallte Zähne aufweisen und nur wenige Patienten mit mehreren verunfallten Zähnen vorstellig werden. Allerdings hängt die Zahl der verletzten Zähne pro Patient auch vom untersuchten Patientengut ab. Patienten mit komplexen Verletzungen werden in der Regel in einer Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie behandelt und waren folglich in dem hier untersuchten Patientengut weniger häufig anzutreffen.

Bezüglich des *Unfallortes* fanden sich kongruente Ergebnisse sowohl für das Milchgebiss als auch für das bleibende Gebiss. Im Milchgebiss ereigneten sich die Unfälle mehrheitlich zu Hause oder im Kindergarten. Im bleibenden Gebiss fanden die Unfälle vor allem während der Freizeit oder in der Schule statt (Tab. 4-3). Dies korreliert mit den Resultaten anderer Untersuchungen, bei denen die Patienten ebenso mehrheitlich im privaten Umfeld oder in der Schule verunglückten (Love und Ponnambalam, 2008; Rajab, 2003).

Während bei Unfällen im häuslichen Umfeld sowie in der Freizeit Präventionsmaßnahmen schwer umzusetzen sein dürften, so gilt es die Unfälle während der Schulzeit genauer zu untersuchen. Hier spielt vor allem der Sportunterricht eine wesentliche Rolle. An den allgemeinbildenden und den berufsbildenden Schulen im Bereich des Bayerischen Gemeindeunfallversicherungsverbandes wurden im Kalenderjahr 2002 59.396 Schulsportunfälle registriert (Hübner und Pfitzner, 2003). Im Rahmen einer Präventionsstrategie sollte sowohl die Sicherheitserziehung der Schüler als auch eine Optimierung des Notfallmanagements durch den Ersthelfer am Unfallort, sprich die Lehrkräfte, in den Fokus genommen werden. Wenngleich Unfälle nie ganz vermieden werden können, so gilt es dennoch, alle Bemühungen auf eine bestmögliche Präventionsstrategie zu setzen und im Falle eines Unfalls eine optimal abgestimmte „Rettungskette für den Zahn“ in die Wege zu leiten.

Bei der Diskussion der *Unfallursache* wird in Übereinstimmung mit verschiedenen Erhebungen (Bastone et al., 2000; Rajab, 2003; Tapias et al., 2003; Wright et al., 2007) in der Mehrzahl der Fälle ein Sturz angegeben. Diese Dominanz wurde in der

vorliegenden Studie mit insgesamt 144 (65,8%) dokumentierten Fällen bestätigt (104 Eigenverschulden/ 40 Fremdverschulden) (Tab. 4-4). Da einem Sturz wiederum verschiedene Ursachen zu Grunde liegen können, ist es weiterführend schwierig, die primäre Unfallursache zu identifizieren. Problematischerweise differenzieren die einzelnen Autoren nicht zwischen Stürzen durch Eigenverschulden, durch Fremdverschulden oder bei sportlichen Aktivitäten. Diese methodische Differenz erschwert somit die akkurate Vergleichbarkeit der einzelnen Untersuchungen. Aufgrund des nicht unerheblichen Anteils von Unfallverletzungen der Zähne durch sportliche Aktivitäten sind Präventionsmöglichkeiten zu diskutieren.

Bei Betrachtung der Häufigkeit betroffener *Zahngruppen* dominieren sowohl im Milchgebiss als auch im bleibenden Gebiss die oberen mittleren Incisivi (Tab. 4-5 und Tab. 4-6). Diese Überlegenheit wird auch in zahlreichen anderen Untersuchungen bestätigt (Lam et al., 2008; Rodriguez, 2007). Dabei sind die oberen mittleren Schneidezähne im Vergleich zu allen anderen Zähnen wegen ihrer exponierten Stellung im Zahnbogen besonders anfällig für Zahnverletzungen. Eine Protrusion der oberen Schneidezähne, ein vergrößerter inzisaler Überbiss sowie ein damit häufig assoziierter ungenügender Lippenschluss sind zudem als prädisponierende Faktoren für Unfallverletzungen der Zähne anzusehen (Bauss et al., 2004; Soriano et al., 2007; Traebert et al., 2006). Diese Auffassung kann für etliche Kinder bestätigt werden. Der deutlich geringere Anteil an verunfallten unteren Schneidezähnen kann durch deren geschütztere Lage hinter der oberen Zahnreihe erklärt werden. Zusätzlich sind diese bei plötzlich eintretenden Kräften durch das Lippenpolster der Unterlippe besser abgeschirmt. Darüber hinaus kann der Unterkiefer, im Vergleich zum starr fixierten Oberkiefer, aufgrund seiner Beweglichkeit eine Erschütterung oder einen Schlag besser kompensieren. Vor diesem Hintergrund beschränkt die Mehrzahl der Autoren ihre Untersuchung von vornherein auf (obere) Frontzähne. In einer der wenigen Studien von *Borssén und Holm (1997)*, bei denen verunfallte Seitenzähne überhaupt erwähnt wurden, war deren Anteil am Gesamtmaterial so gering, dass sie von den übrigen Berechnungen ausgeschlossen wurden. Diese Seltenheit wird auch in der gegenwärtigen Studie wiedergespiegelt, in der einmal ein Zahn 25 und einmal ein Zahn 36 mit Zahnverletzung in den Krankenakten dokumentiert waren.

Die in der Literatur gefundenen unterschiedlichen Klassifikationskriterien erschweren den Vergleich verschiedener Studien bezüglich der Verletzungsarten. Generell variieren die Literaturangaben zur Häufigkeit verschiedener *Verletzungsarten* in den beiden

Dentitionen. Bezogen auf die Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Studie dominieren in der primären Dentition die Verletzungen des Parodontiums. Gemäß der deskriptiven Auswertung ist die Intrusion die am häufigsten gestellte Diagnose gefolgt von der lateralen Luxation (Abb. 4-2 Abb. 4-3 und Abb. 4-4). Von Arx (1990), der in 89% der Fälle Luxationsverletzungen dokumentierte, begründete diese Dominanz bei Milchzähnen im Vergleich zu bleibenden Zähnen mit dem noch elastischen, kindlichen Knochen und den relativ kurzen Milchzahnwurzeln, die ein Ausweichen des Zahnes aus dem Alveolenfach begünstigen. Die bei Milchzähnen wesentlich kleinere Wurzelfläche ist als weiterer Faktor zu nennen. Der Trend des Überwiegens von Luxationsverletzungen im Vergleich zu Frakturverletzungen im Milchgebiss ließ sich auch bei anderen Arbeitsgruppen feststellen (Altay und Gungor, 2001; Borssen und Holm, 1997). Im Gegensatz dazu fanden andere Untersuchungen Frakturverletzungen in der primären Dentition als überwiegende Verletzungsart vor (Oliveira et al., 2007; Rodriguez, 2007).

Die Ergebnisse dieser Studie bezüglich der Verletzungsarten bleibender Zähne korrelieren mit den Erhebungen anderer Forschungsgruppen (Altay und Gungor, 2001; Ivancic Jokic et al., 2009; Soriano et al., 2007), welche ebenso Kronenfrakturen, und dabei die unkomplizierte Kronenfraktur, als am häufigsten vorkommende Verletzungsart diagnostizierten. Dabei überwogen in der vorliegenden Untersuchung mit insgesamt 139 Fällen die unkomplizierten Kronenfrakturen deutlich die komplizierten Kronenfrakturen mit nur 38 Fällen (Abb. 4-2). Während in der aktuellen Literatur kaum *kombinierte Fraktur- und Luxationsverletzungen* dokumentiert sind, wurden in der vorliegenden Untersuchung insgesamt 43 Zähne mit kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen notiert. Auffallend war, dass unter den 43 dokumentierten Zähnen lediglich 3 (7,0%) Milchzähne waren. Dabei trat die Kombination bestehend aus unkomplizierter Kronenfraktur und Subluxation am häufigsten auf (n = 18; 42,0%) (Tab. 4-7). Vermutlich treten kombinierte Fraktur- und Luxationsverletzungen viel häufiger auf, werden jedoch entweder von der jeweils schwerwiegenderen Verletzung überlagert oder nicht ausreichend exakt dokumentiert. Dieser Aspekt sollte in weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden.

Zahnverletzungen sind oft mit Verletzungen der sie umgebenden *Weichgewebe* assoziiert. Im Rahmen dieser Studie ließ sich in 45,8% der Fälle zusätzlich zur Zahnverletzung eine Weichteilverletzung beobachten. Im Vergleich dazu registrierten Ekanayake und Perera (2008) lediglich eine Häufigkeit von 14% an

Weichteilverletzungen. Der hohe Prozentsatz der vorliegenden Untersuchung kann einerseits auf der sorgfältigen Dokumentation beruhen und sich andererseits aus dem mehrheitlich kurzen Zeitraum zwischen Unfall und Behandlungsaufnahme ergeben. Denn in 54,8% der Fälle wurde innerhalb von 24 Stunden nach dem Zahnunfall ein Zahnarzt aufgesucht. Innerhalb dieses kurzen Zeitraums sind alle Weichteilverletzungen noch diagnostizierbar. Ein Grund für die oft geringe Anzahl an dokumentierten Weichteilverletzungen könnte sein, dass schwerwiegendere knöcherne oder dentale Verletzungen vorliegen, welche die Weichteilverletzung an sich in den Hintergrund treten lassen.

5.3 Therapeutische Maßnahmen

Weiter galt es im Rahmen der vorliegenden Dissertationsarbeit zu evaluieren, welche *Therapiestrategien* in Relation zu den einzelnen Ausgangsdiagnosen dominierten. Die Maßnahmen bei der Erstversorgung reichten von einem abwartenden und beobachtenden Vorgehen, von provisorischen oder definitiven restaurativen Maßnahmen, von antibiotischen Begleittherapien über endodontische Versorgungen und repositionierenden Maßnahmen bis hin zur Extraktion. Die dabei gewählten Entscheidungen für das Milchgebiss und das bleibende Gebiss sind in Abhängigkeit der jeweiligen Verletzungsart detailliert in den Tab. 4-10 und Tab. 4-11 dargestellt. In der *primären Dentition* überwog sowohl bei Frakturverletzungen als auch bei Luxationsverletzungen eine beobachtende Strategie. Lediglich nach Wurzelfrakturen, ausgeprägten Luxationen und/oder traumatischen Verlagerungen wurden die Milchzähne bereits während der Erstversorgung extrahiert. In der *bleibenden Dentition* standen primär vitalerhaltende Maßnahmen im Mittelpunkt. Bei den unkomplizierten Kronenfrakturen dominierte die Versorgung der Dentinwunde und bei den komplizierten Kronenfrakturen die direkte Überkappung. Im bleibenden Gebiss wurde vor allem bei ausgeprägten Luxationsverletzungen eine antibiotische Begleittherapie durchgeführt. Endodontische Maßnahmen im Sinne von Trepanationen oder Pulpaexstirpationen wurden seltener während der Erstversorgung als vielmehr innerhalb der ersten vier Wochen nach dem Unfallereignis durchgeführt.

Repositionierende Therapiemaßnahmen fanden vorwiegend an bleibenden Zähnen statt. Alle extrudierten (100%) und lateral luxierten (100%) bleibenden Zähne und fast alle avulsierten bleibenden (91,7%) Zähne wurden repositioniert bzw. geschient. Auch die

Hälfte aller bleibenden Zähne mit Subluxation (48,9%) wurde repositioniert und geschient. Werden die dabei verwendeten Schienungsformen betrachtet, so fällt auf, dass mit insgesamt 82,9% die empfohlenen Schienungsarten (TTS, Draht-Komposit-Schiene, Bracketschiene) die nicht empfohlenen Schienungsarten (17,1%) überragten (Tab. 1-4). Auffallend war weiterhin, dass die interdentalen Verblockungen sowie die Drahtligaturen bzw. Miniplast-Schienungen ausschließlich bei Hauszahnärzten bzw. in anderen Kliniken durchgeführt wurden.

Eine Gegenüberstellung oder vergleichende Interpretation der therapeutischen Maßnahmen zu anderen Untersuchungen fällt schwer, da nach unserem Kenntnisstand zwar vereinzelt Studien bzgl. angewandten Therapiemaßnahmen existieren (Al-Jundi, 2004; Ekanayake und Perera, 2008; Kargul et al., 2003; Rajab, 2003; Sandalli et al., 2005), diese jedoch die gewählten Therapiestrategien nicht in eine anschauliche Relation zu den einzelnen Verletzungsarten setzten. Aufgrund des fehlenden Bezugs zu den jeweiligen Verletzungsarten können keine Aussagen getroffen werden, ob die vorgenommenen Therapiemaßnahmen den aktuellen Empfehlungen der IADT entsprechen oder nicht. Vor diesem Hintergrund ist die in der vorliegenden Untersuchung detaillierte Aufschlüsselung der Therapiemaßnahmen während der Erstversorgung als geeigneter Ansatz für eine Beurteilung der getroffenen Therapiemaßnahmen anzusehen. Unter Verweis auf die verfügbare Literatur wurde in einer Studie (Rajab, 2003) eine Trennung der Therapiemaßnahmen zwischen unkomplizierten und komplizierten Kronenfrakturen und bei weiteren Untersuchungen eine Differenzierung zwischen Milch- und bleibenden Zähnen (Ekanayake und Perera, 2008; Kargul et al., 2003; Sandalli et al., 2005) vorgenommen. In einer Untersuchung von Al-Jundi (2004) wurden die Behandlungsmöglichkeiten, wenn auch nicht so detailliert wie in der vorliegenden Untersuchung, in Relation zur Verletzungsart betrachtet. Weiter erschwerend zur vergleichenden Interpretation sind jedoch die existierenden Unterschiede bzgl. der Dokumentation der Therapieoptionen zu nennen, welche nach Möglichkeit das gesamte Therapiespektrum abdecken sollte, um auch der Vielfältigkeit von Unfallverletzungen gerecht zu werden. Folglich erscheint es für weitere Untersuchungen sinnvoll, eine Standardisierung einzuführen, welche die Vergleichbarkeit verschiedener Studien erleichtert. Auch vor dem Hintergrund, dass die gegenwärtigen Therapieempfehlungen kaum mit Hilfe von randomisierten klinischen Untersuchungen abgesichert werden können (Andreasen et al., 2010), ist die standardisierte und detaillierte Befund- und Therapiedokumentation erforderlich, um

zumindest anhand von Fallstudien Aussagen zum Therapieerfolg und damit zur Prognose treffen zu können. Dadurch bestünde auch die Möglichkeit Untersuchungsdaten im Sinne einer Metaanalyse aufzubereiten. Dies würde letztlich zur Optimierung bestehender Therapiestrategien beitragen. Allerdings ist aufgrund der Vielfältigkeit der klinischen Ausgangssituation eine Homogenisierung der Patientendaten sicherlich nur mit Einschränkungen möglich.

Bei dem Vergleich der in dieser Untersuchung angewandten Therapiemaßnahmen während der Erstversorgung (Tab. 4-10 und Tab. 4-11) mit den aktuellen *Empfehlungen der IADT* aus den Jahren 2001 und 2007 (Tab. 3-2 und Tab. 3-3), konnte festgestellt werden, dass in der überwiegenden Mehrzahl (n=322; 89,1%) der Fälle diese Empfehlungen eingehalten worden sind (IADT-konform) (Tab. 4-13). Dabei wurden von den in der Ambulanz der Poliklinik behandelten Zähnen insgesamt 94,3% konform zu den Empfehlungen der IADT behandelt. Bei den Hauszahnärzten waren es 69,7% und in anderen Kliniken 74,3% der Zähne, die eine Behandlung gemäß den aktuellen Empfehlungen der IADT erhielten. Daraus wird ersichtlich, dass die divergierenden Therapiemaßnahmen hauptsächlich von Hauszahnärzten bzw. anderen Kliniken durchgeführt wurden. Dies kann einerseits als Indikator für die kompetente Behandlung an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie gewertet werden, andererseits wird ein postgradualer Ausbildungsbedarf deutlich. Zudem kann geschlussfolgert werden, dass durch die Anwendung standardisierter Behandlungsmethoden und -protokolle auch von verschiedenen Behandlern ähnlich hohe Erfolgsquoten erzielt werden können. Retrospektiv ist der Grund für die nicht IADT-konforme Therapie bei den Hauszahnärzten bzw. an anderen Kliniken schwer zu eruieren. Als mögliche Ursachen können jedoch eine mangelnde Kompetenz im Umgang mit den teilweise unkooperativen Verhaltensweisen der Kinder, fehlende erforderliche Materialien (z.B. fehlender Dentosafe oder fehlender TTS in Zahnarztpraxen bzw. in Kliniken/Notarztwägen) oder letztlich auch ein unzureichendes Wissen über ein adäquates Management von Unfallverletzungen genannt werden.

5.4 Komplikationen

Schließlich sollten die aufgetretenen Unfallfolgen und *Komplikationen* genauer untersucht werden. Insgesamt wurden an 55 Zähnen (15,2%) Komplikationen dokumentiert. Lediglich 5 Milchzähne (9,1%) waren darunter. Aufgrund des geringen

Anteils an Milchzähnen soll an dieser Stelle auf eine gesonderte Darstellung von Milchzähnen verzichtet werden. Bei Betrachtung der bleibenden Dentition sind die Komplikationen in Höhe von 13,8% etwas niedriger als jene, welche Sandalli et al. (2005) publizierte (23,0%). Einen möglichen Einfluss auf die relativ geringe Zahl an Komplikationen in der vorliegenden Studie könnten die penibel eingehaltenen Therapiestandards und das einheitliche Vorgehen gehabt haben. Dennoch konnten folgende Komplikationen (n = 84) in abnehmender Reihenfolge beobachtet werden (Abb. 4.5): Verlust einer Restauration (n = 19; 22,6%), Parodontitis apikalis (n = 13; 15,4%), erhöhte Mobilität (n = 12; 14,3%), Zahnverlust (n = 8; 9,5%), Fistelung (n = 8; 9,5%), Verfärbung (n = 5; 5,9%), unerkannte Fraktur (n = 4; 4,8%), Resorptionen (n = 4; 4,8%), Schmerzen (n = 3; 3,6%), negative Sensibilitätsprobe (n = 3; 3,6%), Zystenbildung (n = 2; 2,4%), Ankylose (n = 2; 2,4%) und sistierendes Wurzelwachstum (n = 1, 1,2%).

Bei Betrachtung der relativen Häufigkeiten von Komplikationen in Abhängigkeit der Primärdiagnose an bleibenden Zähnen (Tab. 4-16) konnte festgestellt werden, dass vor allem nach Avulsionen (50,0%), nach komplizierten Kronen-Wurzel-Frakturen (40,0%) sowie nach lateralen Luxationen (35,3%) Komplikationen notiert wurden. Dies ist vermutlich darin begründet, dass die genannten Verletzungsarten immer mit einer Schädigung der Pulpa und/oder des Parodontiums einhergehen.

Werden die aufgetretenen Komplikationen in Relation zu den möglichen Verletzungsarten gebracht (Tab. 4-14), so fällt auf, dass als Folge von Wurzelfrakturen und Intrusionen in keinem Fall Komplikationen beobachtet werden konnten. Ein Grund dafür sind die geringen Fallzahlen der genannten Diagnosen (Abb. 4-3 und Abb. 4-4). Ein anderer Grund ist, dass vor allem Milchzähne von Intrusionen betroffen waren. Deren Exfoliation findet schließlich physiologischer Weise zwischen dem 5. und spätestens 8. Lebensjahr statt. Nur vereinzelt wurden Folgebeschwerden nach komplizierten Kronen-(Wurzel)-Frakturen sowie nach Extrusionen notiert. Häufiger hingegen wurden Komplikationen nach unkomplizierten Kronen-(Wurzel)-Frakturen, lateralen Luxationen, Avulsionen, kombinierten Verletzungsarten und nach Konkussionen/Subluxationen verzeichnet.

Des Weiteren muss zwischen schwerwiegenden Komplikationen und weniger folgeschweren Komplikationen differenziert werden. Während ein Füllungsverlust als vergleichsweise harmlos und reparabel eingestuft werden kann, ziehen Fistelungen, Resorptionen, eine Parodontitis apikalis oder gar ein Zahnverlust aufwendigere und

womöglich langwierigere und kostenintensivere Therapiemaßnahmen nach sich. Als Gründe für die in der vorliegenden Studie relativ hohe Rate an Füllungsverlusten (n = 19; 22,6%) sind Wiederholungsunfälle und Verluste von adhäsiv wiederbefestigten Fragmenten zu nennen. In der vorliegenden Untersuchung war die Zahl an verlorenen Restaurationen (n=10) und an verlorenen wiederbefestigten Fragmenten (n=9) identisch. Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg einer Wiederbefestigung sind dabei der Frakturverlauf, die Reponierbarkeit, die Größe und Anzahl der Fragmente sowie die Lagerung der Fragmente (Sonntag, 2009). Eine Literaturrecherche bezüglich der Art und Weise der Wiederbefestigungen ergab kontroverse Ergebnisse. Einerseits wurden in in-vitro Untersuchungen bei zusätzlicher Präparation eine Verbesserung der Haftfestigkeit erzielt (Demarco et al., 2004; Reis et al., 2001). Andererseits konnte in einer anderen in-vitro Untersuchung, sowie in einer Untersuchung mit Rinderzähnen, keine Verbesserung der Verbundfestigkeit zwischen Fragment und Zahn durch zusätzliche Präparation festgestellt werden (Dean et al., 1986; Worthington et al., 1999). Auch klinische Untersuchungen, welche bei zusätzlicher Präparation keine besseren Haftwerte verzeichneten, lassen sich finden (Maia et al., 2003; Rappelli et al., 2002). Diese heterogenen Positionen zur Wiederbefestigung von Zahnfragmenten lassen gegenwärtig ein breites Spektrum an Empfehlungen für die optimale Wiederbefestigung erkennen. Dennoch können folgende Schritte als essentiell erachtet werden: feuchte Lagerung des Zahnfragments bzw. Hydrierung nach trockener Lagerung, Einsatz eines klinisch bewährten Adhäsivsystems sowie Verwendung eines gefüllten Adhäsivs bzw. Flowables. Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass Restorationsverluste immer reparabel sind und i.d.R. keine schwerwiegenden biologischen Konsequenzen nach sich ziehen.

Schließlich sollte geprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen nicht IADT-konformer Therapie und dem Auftreten von Komplikationen besteht (Tab. 4-17). Nach IADT-konformer Therapie waren in 12,4% der Fälle Komplikationen zu verzeichnen. Bei nicht IADT-konformer Therapie hingegen wurden in 47,0% der Fälle Folgebeschwerden dokumentiert. Demnach kann ein Zusammenhang zwischen einer inadäquaten Erstversorgung und dem Auftreten von Komplikationen hergestellt werden. Im Umkehrschluss kann die Anwendung der Therapieempfehlungen gemäß IADT tatsächlich als erfolgversprechend gewertet werden.

5.5 Nachuntersuchung

Im Rahmen der *Nachuntersuchung* war es möglich, Daten von insgesamt 122 Patienten mit 215 verunfallten Zähnen zu analysieren. Davon waren 49 Milchzähne und 166 bleibende Zähne. Die gewonnenen Informationen wurden mit Hilfe der Kaplan-Meier-Statistik dargestellt (Abb. 4-6, Abb. 4-7, Abb. 4-8, Abb. 4-9, Abb. 4-10, Abb. 4-11, Abb. 4-12 und Abb. 4-13).

Insgesamt lässt sich aus den Ergebnissen der Nachuntersuchung eine positive Bilanz in Relation zu dem Behandlungskonzept ziehen, welches auf den IADT-Empfehlungen aufbaut. Aufgrund der geringen Fallzahlen wurde in der *primären Dentition* auf eine gesonderte Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeiten nach Frakturverletzungen verzichtet. In der Folge von Luxationsverletzungen *im Milchgebiss* betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 36 Monaten für die Pulpa 64,1% und für den Zahn 68,4% (Abb. 4-6 und Abb. 4-7). Ursächlich dafür waren vor allem Extrusionen und Intrusionen. Daher stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, ob es in diesen klinischen Situationen überhaupt sinnvoll ist, Milchzähne zu erhalten. Dabei muss zwischen einer Extraktion in Lokalanästhesie, welche die Kooperationsbereitschaft der Kinder voraussetzt, oder einer aufwendigen Sedierung abgewägt werden. Im Mittelpunkt steht dabei der Anspruch, eine Traumatisierung des Kindes durch invasive Therapiemaßnahmen zu vermeiden. Schließlich erscheint bei jeder Unfallverletzung eine individuelle Abwägung bzgl. des Ausmaßes der Unfallverletzung, bzgl. der Prognose und bzgl. der patientenbezogenen Faktoren unumgänglich.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa am *bleibenden Zahn* nach unkomplizierten Kronenfrakturen lag nach 65 Monaten bei 66,8% (Abb. 4-8). Für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa nach komplizierten Kronenfrakturen ergab sich nach 67 Monaten ein Wert von 52,9% (Abb. 4-10). Innerhalb der genannten Nachbeobachtungszeiten ergab sich nach unkomplizierten Kronenfrakturen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 100% (Abb. 4-9) und nach komplizierten Kronenfrakturen von 95,7% (Abb. 4-11) für den *bleibenden Zahn*. Vitalitätsverluste nach unkomplizierten Frakturverletzungen zeigten sich vorrangig innerhalb des ersten Jahres nach dem Unfallereignis. Selbst wenn vereinzelt nach 51 Monaten noch mit Verlusten zu rechnen ist, kann daraus geschlossen werden, dass innerhalb des ersten Jahres die Weichen für oder gegen den Erfolg des Überlebens der Pulpa gestellt sind. Kein einziger Zahn ging in der Folge einer unkomplizierten Kronenfraktur im

bleibenden Gebiss verloren. Folglich ist die Prognose nach einer unkomplizierten Kronenfraktur als sehr gut einzuschätzen. Eine vergleichsweise niedrige Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa nach komplizierten Kronenfrakturen (52,9%) steht einer sehr hohen Überlebenswahrscheinlichkeit für den Zahn (95,7%) gegenüber. Der einzige Zahnverlust konnte retrospektiv auf eine Längsfraktur zurückgeführt werden. Im Ergebnis der Untersuchung kann daher schlussgefolgert werden, dass die Prognose für die Vitalerhaltung reduziert ist. Aufgrund der Möglichkeit einer notwendigen endodontischen Therapie sind regelmäßige Kontrolluntersuchungen erforderlich. Nichtsdestotrotz ist die Prognose für das Überleben des Zahnes sehr gut. Nach Luxationsverletzungen am *bleibenden Zahn* wurde nach 67 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa von 62,6% ermittelt (Abb. 4-12). Für die Überlebenswahrscheinlichkeit des *bleibenden Zahnes* nach Luxationsverletzungen ergab sich ein Wert von 86,8% (Abb. 4-13). Auch hier wird deutlich, dass ein Vitalitätsverlust nicht zwingend einen Zahnverlust nach sich zieht. Eine Studie untersuchte die Auswirkungen der einzelnen Luxationsformen auf die Pulpa und stellte fest, dass vor allem kurz nach dem Unfallereignis sowie innerhalb der ersten ein bis zwei Jahre mit Vitalitätsverlusten zu rechnen ist (Andreasen und Pedersen, 1985). Diese Zeitspanne ist weitestgehend identisch mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung (Abb. 4-12).

Auch in der Literatur fanden sich Untersuchungen, welche Überlebenswahrscheinlichkeiten von Zähnen und/oder Pulpen nach Unfallverletzungen beschrieben (Andreasen et al., 2006a und 2006b; Jackson et al., 2006; Lee et al., 2003; Nikoui et al., 2003; Pohl et al., 2005). Die Tatsache, dass sich die einzelnen Untersuchungen in der Regel auf eine spezielle Verletzungsart berufen und nicht wie die vorliegende Untersuchung das komplette Spektrum an Frakturverletzungen und Luxationsverletzungen untersuchen, lässt nur bedingt Vergleiche mit den vorliegenden Ergebnissen zu. Weiter differenzieren einzelne Untersuchungen primär zwischen abgeschlossenem bzw. nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und der Auswirkung auf die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Pulpa. Dieser Aspekt blieb in der vorliegenden Untersuchung unberücksichtigt. Die teilweise großen Fallzahlen der oben genannten Studien sind auf lange Untersuchungszeiten von teilweise bis zu 10 Jahren zurückzuführen. Diesbezüglich darf der Aspekt sich ändernder Therapiekonzepte, welche innerhalb eines Zeitraums von 10 Jahren wahrscheinlich sind, nicht nur erwähnt

werden, sondern durchaus auch als limitierender Faktor bzgl. Aktualität und Repräsentativität genannt werden.

Aus klinischer Sicht als auch vor dem Hintergrund der gewonnenen Informationen sollten Zahnärzte stets aufmerksam die Entwicklung der Vitalität eines verunfallten Zahnes beobachten, um rechtzeitig Komplikationen zu erkennen. Dies unterstreicht wiederum die Bedeutung regelmäßiger Kontrolluntersuchungen (Tab. 3-4 und Tab. 3-5). Schließlich können die Ergebnisse der Nachuntersuchung auch dazu beitragen, die Prognose nach Unfallverletzungen der Zähne besser einschätzen zu lernen.

5.6 Prävention

Abschließend sollen die Ziele, die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der Unfallprävention kurz erläutert werden. Die Ziele der *Prävention* bestehen einerseits in der Verhütung von Unfällen und andererseits in der Optimierung des Notfallmanagements, sowohl durch den Ersthelfer am Unfallort, als auch durch den Arzt/Zahnarzt. Die beste strategische Maßnahme diesbezüglich ist die Aufklärung.

Generell bergen alle sportlichen Aktivitäten die Gefahr von unfallbedingten Verletzungen der Mund-, Kiefer- und Gesichtsregion. In der gegenwärtigen Untersuchung ereigneten sich 16,4% der Zahnverletzungen in Folge einer sportlichen Tätigkeit. Dabei ergab sich in abnehmender Häufigkeit folgende Reihung: Fahrradfahren, Wintersportarten, Ballsportarten und schließlich Schwimm- bzw. Badeunfälle. Dieses Ergebnis stimmt mit einer Untersuchung überein, laut der zwischen 10% und 39% aller Zahnunfälle bei Kindern beim Sport auftreten (Newsome et al., 2001). Obwohl mit dem Mundschutz eine wirkungsvolle und zugleich einfache Schutzmaßnahme zum Vermeiden solcher Zahnunfälle oder zumindest zur Reduktion der Folgen sportbedingter Verletzungen im Zahn-, Mund- und Kieferbereich vorhanden ist (Love und Ponnambalam, 2008; Mischkowski und Zöllner, 1999), wird dessen Nutzen oftmals unterschätzt. Während im Profisport (Boxen, Eishockey, Rugby) das Tragen eines Mundschutzes vorgeschrieben ist, werden für den Amateur- und vor allem für den Schul- und Freizeitsport nur selten entsprechende Präventionsmaßnahmen ergriffen. Zudem fehlt den verantwortlichen Trainern und Betreuern oft fundiertes Wissen über die Prävention und/oder Therapie von Zahnverletzungen (Filippi und Pohl, 2001). Der Mundschutz nützt, wie fälschlicherweise oft angenommen, auch nicht nur in Kontaktsportarten, sondern ebenso in vielen anderen Sportarten, beispielsweise Inline-

Skating oder Skifahren. Folglich raten Experten (Mischkowski und Zöllner, 1999) das Tragen eines Mundschutzes bei allen Freizeitaktivitäten, welche ein erhöhtes Verletzungsrisiko der Zähne aufweisen. Leider ist der Gebrauch eines Zahnschutzes noch lange nicht in allen Sportarten etabliert. Während z.B. beim Inline-Skating ein Schutz an Händen, Knien und Ellenbogen vor allem bei Anfängern selbstverständlich ist, denkt kaum jemand an einen Zahnschutz. Generell muss das Wissen über den Nutzen des Mundschutzes vor allem im Amateur- und Schulsport gesteigert werden. Eines der zu überwindenden Hindernisse ist die fehlende Akzeptanz. Würde jeder einen solchen Schutz tragen, wäre das bald selbstverständlich. Ähnliches war lange Zeit für das Tragen von Helmen beim Fahrradfahren zu beobachten. Während beim Motorradfahren die Helmpflicht in Deutschland schon lange besteht, fehlen für das Fahrradfahren entsprechende Vorschriften. Mit zunehmender Einsicht des protektiven Nutzens von Fahrradhelmen lässt sich jedoch eine steigende Akzeptanz beobachten. Wünschenswert wäre es, diesen Trend auch hinsichtlich des Tragens von Mundschutz zu etablieren. Daher sollte es Ziel von Zahnärzten, Trainern, Erziehern und Lehrern sein, Sportler und Schüler für diese Thematik zu sensibilisieren. Schließlich sollte auch bei der Verwendung des Mundschutzes die alte Volksweisheit „Vorbeugen ist besser als Heilen“ zur Geltung kommen.

Ereignet sich ein Unfall, so kommt gerade auch den Ersthelfern am Unfallort eine entscheidende Rolle in der „Rettungskette für den Zahn“ zu. Ein adäquates Management am Unfallort stellt letztlich die Weichen für eine erfolgreiche Therapie. Auf Aufklärungspostern (www.zahnunfall.de) sind die wichtigsten Informationen auf einen Blick auch für den Laien ersichtlich. Diese sollten nicht nur in Zahnarztpraxen, sondern auch in Sporthallen, Schulen und Kindergärten für jedermann gut sichtbar sein. Der mögliche Erfolg solcher Poster lässt sich durch eine aktuelle Untersuchung bestätigen (Lieger et al., 2009). Zudem sollte eine Zahnrettungsbox in jeder unfallchirurgischen Ambulanz und in jedem Notarztwagen vorhanden sein. Ebenso wäre es wünschenswert diese dort zu platzieren, wo häufig Zahnunfälle passieren: in Sporthallen, Schulen, Kindergärten und öffentlichen Schwimmbädern. In jeder Zahnarztpraxis ist eine Zahnrettungsbox zudem nicht nur aus medizinischer, sondern auch aus juristischer Sicht Pflicht (Filippi, 2009a). Das größte Problem aus präventiver Sicht stellen die vielen Unfallverletzungen während der Freizeit (30,1%) dar. Unfälle in den Abendstunden oder am Wochenende bergen die Gefahr einer verzögerten Primärversorgung, da es zu diesen Zeiten schwieriger ist, schnellen Zugang zu einer

adäquaten zahnärztlichen Behandlung zu erhalten. Eine Internetrecherche ergab, dass aktuell Kampagnen existieren, welche sich dieser Problematik annehmen. Im September 2009 wurde beispielsweise von Zahnexperten24 (www.meinzahnschutz24.de) eine bundesweit einheitliche Zahnunfall Notrufnummer eingeführt. Deren Ziel ist es, rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr bei Zahnverletzungen systematisch Hilfestellung zu geben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es im Sport Möglichkeiten der Prävention gibt, während in der Freizeit Präventionsstrategien schnell an ihre Grenzen stoßen. Diesbezüglich gilt es die Chancen, die im Rettungsbereich liegen, weiter auszubauen. Die Öffentlichkeit, speziell die Eltern, Trainer und Übungsleiter in Sportvereinen sowie Lehrer in Schulen und Erzieher in Kindergärten sollten über ein adäquates Traumamanagement informiert sein. Zudem muss ein Bewusstsein geschaffen werden, wie wichtig eine *sofortige* und vor allem *schnelle* Therapie von Unfallverletzungen für die Prognose des Zahnes ist. Auch als Inhalt eines Erste-Hilfe-Kurses könnte man ein breites Spektrum der Bevölkerung erreichen. Schließlich zeigten die Ergebnisse von Rajab (2003), dass Fälle, welche erst verzögert dem Zahnarzt vorgestellt wurden, oftmals mit Komplikationen einhergingen, im Vergleich zu denjenigen, bei denen eine zeitnahe und adäquate Primärtherapie erfolgte. Daher erfordert die Behandlung von Patienten mit einem Zahnunfall neben der systematischen Diagnostik und Therapie auch immer ein kompetentes und engagiertes Vorgehen des behandelnden Zahnarztes, um Spätfolgen möglichst vorhersehbar zu vermeiden. Eine gute organisatorische Vorbereitung sowie ein fundiertes fachliches Wissen erleichtern dem Behandler dabei den sicheren Umgang mit der Situation. Gemäß Krastl und Filippi (2009) muss sich jedoch jeder Zahnarzt über seine Therapiemöglichkeiten und -grenzen bewusst sein und bei Bedarf eine Weiterbehandlung beim Spezialisten veranlassen. Schließlich können inadäquate oder zu spät durchgeführte Behandlungsmaßnahmen schwerwiegende Konsequenzen haben, die später womöglich nicht mehr kompensierbar sind.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Auswertung wurden alle Zahnunfälle, welche an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München im Zeitraum zwischen Januar 2004 und Juni 2008 behandelt wurden, ausgewertet. Erstes Hauptziel war es, die diagnostische Bandbreite sowie das therapeutische Spektrum von Verletzungen der Zähne darzustellen. Als zweites Hauptziel sollte eine aktuelle Evaluation der gültigen Therapieempfehlungen erfolgen. Im Rahmen der Nachuntersuchung sollte zudem die Prognose von Fraktur- und Luxationsverletzungen objektiviert werden.

Insgesamt wurden 86 verunfallte Milchzähne sowie 275 verunfallte bleibende Zähne in die Untersuchung mit einbezogen. Das *Alter* der untersuchten Patienten lag zwischen 1 und 68 Jahren, wobei 75,9% der Untersuchten jünger als 14 Jahre waren. Bezüglich der *Geschlechterverteilung* wurde sowohl in der primären als auch in der bleibenden Dentition eine Dominanz der Jungen im Vergleich zu den Mädchen (~2:1) dokumentiert. Im *Milchgebiss* ereigneten sich die Unfälle mehrheitlich zu Hause oder im Kindergarten. In der *bleibenden Dentition* fanden die Unfälle vor allem während der Freizeit oder in der Schule statt. Die dominierende *Unfallursache* war in beiden Dentitionen ein Sturz. Am häufigsten waren die oberen mittleren Inzisivi betroffen. Etwa die Hälfte der Patienten (45,4%) stellte sich mit einer Unfallverletzung an einem Einzelzahn vor. In allen anderen Fällen lagen mehrere verletzte Zähne vor.

Im *Milchgebiss* wurden vor allem Luxationsverletzungen (79,8%) im Vergleich zu Frakturverletzungen (20,2%) beobachtet. In absteigender Reihenfolge handelte es sich dabei um Intrusionen, laterale Luxationen, Subluxationen, Avulsionen, Extrusionen und Konkussionen. Demgegenüber dominierten in der *bleibenden Dentition* Frakturverletzungen (64,2%) im Vergleich zu Luxationsverletzungen (35,8%). Am häufigsten wurden unkomplizierte und komplizierte Kronenfrakturen beobachtet. Im Fall von Luxationen lagen Subluxationen, Konkussionen, laterale Luxationen, Extrusionen, Avulsionen und Intrusionen in absteigender Reihenfolge vor. Darüber hinaus wurde ein weites Spektrum an kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen beobachtet.

Weiterhin wurden die bevorzugten Therapiestrategien während der Erstversorgung in Relation zu den jeweiligen Ausgangsdiagnosen analysiert. Bei Verletzungen der *Zahnharstsubstanz* standen restaurative Maßnahmen im Mittelpunkt. Während 75,0% der *Milchzähne* mit (un)komplizierten Kronenfrakturen im Rahmen der Erstversorgung provisorisch versorgt wurden, sind 60,5% bzw. 57,9% der *bleibenden Zähne* nach unkomplizierten bzw. komplizierten Kronenfrakturen definitiv versorgt worden. *Endodontische* Maßnahmen, wie Pulpaschutz, Vitalamputationen und Vitalexstirpationen wurden nahezu ausschließlich im *bleibenden Gebiss* durchgeführt. Um die Regeneration und Reparatur des *Parodontiums* günstig zu beeinflussen, stellte die Reposition und Schienung nach Luxationsverletzungen das Vorgehen der Wahl dar. Während dieses Vorgehen im Milchgebiss eher eine Ausnahme darstellte, wurden alle luxierten bzw. avulsierten *bleibenden Zähne* repositioniert bzw. geschient.

Genauer untersucht wurden außerdem die möglichen Ursachen für *Komplikationen*, da dieser Aspekt zur Optimierung des therapeutischen Vorgehens für den Kliniker von Bedeutung ist. Insgesamt wurden an 5 Milch- und 50 bleibenden Zähnen 84 verschiedene Formen an Komplikationen, wie z. B. ein Restorationsverlust, eine erhöhte Mobilität, ein Sensibilitätsverlust, eine Parodontitis apikalis oder Resorptionen dokumentiert. Im Ergebnis dieser Untersuchung traten Komplikationen bevorzugt nach Luxationsverletzungen auf.

Der Vergleich ausgewählter Therapiemaßnahmen bei der Erstversorgung mit den *Empfehlungen der IADT* (2001 und 2007) ergab, dass von an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie behandelten Zähnen insgesamt 94,3% konform zu den Empfehlungen der IADT behandelt wurden.

Mit Blick auf die Umsetzung der gültigen Empfehlungen (IADT 2001 und 2007) wurden in 12,4% der Fälle Komplikationen nach IADT-konformer Therapie dokumentiert. Andererseits wurden bei nicht IADT-konformer Therapie in 47,0% der Fälle Folgebeschwerden dokumentiert. Vor diesem Hintergrund ist es möglich, einen Zusammenhang zwischen einer inadäquaten Erstversorgung und dem Auftreten von Komplikationen herzustellen. Im Umkehrschluss kann die Einhaltung der gültigen Therapieempfehlungen als Erfolg versprechender Indikator eingeschätzt werden. Im Rahmen der Nachuntersuchung konnten 122 Patienten wiederholt untersucht und anhand der Kaplan-Meier-Statistik Aussagen zur Überlebenswahrscheinlichkeit der

Pulpa und des Zahnes getroffen werden. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit lag bei 23,2 Monaten. In der Folge von Luxationsverletzungen *im Milchgebiss* betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 36 Monaten für die Pulpa 64,1% und für den Zahn 68,4%. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pulpa am *bleibenden Zahn* bei unkomplizierten Kronenfrakturen lag nach 65 Monaten bei 66,8%. Nach komplizierten Kronenfrakturen ergab sich nach 67 Monaten ein Wert von 52,9%. In allen Fällen einer (un)komplizierten Kronenfraktur konnten die *bleibenden Zähne* langfristig erhalten bleiben. Im Fall von Luxationsverletzungen in der *bleibenden Dentition* wurde nach 67 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 62,6% für die Pulpa und von 86,8% für den Zahn ermittelt.

Anhand der vorliegenden Auswertung konnte gezeigt werden, dass Zahnunfälle mit einem weiten Spektrum an Verletzungsformen einhergehen, welche wiederum immer ein individuelles therapeutisches Handeln erfordern. Die trotz adäquat erfolgter Primärtherapie bestehende Möglichkeit von Vitalitätsverlusten der Pulpa als auch anderer Komplikationen unterstreicht, besonders in den ersten beiden Jahren nach dem Zahnunfall, die Notwendigkeit regelmäßiger Kontrolluntersuchungen. Wird ein Vitalitätsverlust diagnostiziert, so kann mit den Methoden der Endodontie der Zahnerhalt gesichert werden. Somit konnte in dieser Untersuchung gezeigt werden, dass mit den heute verfügbaren konservierenden Maßnahmen die Zahnerhaltung in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle gelingt und aufwendige prothetische Maßnahmen in den Hintergrund treten.

7 Literaturverzeichnis

American Academy of Pediatric Dentistry (2005). Guideline on the elective use of minimal, moderate, and deep sedation and general anesthesia for pediatric dental patients. *Pediatr Dent* 27(7 Suppl):110-8.

American Academy of Pediatric Dentistry (2008). Guideline on management of acute dental trauma. *Pediatr Dent* 30(7 Suppl):175-83.

Addy LD, Durning P, Thomas MB, McLaughlin WS (2009). Orthodontic extrusion: an interdisciplinary approach to patient management. *Dent Update* 36(4):212-4, 217-8.

Al-Jundi SH (2004). Type of treatment, prognosis, and estimation of time spent to manage dental trauma in late presentation cases at a dental teaching hospital: a longitudinal and retrospective study. *Dent Traumatol* 20(1):1-5.

Altay N, Gungor HC (2001). A retrospective study of dento-alveolar injuries of children in Ankara, Turkey. *Dent Traumatol* 17(5):201-4.

Amiri-Jezeh M, Rateitschak E, Weiger R, Walter C (2006). Der Einfluss von Restaurationsrändern auf die parodontale Gesundheit - eine Übersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 116(6):606-13.

Andersson L, Lindskog S, Blomlof L, Hedstrom KG, Hammarstrom L (1985). Effect of masticatory stimulation on dentoalveolar ankylosis after experimental tooth replantation. *Endod Dent Traumatol* 1(1):13-6.

Andersson L, Emami-Kristiansen Z, Hogstrom J (2003). Single-tooth implant treatment in the anterior region of the maxilla for treatment of tooth loss after trauma: a retrospective clinical and interview study. *Dent Traumatol* 19(3):126-31.

Andersson L (2007). Dental injuries in small children. *Dental Traumatology* 23(4):195.

Andreasen FM, Andreasen JO (1985). Diagnosis of luxation injuries: the importance of standardized clinical, radiographic and photographic techniques in clinical investigations. *Endod Dent Traumatol* 1(5):160-9.

Andreasen FM, Pedersen BV (1985). Prognosis of luxated permanent teeth - the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol* 1(6):207-20.

Andreasen FM (1986). Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 2(1):9-19.

Andreasen JO (1972). Classification, Epidemiology and Etiology; In: Traumatic Injuries of the Teeth. 1st ed. Munksgaard, Copenhagen, Denmark. Blackwell: 15-39.

Andreasen JO (1985). Challenges in clinical dental traumatology. *Endod Dent Traumatol* 1(2):45-55.

Andreasen JO, Andreasen FM (1992). Kronenfrakturen; In: Farbatlas der Traumatologie der Zähne. 1. Auflage. Köln. Deutscher Ärzte-Verlag: 37-8.

Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM (1995). Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 11(2):76-89.

Andreasen JO, Andreasen FM, Skeie A, Hjorting-Hansen E, Schwartz O (2002). Effect of treatment delay upon pulp and periodontal healing of traumatic dental injuries - a review article. *Dent Traumatol* 18(3):116-28.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M (2004a). Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of dislocation. *Dent Traumatol* 20(4):192-202.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M (2004b). Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period and antibiotics. *Dent Traumatol* 20(4):203-11.

Andreasen JO, Bakland LK, Andreasen FM (2006a). Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 2. A clinical study of the effect of preinjury and injury factors, such as sex, age, stage of root development, tooth location, and extent of injury including number of intruded teeth on 140 intruded permanent teeth. *Dent Traumatol* 22(2):90-8.

Andreasen JO, Bakland LK, Andreasen FM (2006b). Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 3. A clinical study of the effect of treatment variables such as treatment delay, method of repositioning, type of splint, length of splinting and antibiotics on 140 teeth. *Dent Traumatol* 22(2):99-111.

Andreasen JO, Storgard Jensen S, Sae-Lim V (2006c). The role of antibiotics in preventing complications after traumatic dental injuries: a literature review. *Endodontic Topics* 14(1):80-92.

Andreasen JO, Schwartz O, Kofoed T, Daugaard-Jensen J (2009). Transplantation of premolars as an approach for replacing avulsed teeth. *Pediatr Dent* 31(2):129-32.

Andreasen JO, Lauridsen E, Andreasen FM (2010). Contradictions in the treatment of traumatic dental injuries and ways to proceed in dental trauma research. *Dent Traumatol* 26(1):16-22.

Anesthesiologists ASo (2002). Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 96(4):1004-17.

Auschill TM, Arweiler NB, Hellwig E, Zaman-Alaei A, Sculean A (2003). Erfolgsrate der direkten Pulpaüberkappung mit Kalziumhydroxid. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113(9):946-52.

Bastone EB, Freer TJ, McNamara JR (2000). Epidemiology of dental trauma: a review of the literature. *Aust Dent J* 45(1):2-9.

- Baume LJ, Holz J (1981). Long term clinical assessment of direct pulp capping. *Int Dent J* 31(4):251-60.
- Bauss O, Rohling J, Schwestka-Polly R (2004). Prevalence of traumatic injuries to the permanent incisors in candidates for orthodontic treatment. *Dent Traumatol* 20(2):61-6.
- Berndt DC (2009). Die digitale Volumtomographie nach Zahntrauma. *Quintessenz* 60(5):547-53.
- Berthold C, Petschelt A (2003). Schientherapie nach dentalem Trauma. *Endodontie* 12(1):23-36.
- Berthold C (2007). Diagnostik und Dokumentation nach dentalem Trauma. *Endodontie* 16(1):9-25.
- Berthold C, Petschelt A (2009). Schienung nach Zahntrauma. *Quintessenz* 60(5):613-19.
- Borssen E, Holm AK (1997). Traumatic dental injuries in a cohort of 16-year-olds in northern Sweden. *Endod Dent Traumatol* 13(6):276-80.
- Braun W, Rüter A (1996). Frakturheilung: Morphologische und Physiologische Gesichtspunkte. *Unfallchirurg* 99(1):59-67.
- Brighton CT (1984). The biology of fracture repair. *Instr Course Lect* 33:60-82.
- Bryson EC, Levin L, Banchs F, Trope M (2003). Effect of minocycline on healing of replanted dog teeth after extended dry times. *Dent Traumatol* 19(2):90-5.
- Caldas AF, Jr., Burgos ME (2001). A retrospective study of traumatic dental injuries in a Brazilian dental trauma clinic. *Dent Traumatol* 17(6):250-3.
- Chappuis V, von Arx T (2005). Replantation of 45 avulsed permanent teeth: a 1-year follow-up study. *Dent Traumatol* 21(5):289-96.
- Chappuis V, von Arx T (2009). Diagnose und Therapie von Knochen- und Weichgewebsverletzungen im dentoalveolären Bereich. *Quintessenz* 60(5):555-62.
- Cox CF, Bergenholtz G, Heys DR, Syed SA, Fitzgerald M, Heys RJ (1985). Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *J Oral Pathol* 14(2):156-68.
- Cunha RF, Pugliesi DMC, Percinoto C (2007). Treatment of traumatized primary teeth: a conservative approach. *Dental Traumatology* 23(6):360-63.
- Cvek M, Lundberg M (1983). Histological appearance of pulps after exposure by a crown fracture, partial pulpotomy, and clinical diagnosis of healing. *J Endod* 9(1):8-11.
- Davis MJ, Vogel L (1995). Neurological assessment of the child with head trauma. *ASDC J Dent Child* 62(2):93-6.

- Dean JA, Avery DR, Swartz ML (1986). Attachment of anterior tooth fragments. *Pediatr Dent* 8(3):139-43.
- Demarco FF, Fay RM, Pinzon LM, Powers JM (2004). Fracture resistance of re-attached coronal fragments-influence of different adhesive materials and bevel preparation. *Dent Traumatol* 20(3):157-63.
- DGZMK (2005). Schienentherapie nach dentoalveolären Traumata, Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ). *Dtsch Zahnärztl Z* 60(7):358-59.
- Diener HC, Putzki N (2008). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4. Auflage. Stuttgart. Georg Thieme Verlag: 727-739.
- Donaldson M, Kinirons MJ (2001). Factors affecting the time of onset of resorption in avulsed and replanted incisor teeth in children. *Dent Traumatol* 17(5):205-9.
- Dummett CO, Jr. (2000). Dental management of traumatic injuries to the primary dentition. *J Calif Dent Assoc* 28(11):838-45.
- Dumsha TC (1995). Luxation injuries. *Dent Clin North Am* 39(1):79-91.
- Ebeleseder K, Glockner K, Städtler P (1994). Zur Erstversorgung von Zahntraumen - Ein Leitfaden für den Zahnarzt in der Praxis. *Quintessence* 45(11):1507-22.
- Ebeleseder K, Glockner K. (1999). Diagnostik des dentalen Traumas - Erstuntersuchung und Verletzungsarten. *Endodontie* 9(2):101-11.
- Ebeleseder KA, Glockner K, Pertl C, Stadtler P (1995). Splints made of wire and composite: an investigation of lateral tooth mobility in vivo. *Endod Dent Traumatol* 11(6):288-93.
- Einhorn TA (2005). The science of fracture healing. *J Orthop Trauma* 19(10 Suppl):4-6.
- Ekanayake L, Perera M (2008). Pattern of traumatic dental injuries in children attending the University Dental Hospital, Sri Lanka. *Dent Traumatol* 24(4):471-4.
- Ellis RG (1970). The classification and treatment of injuries to the teeth of children. 5th ed. Chicago. Year Book Medical Publishers:56-199.
- Feiglin B (1996). Dental pulp response to traumatic injuries--a retrospective analysis with case reports. *Endod Dent Traumatol* 12(1):1-8.
- Feliciano KM, de Franca Caldas A, Jr. (2006). A systematic review of the diagnostic classifications of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 22(2):71-6.

- Filippi A, Tschan J, Pohl Y, Berthold H, Ebeleseder K (2000a). A retrospective classification of tooth injuries using a new scoring system. *Clin Oral Investig* 4(3):173-5.
- Filippi A, von Arx T, Buser D (2000b). Externe Wurzelresorption nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 110(7):712-29.
- Filippi A, Pohl Y (2001). Der Zahnschutz: Prävention von Zahnunfällen im Sport. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111(9):1075-81.
- Filippi A, Krastl G (2007). Traumatologie im Milch- und Wechselgebiss. *Quintessenz* 58(7):739-52.
- Filippi A (2009a). Verhalten am Unfallort nach Zahntrauma. *Quintessenz* 60(5):541-45.
- Filippi A (2009b). Unfallbedingte Zahnverletzungen - Klassifikation, Terminologie und Risikofaktoren. *Quintessenz* 60(5):525-29.
- Filippi A, Pohl, Y., von Arx, T. (2001). Das Verhalten der Pulpa nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111(1):39-50.
- Flores MT, Andreasen JO, Bakland LK, Feiglin B, Gutmann JL, Oikarinen K, et al. (2001a). Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 17(2):49-52.
- Flores MT, Andreasen JO, Bakland LK, Feiglin B, Gutmann JL, Oikarinen K, et al. (2001b). Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 17(1):1-4.
- Flores MT, Andreasen JO, Bakland LK, Feiglin B, Gutmann JL, Oikarinen K, et al. (2001c). Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 17(3):97-102.
- Flores MT, Andreasen JO, Bakland LK, Feiglin B, Gutmann JL, Oikarinen K, et al. (2001d). Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 17(5):193-98.
- Flores MT, Andreasen JO, Bakland LK, Feiglin B, Gutmann JL, Oikarinen K, et al. (2001e). Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 17(4):145-48.
- Flores MT (2002). Traumatic injuries in the primary dentition. *Dent Traumatol* 18(6):287-98.
- Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. (2007a). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol* 23(3):130-6.

- Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. (2007b). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol* 23(2):66-71.
- Flores MT, Malmgren B, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Barnett F, et al. (2007c). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. III. Primary teeth. *Dent Traumatol* 23(4):196-202.
- Garcia-Godoy F (1981). A classification for traumatic injuries to primary and permanent teeth. *J Pedod* 5(4):295-7.
- Gedrange T, Böning K (2005). Ein interdisziplinäres Konzept bei der Behandlung von Patienten mit luxierten Zähnen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 56(7):715-22.
- Glendor U, Marcenes W, Andreasen JO (2007). Classification, Epidemiology and Etiology; In: Andreasen JO, Andreasen FM and Andersson L (ed.): Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 4th ed. Munksgaard, Copenhagen, Denmark. Blackwell: 217-45.
- Gnoinski WM (1994). Orale Traumata; In: Stöckli PW, Ben-Zur ED (ed.): Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen. 3. Auflage. New York. Georg ThiemeVerlag: 219.
- Granville-Garcia AF, de Menezes VA, de Lira PI (2006). Dental trauma and associated factors in Brazilian preschoolers. *Dent Traumatol* 22(6):318-22.
- Gulinelli JL, Saito CT, Garcia-Junior IR, Panzarini SR, Poi WR, Sonoda CK, et al. (2008). Occurrence of tooth injuries in patients treated in hospital environment in the region of Aracatuba, Brazil during a 6-year period. *Dent Traumatol* 24(6):640-4.
- Hänni S, von Arx T (2008). Verletzungen der bleibenden Zähne, Teil 4: Therapie der Kronenfrakturen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 118(8):737-46.
- Heim C, Schoettker P, Spahn DR (2004). Glasgow Coma Scale. *Der Anaesthesist* 53(12):1245-56.
- Hellwig E, Klimek J, Attin T (2009). Schmerzsymptomatik, Diagnostik und Behandlung der erkrankten Pulpa; In: Einführung in die Zahnerhaltung. 5. Auflage. München, Jena. Urban und Fischer: 342.
- Herforth A (1982). Traumatische Schädigung der Frontzähne bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 7-15 Jahren. Habilitationsschriften der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Berlin. *Quintessence*: 7-9.
- Hinckfuss SE, Messer LB (2009). Splinting duration and periodontal outcomes for replanted avulsed teeth: a systematic review. *Dent Traumatol* 25(2):150-7.
- Hübner H, Pfitzner M (2003). Schulsportunfälle im Freistaat Bayern. Schriften zur Körperkultur, Band 42. Münster. LIT Verlag: 18.

- Ivancic Jokic N, Bakarcic D, Fugosic V, Majstorovic M, Skrinjaric I (2009). Dental trauma in children and young adults visiting a University Dental Clinic. *Dent Traumatol* 25(1):84-7.
- Jackson NG, Waterhouse PJ, Maguire A (2006). Factors affecting treatment outcomes following complicated crown fractures managed in primary and secondary care. *Dent Traumatol* 22(4):179-85.
- Josell SD (1995). Evaluation, diagnosis, and treatment of the traumatized patient. *Dent Clin North Am* 39(1):15-24.
- Kahler B, Heithersay GS (2008). An evidence-based appraisal of splinting luxated, avulsed and root-fractured teeth. *Dent Traumatol* 24(1):2-10.
- Kamann WK (2008). Kindesmisshandlung - Relevanz für die zahnärztliche Betreuung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 118(4):321-26.
- Kargul B, Caglar E, Tanboga I (2003). Dental trauma in Turkish children, Istanbul. *Dent Traumatol* 19(2):72-5.
- Kern M (2005). Einflügelige Adhäsivbrücken und Adhäsivattachments - Innovation mit Bewährung. *Zahnärztliche Mitteilungen* 95(21):54-60.
- Kirzioglu Z, Karayilmaz H (2007). Surgical extrusion of a crown-root fractured immature permanent incisor: 36 month follow-up. *Dent Traumatol* 23(6):380-5.
- Knieper J, Troch O (Hrsg.). Homepage: meinzahnschutz24. 20.03.2010.
URL: <http://www.meinzahnschutz24.de/index.php?mode=presse>.
- Kook K, Sonntag D, Stachniss V (2003). Partielle Pulpotomie und adhäsive Wiederbefestigung frakturierter Frontzahnsegmente- Minimal invasive Erstversorgung nach komplizierten Kronenfrakturen. *Endodontie* 12(1):67-74.
- Kramer PF, Zemruski C, Ferreira SH, Feldens CA (2003). Traumatic dental injuries in Brazilian preschool children. *Dent Traumatol* 19(6):299-303.
- Krastl G (2004). Erhalt eines traumatisierten Frontzahns mit Wurzelquerfraktur durch kieferorthopädische Extrusion. *Endodontie* 13(4):323-34.
- Krastl G, Meller C, Pastoret MH, Weiger R (2008). Zahnverletzungen im Milchgebiss - Eine Übersicht plus Fallbeispiel. *Endodontie* 17(4):355-71.
- Krastl G, Filippi A (2009). Zahntrauma - reparierst du noch oder heilst du schon? *Quintessenz* 60(5):519.
- Krastl G, Filippi A, Weiger R (2009). German general dentists' knowledge of dental trauma. *Dent Traumatol* 25(1):88-91.
- Krastl G, Weiger R (2009). Milchzahntrauma. *Quintessenz* 60(5):531-39.

- Kühnisch J, Bücher K, Kaaden C, Hickel R (2008). Konservierende Versorgung eines komplexen dentalen Traumas - Ergebnis nach vier Jahren. 1. Interdisziplinäre Tagung: Dentoalveoläre Traumatologie. Bonn. 20. -22. Juni 2008.
- Lam R, Abbott P, Lloyd C, Kruger E, Tennant M (2008). Dental trauma in an Australian rural centre. *Dent Traumatol* 24(6):663-70.
- Lang B, Pohl Y, Filippi A (2003). Transplantation von Zähnen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113(11):1179-92.
- Lee R, Barrett EJ, Kenny DJ (2003). Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. II. Extrusions. *Dent Traumatol* 19(5):274-9.
- Lieger O, Graf C, El-Maaytah M, Von Arx T (2009). Impact of educational posters on the lay knowledge of school teachers regarding emergency management of dental injuries. *Dent Traumatol* 25(4):406-12.
- Lin J, Chandler NP (2008). Electric pulp testing: a review. *Int Endod J* 41(5):365-74.
- Lindhe J, Nyman S (1977). The role of occlusion in periodontal disease and the biological rationale for splinting in treatment of periodontitis. *Oral Sci Rev* 10:11-43.
- Love RM (1996). Bacterial penetration of the root canal of intact incisor teeth after a simulated traumatic injury. *Endod Dent Traumatol* 12(6):289-93.
- Love RM, Ponnambalam Y (2008). Dental and maxillofacial skeletal injuries seen at the University of Otago School of Dentistry, New Zealand 2000-2004. *Dent Traumatol* 24(2):170-6.
- Ma KM, Sae-Lim V (2003). The effect of topical minocycline on replacement resorption of replanted monkeys' teeth. *Dent Traumatol* 19(2):96-102.
- Maia EA, Baratieri LN, de Andrada MA, Monteiro S, Jr., de Araujo EM, Jr. (2003). Tooth fragment reattachment: fundamentals of the technique and two case reports. *Quintessence Int* 34(2):99-107.
- Mischkowski RA, Zöllner JE (1999). Mundschutz zur Vorbeugung von sportbedingten Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 55(00):1-3.
- Mitsuhiro T (2006). Optimal use of photography, radiography and micro computed tomography scanning in the management of traumatized teeth. *Endodontic Topics* 14(1):4-19.
- Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE, Jr. (1963). Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth. *J Dent Res* 42(6):1490-502.
- Moule AJ, Moule CA (2009). Minor traumatic injuries to the permanent dentition. *Dent Clin North Am* 53(4):639-59.

- Newsome PR, Tran DC, Cooke MS (2001). The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. *Int J Paediatr Dent* 11(6):396-404.
- Nikoui M, Kenny DJ, Barrett EJ (2003). Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. III. Lateral luxations. *Dent Traumatol* 19(5):280-5.
- O'Brien M (1994). Children's dental health in the United Kingdom 1993. In: Report of Dental Survey. Office of Population Censuses and Surveys. London: HSMO.
- Oikarinen K, Kassila O (1987). Causes and types of traumatic tooth injuries treated in a public dental health clinic. *Endod Dent Traumatol* 3(4):172-7.
- Oikarinen K (1990). Tooth splinting: a review of the literature and consideration of the versatility of a wire-composite splint. *Endod Dent Traumatol* 6(6):237-50.
- Oikarinen K (2007). Splinting of Traumatized Teeth; In: Andreasen JO, Andreasen FM and Andersson L (ed.): Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 4th ed. Munksgaard, Copenhagen, Denmark. Blackwell: 842-50.
- Oliveira LB, Marcenes W, Ardenghi TM, Sheiham A, Bonecker M (2007). Traumatic dental injuries and associated factors among Brazilian preschool children. *Dent Traumatol* 23(2):76-81.
- Olsburgh S, Krejci I (2003). Pulp response to traumatic crown fractures. *Endodontic Topics* 5(1):26-40.
- Pohl Y, Wahl G, Filippi A, Kirschner H (2005). Results after replantation of avulsed permanent teeth. III. Tooth loss and survival analysis. *Dent Traumatol* 21(2):102-10.
- Pohl Y (2007). Dislokationsverletzungen bleibender Zähne. *Zahnärztliche Mitteilungen* 97(9):1276-86.
- Pohl Y (Hrsg.). Homepage: Zahnunfall. 20.03.2010.
URL: http://www.zahnunfall.de/Material_Information/material_information.html.
- Rajab LD (2003). Traumatic dental injuries in children presenting for treatment at the Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, University of Jordan, 1997-2000. *Dent Traumatol* 19(1):6-11.
- Ram D, Cohenca N (2004). Therapeutic protocols for avulsed permanent teeth: review and clinical update. *Pediatr Dent* 26(3):251-5.
- Rappelli G, Massaccesi C, Putignano A (2002). Clinical procedures for the immediate reattachment of a tooth fragment. *Dent Traumatol* 18(5):281-4.
- Raslan N, Wetzel WE (2006). Exposed human pulp caused by trauma and/or caries in primary dentition: a histological evaluation. *Dent Traumatol* 22(3):145-53.

- Reis A, Francci C, Loguercio AD, Carrilho MR, Rodriques Filho LE (2001). Re-attachment of anterior fractured teeth: fracture strength using different techniques. *Oper Dent* 26(3):287-94.
- Reis A, Loguercio AD, Kraul A, Matson E (2004). Reattachment of fractured teeth: a review of literature regarding techniques and materials. *Oper Dent* 29(2):226-33.
- Robertson A, Andreasen FM, Andreasen JO, Noren JG (2000). Long-term prognosis of crown-fractured permanent incisors. The effect of stage of root development and associated luxation injury. *Int J Paediatr Dent* 10(3):191-9.
- Rodriguez JG (2007). Traumatic anterior dental injuries in Cuban preschool children. *Dent Traumatol* 23(4):241-2.
- Sae-Lim V, Wang CY, Choi GW, Trope M (1998a). The effect of systemic tetracycline on resorption of dried replanted dogs' teeth. *Endod Dent Traumatol* 14(3):127-32.
- Sae-Lim V, Wang CY, Trope M (1998b). Effect of systemic tetracycline and amoxicillin on inflammatory root resorption of replanted dogs' teeth. *Endod Dent Traumatol* 14(5):216-20.
- Sandalli N, Cildir S, Guler N (2005). Clinical investigation of traumatic injuries in Yeditepe University, Turkey during the last 3 years. *Dent Traumatol* 21(4):188-94.
- Saroglu I, Sönmez H (2002). The prevalence of traumatic injuries treated in the pedodontic clinic of Ankara University, Turkey, during 18 months. *Dent Traumatol* 18(6):299-303.
- Shulman JD, Peterson J (2004). The association between incisor trauma and occlusal characteristics in individuals 8-50 years of age. *Dent Traumatol* 20(2):67-74.
- Sigurdsson A (2003). Pulpal diagnosis. *Endodontic Topics* 5(1):12-25.
- Sitzmann F (1993). Wann sind zur Sicherung von Diagnosen und Therapien Röntgenaufnahmen nötig? *Dtsch Zahnärztl Z* 48(3):93-5.
- Sonntag D (2009). Restauration von Kronenfrakturen. *Quintessenz* 60(5):565-71.
- Soriano EP, Caldas Ade F, Jr., Diniz De Carvalho MV, Amorim Filho Hde A (2007). Prevalence and risk factors related to traumatic dental injuries in Brazilian schoolchildren. *Dent Traumatol* 23(4):232-40.
- Subramanian K, Chogle SM (2009). Medical and orofacial considerations in traumatic dental injuries. *Dent Clin North Am* 53(4):617-26.
- Tapias MA, Jimenez-Garcia R, Lamas F, Gil AA (2003). Prevalence of traumatic crown fractures to permanent incisors in a childhood population: Mostoles, Spain. *Dent Traumatol* 19(3):119-22.

- Teasdale G, Jennett B (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 2(7):81-4.
- Thomson WM, Stephenson S, Kieser JA, Langley JD (2003). Dental and maxillofacial injuries among older New Zealanders during the 1990s. *Int J Oral Maxillofac Surg* 32(2):201-5.
- Tovo MF, dos Santos PR, Kramer PF, Feldens CA, Sari GT (2004). Prevalence of crown fractures in 8-10 years old schoolchildren in Canoas, Brazil. *Dent Traumatol* 20(5):251-4.
- Traebert J, Bittencourt DD, Peres KG, Peres MA, de Lacerda JT, Marcenes W (2006). Aetiology and rates of treatment of traumatic dental injuries among 12-year-old school children in a town in southern Brazil. *Dent Traumatol* 22(4):173-8.
- Trope M (2002). Clinical management of the avulsed tooth: present strategies and future directions. *Dent Traumatol* 18(1):1-11.
- van Waes H (2001). Dentale Traumatologie bei Kindern und Jugendlichen; In: van Waes H, Stöckli PW (ed.): *Farbatlant der Zahnmedizin, Kinderzahnmedizin*. Band 17. Stuttgart. Georg Thieme Verlag: 364.
- van Waes H, Ostertag S (2009). Dislokationsverletzungen bleibender Zähne. *Quintessenz* 60(5):593-99.
- Viergutz G (2007). Milchzahnverletzungen. *Zahnärztliche Mitteilungen* 97(9):30-5.
- Vitale MC, Caprioglio C, Martignone A, Marchesi U, Botticelli AR (2004). Combined technique with polyethylene fibers and composite resins in restoration of traumatized anterior teeth. *Dent Traumatol* 20(3):172-7.
- von Arx T (1990). Traumatologie im Milchgebiss (I) Klinische und therapeutische Aspekte. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100(10):1195-204.
- von Arx T (1999). Traumatologie der Milchzähne: Klinische, diagnostische und therapeutische Aspekte. *Endodontie* 9(2):125-38.
- von Arx T, Filippi A, Buser D (2001). Splinting of traumatized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). *Dent Traumatol* 17(4):180-4.
- von Arx T, Chappuis V, Hänni S (2005a). Verletzungen der bleibenden Zähne, Teil 2: Therapie der Dislokationsverletzungen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 115(11):1057-67.
- von Arx T, Winzap-Kälin C, Hänni S (2005b). Verletzungen der bleibenden Zähne, Teil 1: Diagnostik der Zahnverletzungen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 115(2):133-39.
- von Arx T, Chappuis V, Hänni S (2007). Verletzungen der bleibenden Zähne-Teil 3: Therapie der Wurzelfrakturen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 117(2):135-44.

Weiger R, Krastl G (2009). Spätfolgen nach Zahntrauma. *Quintessenz* 60(5):621-29.

Wiegand A, Rödiger T, Attin T (2005). Die Therapie von Kronenfrakturen bei Frontzähnen - Reattachment statt Restauration? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 115(12):1172-81.

Worthington RB, Murchison DF, Vandewalle KS (1999). Incisal edge reattachment: the effect of preparation utilization and design. *Quintessence Int* 30(9):637-43.

Wright G, Bell A, McGlashan G, Vincent C, Welbury RR (2007). Dentoalveolar trauma in Glasgow: an audit of mechanism and injury. *Dent Traumatol* 23(4):226-31.

Yilmaz Y, Zehir C, Eyuboglu O, Belduz N (2008). Evaluation of success in the reattachment of coronal fractures. *Dent Traumatol* 24(2):151-8.

Ziegler A, Lange S, Bender R (2002). Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. *Dtsch Med Wochenschr* 127(7):14-6.

8 Abkürzungsverzeichnis

Ca(OH) ₂	Kalziumhydroxid
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
EPT	Elektrische Pulpentestung
IADT	International Association of Dental Traumatology
LMU	Ludwigs-Maximilians-Universität
MTA	Mineraltrioxid Aggregat
TTS	Titan-Trauma-Splint
ZEPAG	Zahn, Endodont, Parodont, Alveolarknochen, Gingiva

9 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Claudia Maria Neumann
Geburtsdatum: 21.03.1983
Geburtsort: Fürstenfeldbruck
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig, keine Kinder

Schulbildung

09/1989 – 07/1993 Grundschule Mammendorf
09/1993 – 06/2002 Viscardi Gymnasium Fürstenfeldbruck
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium

10/2002 – 03/2008 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität München
Abschluss: Staatsexamen im Fach Zahnmedizin

Beruf

04/2008 – 08/2008 Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. dent. R. Hickel
10/2008 – heute Assistenz Zahnärztin bei Dr. Brander

10 Danksagung

Zuerst möchte ich mich für die Möglichkeit zur Promotion an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie (Direktor Prof. Dr. Reinhard Hickel) bedanken. Mein Dank gilt weiterhin Herrn Priv.-Doz. Dr. J. Kühnisch für die Überlassung des Arbeitsthemas sowie für die fachliche und stets freundliche Betreuung während des gesamten Promotioszeitraumes.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen der Abteilung für Kinder- und Jungenzahnheilkunde, die mir bei dem Auffinden der archivierten Krankenakten sowie der Organisation der Terminvereinbarung für die Nachuntersuchung behilflich waren.

Zu großem Dank bin ich Herrn Ingo Hauzer verpflichtet, der mir bei der Erstellung der Datenbank sowie der Auswertung der gesammelten Informationen stets mit unerschöpflicher Geduld zur Seite stand.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei meiner Familie bedanken, vor allem bei meinen Eltern, die es mir erst ermöglicht haben, dieses Studium durchzuführen. Auch meinem Freund möchte ich danken, der mich während des Studiums und während der Anfertigung dieser Arbeit stets ermutigt hat und unterstützte.