

Aus dem Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde
Der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Westdeutsche Kieferklinik
Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde
Direktor: Univ.-Prof. Dr. W. H.-M. Raab

**Traumatisch bedingte dentogene Verletzungen der ersten und zweiten Dentition
(Düsseldorfer Studie)**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Zahnmedizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

Vorgelegt von

Hartmut Schulz

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg, Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. W.H.-M. Raab

Koreferent: Univ.-Prof. Dr. A. Hugger

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Raab danke ich für die Überlassung des Themas und für die Möglichkeit, meine Arbeit in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde der Westdeutschen Kieferklinik durchführen zu können.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Dr. Babette Stephan für die jederzeit freundliche und engagierte Betreuung dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Dr. Daniel Rothamel für seine Hilfe bei der Auswertung des statistischen Materials mit SPSS bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich jederzeit unterstützt haben und denen diese Arbeit gewidmet ist.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1 Einleitung | 7 |
| <u>1.1 Überblick</u> | 7 |
| 1.1.1 Verletzungen vor Durchbruch der Milchzähne | 8 |
| 1.1.2 Verletzungen im Milchgebiss | 9 |
| 1.1.3 Verletzungen im bleibenden Gebiss | 10 |
| <u>1.2 Klassifikation und Diagnostik der Zahnverletzungen</u> | 11 |
| 1.2.1 Kronenfrakturen | 11 |
| a) Schmelzsprung | 11 |
| b) (einfache) Schmelzfraktur | 11 |
| c) Schmelz-Dentinfraktur | 12 |
| d) komplizierte Schmelz-Dentinfraktur | 12 |
| 1.2.2 Wurzelfrakturen | 12 |
| 1.2.3 Kronen-Wurzelfrakturen | 13 |
| 1.2.4 Luxationsverletzungen | 13 |
| a) Kontusion | 13 |
| b) Subluxation | 14 |
| c) Luxation | 14 |
| d) Extrusion | 14 |
| e) Intrusion | 15 |
| f) Totale Luxation | 15 |
| <u>1.3 Therapeutische Versorgung und Prognose der Verletzungsformen</u> | 16 |
| 1.3.1 Schmelzsprung | 16 |
| 1.3.2 (einfache) Schmelzfraktur | 17 |
| 1.3.3 Schmelz-Dentinfraktur | 17 |
| 1.3.4 komplizierte Schmelz-Dentinfraktur | 18 |
| 1.3.5 Wurzelfrakturen | 19 |
| 1.3.6 Kronen-Wurzelfrakturen | 21 |
| 1.3.7 Kontusion | 22 |
| 1.3.8 Subluxation | 22 |
| 1.3.9 Luxation | 23 |
| 1.3.10 Extrusion | 24 |
| 1.3.11 Intrusion | 24 |
| 1.3.12 Totale Luxation | 25 |
| <u>1.4 Folgeerscheinungen und deren therapeutische Versorgung</u> | 27 |
| 1.4.1 Auswirkungen von Milchzahntraumata auf die bleibende Dentition | 27 |
| a) Schmelzhypomineralisationen | 28 |
| b) Schmelzhypoplasien | 29 |
| c) Durchbruchsstörungen | 29 |
| d) Kronen-/Wurzeldilazationen | 30 |
| e) Wurzelbildungsstörungen | 30 |
| f) parodontale Befunde | 30 |

| | |
|---|----|
| 1.4.2 Spätfolgen an traumatisierten Zähnen | 31 |
| a) Sensibilitätsverlust | 31 |
| b) Pulpaobliteration | 33 |
| c) Odontogene Infektion | 33 |
| d) Fistelung | 33 |
| e) Ankylose | 34 |
| f) Verfärbung | 34 |
| g) Zahnwanderung | 35 |
| h) externe Wurzelresorption | 35 |
| i) interne Wurzelresorption | 37 |
| 1.4.3 Differentialdiagnosen | 37 |
| <u>1.5 Nachsorge</u> | 39 |
| | |
| 2 Material und Methode | 40 |
| | |
| <u>2.1 Material</u> | 40 |
| 2.1.1 Auswahl des Patientengutes | 40 |
| 2.1.2 Verwendete Formulare | 41 |
| | |
| <u>2.2 Methode</u> | 41 |
| 2.2.1 Sensibilitätsprobe | 41 |
| 2.2.2 Perkussionsprobe | 42 |
| 2.2.3 Lockerungsgrade | 42 |
| 2.2.4 Röntgendiagnostik | 43 |
| | |
| 3 Ergebnisse | 44 |
| | |
| <u>3.1 Teil I der Studie: Ergebnisse der statistischen Auswertung der erfassten FZT</u> | 44 |
| 3.1.1 Patientengut | 44 |
| 3.1.2 Geschlechtsverteilung | 45 |
| 3.1.3 Altersverteilung | 47 |
| 3.1.4 Ursachenverteilung | 48 |
| 3.1.5 Anzahl verletzter Zähne pro Patient | 49 |
| 3.1.6 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne | 50 |
| 3.1.7 Verteilung der einzelnen Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Zähne | 51 |
| | |
| <u>3.2 Teil II der Studie: Ergebnisse der Nachuntersuchungen</u> | 55 |
| 3.2.1 Folgeschäden nach Zahnhalteapparatverletzungen | 55 |
| 3.2.2 Folgeschäden nach Zahnhartsubstanzverletzungen | 56 |
| | |
| 4 Diskussion | 58 |
| | |
| <u>Teil I:</u> | 58 |
| 4.1 Allgemeine Anmerkungen | 58 |
| 4.2 Patientenstruktur | 59 |
| 4.3 Altersverteilung | 59 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4 Ursachen und Möglichkeiten der Prävention | 60 |
| 4.5 Anzahl verletzter Zähne pro Patient | 61 |
| 4.6 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne | 62 |
| 4.7 Begleitverletzungen | 62 |
| 4.8 Verteilung der einzelnen Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Zähne | 63 |
| <u>Teil II:</u> | 64 |
| 4.9 Allgemeine Anmerkungen | 64 |
| 4.10 Einsatz von Antibiotika | 65 |
| 4.11 Bewertung und Weiterführung der Studie | 66 |
| | |
| 5 Literatur | 67 |
| | |
| 6 Anhang | 80 |
| | |
| 7 Lebenslauf | 83 |
| | |
| 8 Abstract | 84 |

1 Einleitung

1.1 Überblick

Traumatische Verletzungen der Zähne, der Alveolarfortsätze und der perioralen Gewebe gehören innerhalb der Ambulanz einer zahnärztlichen Poliklinik zum Alltag. Da die Prognose unter anderem auch vom Zeitintervall zwischen der Verletzung und dem Beginn der Behandlung beeinflusst wird, sollten die Verletzungen sobald wie möglich beurteilt und therapeutisch versorgt werden [35]. Es kann eine direkte oder indirekte, solitäre oder kombinierte Schädigung der Zahnhartsubstanz, der Pulpa, des Parodonts sowie des umgebenden knöchernen Alveolarfortsatzes mit oder ohne Beteiligung der bedeckenden Schleimhaut vorliegen [63]. Diese Verletzungsformen ereignen sich häufig im Rahmen von Sport- und Spielverletzungen, bei Rohheitsdelikten und Verkehrsunfällen, oder bei Kleinkindern verursacht aufgrund von noch nicht ausreichend entwickelter Bewegungskoordination [54]. Der Behandler beginnt mit der Erhebung der Anamnese, die konsequent und ausführlich sein sollte. Dazu gehört die Aufnahme der persönlichen Daten des Verletzten und Fragen nach Unfallort, Unfallzeitpunkt und Unfallhergang. Bei Schul-, Arbeits- und Wegeunfällen ist auch eine Untersuchung durch einen Durchgangsarzt zu veranlassen. Hinzu kommen Fragen nach Art und Zeitpunkt bisheriger Behandlung. Bei Bewusstseinsbeeinträchtigung bzw. Bewusstlosigkeit, Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Blutung aus Nase oder Ohren besteht Verdacht auf ein Schädel-Hirn-Trauma. In diesem Fall ist eine unverzügliche Krankenhauseinweisung zu veranlassen. Die Anfertigung von Röntgenaufnahmen, gegebenenfalls in zwei Ebenen, ist grundsätzlich notwendig, da beispielsweise nicht dislozierte Wurzelfrakturen klinisch manchmal unauffällig sind und daher übersehen werden können. Während im Frontzahnbereich Aufbissaufnahmen eine gute Übersicht bieten, sind zur Feststellung von Wurzelfrakturen häufig Zahnfilme unter verschiedenen Projektionsrichtungen erforderlich [54]. Der Tetanusimpfstatus und Risiken, die sich aus der allgemeinen Anamnese ergeben können, sind ebenfalls zu berücksichtigen. Entsprechend dem im Anhang angegebenen Schema der *ständigen Impfkommission des Robert-Koch-Instituts* ist nach einer Verletzung bei unklarer oder nicht ausreichender Schutzimpfung eine passive und/oder aktive Immunisierung mittels Tetanus-

Immunglobulin (Tetagam) und Tetanus-Adsorbat-Impfstoff (Tetanol) angezeigt¹. Zuletzt sollte noch nach dem Verbleib von Zahn oder Zahnfragmenten und der Art der Aufbewahrung gefragt werden [34]. Damit bei der Dokumentation keine der oben genannten Punkte übersehen werden, empfiehlt sich die Verwendung entsprechender standardisierter Erhebungsbögen. Sämtliche Daten müssen schriftlich fixiert werden, da nicht selten Behörden oder Versicherungen später genaue Auskünfte vom Erstbehandler einholen [54]. In der zahnärztlichen Ambulanz der Westdeutschen Kieferklinik wird für diese Zwecke das Frontzahntraumaformular der *Deutschen Gesellschaft für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde*² verwendet.

Welche Therapieform im Einzelfall gewählt werden muss, richtet sich nach dem Alter der Patienten, dem Zeitraum bis zur Versorgung der Verletzung und nach der Art und dem Schweregrad des Frontzahntraumas sowie der Compliance des Patienten.

1.1.1 Verletzungen vor Durchbruch der Milchzähne

Diese Phase umfasst etwa die ersten sechs bis acht Lebensmonate. Verletzungen in diesem Zeitraum treten relativ selten auf und sind meist auf Unachtsamkeiten der Eltern zurückzuführen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um stumpfe Traumatisierungen des Oberkiefers von frontal. Bedenkt man die Lokalisation der Milchzahnkeime dicht unter der Oberkieferkorkortikalis, ist verständlich, dass auch eine solche Verletzung folgenschwer sein kann. Die Kronen der mittleren Milchschnidezähne sind zum Zeitpunkt der Geburt schon fast vollständig mineralisiert, die Kronen der seitlichen Schneidezähne zu etwa zwei Dritteln. Deshalb bewirkt ein Trauma oft eine missgestaltete Wurzel oder eine Milchzahnkeimverlagerung, was sich später durch einen dystrophen Durchbruch oder eine Retention der Milchzähne bemerkbar macht. Eine Aufklärung der Eltern beziehungsweise der Erziehungsberechtigten über die möglichen Auswirkungen auf die erste und zweite Dentition sowie auf die Kieferentwicklung ist unerlässlich.

¹ Die Applikation erfolgt tief intramuskulär im Bereich des Muskulus deltoideus. Eine Simultanimpfung sollte stets an kontralateralen Stellen durchgeführt werden und ist wie jede Impfung im Impfausweis einzutragen [89].

² Abbildung auf Seite 80

Tab. 1: Mineralisationsstadien der Milchfrontzähne [Mod. nach Logan u. Kronfeld 1933 und Schour u. Massler 1940]

| | Mineralisation bei der Geburt | Mineralisation nach 12 Monaten | Mineralisation nach 2 Jahren | Mineralisation nach 3 Jahren | Ende Schmelzbildung |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| mittlere Schneidezähne | Krone fast vollständig verkalkt | Wurzel zu einem Drittel verkalkt | Wurzel zu zwei Dritteln verkalkt | abgeschlossen | nach 1½ Monaten |
| seitliche Schneidezähne | Krone zu zwei Dritteln verkalkt | Wurzel zu einem Drittel verkalkt | Wurzel zu zwei Dritteln verkalkt | abgeschlossen | nach 2½ Monaten |
| Eckzähne | Krone zur Hälfte verkalkt | Beginn der Wurzelbildung | Wurzel zur Hälfte verkalkt | Mineralisation des letzten Wurzeldrittels | nach 9 Monaten |

Tab. 2: Mineralisationsstadien der bleibenden Frontzähne [Mod. nach Logan u. Kronfeld 1933]

| | Mineralisation bei der Geburt | Mineralisation nach 12 Monaten | Mineralisation nach 2 Jahren | Mineralisation nach 3 Jahren | Ende Schmelzbildung |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| mittlere Schneidezähne | keine | Inzisalkante | Krone zu zwei Dritteln verkalkt | Krone fast vollständig verkalkt | 4-5 Jahre |
| seitliche Schneidezähne | keine | Inzisalkante | Krone zu einem Drittel verkalkt | Krone zu zwei Dritteln verkalkt | 4-5 Jahre |
| Eckzähne | keine | Eckzahnschmelzspitze | Krone zu einem Drittel verkalkt | Krone zu zwei Dritteln verkalkt | 6-7 Jahre |

1.1.2 Verletzungen im Milchgebiss

Vom Durchbruch der ersten Zähne bis zur Exfoliation der oberen und unteren Schneidezähne im 5. bis 6. Lebensjahr treten Frontzahntraumata häufig in der Phase des Laufens oder beim Spielen auf. Das Verhältnis von Jungen zu Mädchen liegt etwa bei 1:1. Bedingt durch die Nachgiebigkeit des Alveolarknochens kommt es häufiger zu Luxationsverletzungen als zu Kronenfrakturen. Das Hauptproblem liegt in der möglichen Schädigung der bleibenden Dentition [20, 60, 61]. Die Folgen eines Frontzahntraumas sind aber zum Unfallzeitpunkt trotz klinischer und röntgenologischer Diagnostik kaum absehbar. Besonders gefährdet sind die Keime der zweiten Dentition bei Luxationsarten wie der lateralen Luxation und der Intrusion. Wird die

Milchzahnwurzel nach oral verlagert, kann sie das Zahnsäckchen des bleibenden Zahnes schädigen. Es kommt zur lokalen mechanischen Schädigung des Schmelzepithels und der sekretorischen Ameloblasten (primäre Schädigung) [23, 88]. Der Schweregrad der Verletzung entscheidet, ob Schmelzverfärbungen, Schmelzhypoplasien oder sogar Formanomalien (Kronendilazation) entstehen. Von einer sekundären Schädigung spricht man, wenn sich in Folge einer Pulpanekrose eine periapikale Infektion ausbildet und sich diese bis zum Keim ausbreitet. Auf der einen Seite besteht die Gefahr einer metabolischen Schädigung des Keims durch toxische Stoffwechselprodukte, auf der anderen Seite kann auch das entzündungsbegleitende Ödem Druck auf den Zahnkeim ausüben und diesen irreversibel schädigen [15]. Nur die Kenntnis über den Mineralisationsgrad des Zahnkeimes zum Zeitpunkt der Traumatisierung, die Art der Verletzung und die Richtung und Intensität der Krafteinwirkung erlauben eine Prognose [13].

Dabei haben Intrusionen und laterale Luxationen von Milchzähnen bis zum vierten Lebensjahr die schlechteste Prognose, was sowohl die Schädigung der bleibenden Dentition als auch die eigene Erhaltung angeht.

1.1.3 Verletzungen im bleibenden Gebiss

Geht es bei der Versorgung von Frontzahntraumata in der ersten Dentition vor allem darum, durch die richtige Therapie Schaden von der bleibenden Dentition abzuwenden, steht im bleibenden Gebiss der dauerhafte Erhalt der Zähne im Vordergrund. Im Extremfall durch Replantation eines avulsierten Zahnes. Die Hauptursachen von Frontzahntraumata verlagern sich auf Sport- und Freizeitunfälle, sowie Verkehrsunfälle und Rohheitsdelikte. Prozentual kommen Kronenfrakturen in der zweiten Dentition am häufigsten vor, was zum Beispiel durch eine geringere Nachgiebigkeit des Alveolarfortsatzes zu erklären ist [14, 22, 82].

1.2 Klassifikation und Diagnostik der Zahnverletzungen

Die vorliegende Klassifikation stützt sich auf eine Einteilung, die von der WHO in der *Internationalen Klassifizierung von Krankheiten der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Stomatologie* aus dem Jahre 1978 übernommen wurde. Die Klassifikation bezieht sich sowohl auf das Gebiss der ersten als auch auf das der zweiten Dentition [8].

1.2.1 Kronenfrakturen Syn. : supraalveoläre Frakturen

a) Schmelzsprung Syn. : Schmelzriß, Schmelzinfraction

Der Schmelzsprung entspricht einer unvollständigen Fraktur des Schmelzes ohne Substanzverlust, die besonders bei Trocknung des Zahnes gut zu erkennen ist. Maximal verläuft der Schmelzsprung bis zur Schmelz-Dentingrenze und wird durch extreme physikalische oder mechanische Einwirkung verursacht. Auch kieferorthopädisch behandelte Zähne nach Bracketentfernung und Zähne nach einer Sensibilitätsprobe mit Kohlensäureschnee können Schmelzsprünge aufweisen [8]. Der Zahn reagiert auf die Sensibilitätsprobe und Perkussionsprobe normal. Der Röntgenbefund sowie auch die Zahnbeweglichkeit sind ohne Besonderheiten.

b) (einfache) Schmelzfraktur Syn. : Kronenfraktur I. Grades

Die Schmelzfraktur beschreibt einen Substanzverlust, der sich ausschließlich auf den Bereich des Schmelzes beschränkt. Bei dieser Verletzungsform kann eine verstärkte Sensibilität auftreten, es zeigt sich jedoch keine erhöhte Perkussionsempfindlichkeit oder Zahnbeweglichkeit. Auf dem Zahnfilm ist gegebenenfalls eine Unterbrechung der Zahnkontur erkennbar.

c) Schmelz-Dentinfaktur Syn.: Kronenfraktur II. Grades

Ein Substanzverlust von Schmelz und Dentin ohne Eröffnung der Pulpa entspricht einer Kronenfraktur II. Grades. Des Weiteren lässt sich zwischen pulpenahen und pulpenfernen Schmelz-Dentinfakturen differenzieren. Der Befund ergibt eine erhöhte Sensibilität bei sonst normaler Perkussion und Zahnbeweglichkeit. Der Röntgenbefund zeigt eine Unterbrechung oder einen Defekt der Kontur.

d) komplizierte Schmelz-Dentinfaktur Syn. : Kronenfraktur III. Grades

Die komplizierte Schmelz-Dentinfaktur beschreibt einen Substanzverlust von Schmelz und Dentin mit kleinflächiger bis breitflächiger Eröffnung der Pulpa. Der Zahn reagiert in diesem Fall verstärkt auf einen Vitalitätstest, die Perkussionsprobe kann hingegen negativ oder positiv ausfallen. Der Zahnfilm zeigt einen Defekt, der bis zum Pulpakavum reicht.

1.2.2 Wurzelfrakturen Syn. : infraalveoläre Fraktur

Im Falle einer Wurzelquerfraktur liegt eine Kontinuitätsunterbrechung der Wurzel im zervikalen, mittleren oder apikalen Drittel vor. Der Sensibilitätstest kann sowohl positiv als auch negativ ausfallen, wenn durch die Fraktur auch die Gefäß- und Nervenversorgung unterbrochen ist. Die Perkussionsempfindlichkeit ist im Allgemeinen erhöht, sie kann jedoch auch im Normalbereich liegen. Je nach Lokalisation der Fraktur liegt eine erhöhte Zahnbeweglichkeit vor, die umso größer ausfällt, je gingivanäher die Fraktur liegt. Für die Röntgendiagnostik gilt, dass nur Aufnahmen mit paralleler Einstellung des Zentralstrahls zur Frakturlinie ein exaktes Bild liefern. Eine weitere Verletzungsform der Zahnwurzel ist die Schrägfraktur mit dem Sonderfall der seltener vorkommenden Längsfraktur [63].

1.2.3 Kronen-Wurzelfrakturen

Es handelt sich um axial verlaufende Frakturen, deren apikaler Bruchrand entweder an oder unter der Schmelz-Zement-Grenze zu liegen kommt. Weiterhin unterscheidet man die einfache Kronen-Wurzelfraktur von der komplizierten Form mit Pulpaeröffnung. Die Zähne können positiv oder negativ sowohl auf den Sensibilitätstest als auch auf den Perkussionstest reagieren. Zusätzlich zeigt sich häufig eine Aufbissemphindlichkeit. Wie auch bei den Wurzelfrakturen ist die Zahnbeweglichkeit von der Lokalisation der Fraktur abhängig. Röntgenologisch ist die Frakturlinie koronal meist gut, apikal jedoch oft schlecht oder gar nicht zu erkennen, da der Frakturverlauf meist senkrecht zum Zentralstrahl liegt.

1.2.4 Luxationsverletzungen

a) Kontusion Syn. : Konkussion

Es handelt sich hierbei um die Erschütterung oder Stauchung des Desmodonts ohne Zerreißung von Sharpey'schen Fasern. Es kommt zu einer Einblutung im parodontalen Ligament, gefolgt von einem Hämatom oder Ödem, ohne dass eine begleitende Sulkusblutung auftritt. Bei der Befundung fllt nur eine erhöhte Perkussionsempfindlichkeit und Aufbissemphindlichkeit auf. Röntgenologisch lassen sich keine pathologischen Veränderungen feststellen.

b) Subluxation

Bei einer Subluxation kommt es zu einer Einblutung und einem Ödem im parodontalen Ligament nach Zerreißen von Sharpey'schen Fasern und damit zur Lockerung des Zahnes, jedoch ohne Lageveränderung. Wichtiges Symptom ist eine leichte Blutung aus dem gingivalen Sulkus des betroffenen Zahnes. Der Sensibilitätstest kann, wie auch der Perkussionstest, positiv oder negativ ausfallen. Auf dem Zahnfilm lässt sich ein leicht erweiterter Parodontalspalt erkennen.

c) Luxation Syn. : laterale Luxation

Die laterale Luxation bedeutet eine Verdrängung des Zahnes aus der Alveole in bukkoraler oder mesio-distaler Richtung mit Zerreißen parodontaler Fasern, der neurovaskulären Versorgung und Quetschung oder Fraktur der Alveolenwände. Die Sensibilität und Perkussionsempfindlichkeit sind entweder positiv oder negativ. Eine geringe Zahnbeweglichkeit kann sich aus der Verkeilung des Zahns im Alveolarknochen ergeben. Es ist jedoch auch möglich, dass der betroffene Zahn eine erhöhte Beweglichkeit aufweist. Weitere diagnostische Hinweise liefern die Palpation des Vestibulums und eine Okklusionskontrolle. Im Falle einer nach palatinal luxierten Krone eines oberen Frontzahnes ist die Wurzel, sofern sie nicht frakturiert ist, als Vorwölbung im Vestibulum zu palpieren und die veränderte Lage der Zahnkrone führt zu Okklusionsstörungen. Auf dem Zahnfilm lässt sich je nach Projektion eine Verlagerung, ein erweiterter Parodontalspalt oder auch eine Überlagerung von Zahnwurzel und Alveole beobachten. Aufbißaufnahmen liefern in der Regel mehr Information über die Verlagerung.

d) Extrusion Syn. : axiale Luxation

Die teilweise axiale Verlagerung eines Zahnes aus seiner Alveole mit Zerreißen parodontaler Fasern und oft auch kompletter Unterbrechung der neurovaskulären Versorgung wird als Extrusion bezeichnet. Hierdurch erklärt sich je nach Stärke der Extrusion die erhöhte Beweglichkeit des Zahnes und die Blutung aus dem Sulkus. Die

Zahnkrone erscheint klinisch verlängert und kann zu Okklusionsinterferenzen führen. Auf den Sensibilitäts- und Perkussionstest können die betroffenen Zähne positiv oder negativ reagieren. Zur Darstellung der Zahnverlagerung eignen sich Aufnahmen nach der Halbwinkeltechnik besser als Aufbissaufnahmen [9]. Bei orthoradialer Projektion zeigt sich röntgenologisch eine apikal leere Alveole oder ein stark verbreiteter Parodontalspalt.

e) Intrusion Syn. : intrusive Luxation, zentrale Dislokation

Unter einer Intrusion versteht man die Verlagerung des Zahns in den Alveolarknochen durch eine axial auftreffende Kraft bis maximal zum völligen Verschwinden der klinischen Krone. Folgen sind das Zerreißen parodontaler Fasern, die teilweise Zerstörung des Desmodonts und des Knochens und fast immer eine Unterbrechung der neuro-vaskulären Versorgung. Je nach Schweregrad sind eventuell noch eine Sensibilität und Perkussionsunempfindlichkeit gegeben. Der Perkussionsklang ist aufgrund der Verkeilung des Zahnes im Knochen metallisch [9]. Die Zahn-beweglichkeit erscheint nicht verändert, jedoch zeigen sich auf dem Zahnfilm ein Verlust des Parodontalspalts und eine Dislokation, welche anhand des unterschiedlichen Niveaus der Inzisalkanten oder der apikalen Lageveränderung der Schmelz-Zement-Grenze auszumachen ist. Die Intrusion eines Milchzahnes ist die Verletzungsform mit der höchsten Wahrscheinlichkeit einer Keimschädigung der zweiten Dentition und damit der ungünstigsten Prognose!

f) Totale Luxation Syn.: Avulsion, Exartikulation

Die totale Luxation ist eine komplexe Verletzung, die den vollständigen Abriss der Pulpa und der desmodontalen Fasern beinhaltet. Mitunter kann der Zahn nur noch durch parodontale Fasern an der Gingiva befestigt sein. Oft ist die Exartikulation mit Alveolarkammfrakturen vergesellschaftet.

Tab. 3: Diagnostik der Verletzungsarten [89]

| Verletzungsform | Sensibilitätstest | Perkussion | Lockerungsgrad | Weitere Symptome |
|-----------------------------------|-------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Schmelzsprung | + | – | 0 | eventuell erhöhte Sensibilität |
| Schmelzfraktur | + | – | 0 | eventuell erhöhte Sensibilität |
| Schmelz-Dentinfaktur | ++ | – | 0 | erhöhte Sensibilität |
| Komplizierte Schmelz-Dentinfaktur | +++ | + / – | 0 | erhöhte Sensibilität |
| Wurzelfraktur | + / – | + / ++ | je nach Lokalisation | Aufbissemphindlichkeit |
| Kronen-Wurzelfraktur | + / – | + / ++ | je nach Lokalisation | Aufbissemphindlichkeit |
| Kontusion | + | + / ++ | 0 | Aufbissemphindlichkeit |
| Subluxation | + (–) | + / +++ | 0 – III | Sulkusblutung |
| Luxation | – (+) | – (+) | meist Verkeilung in Kortikalis | metallischer Perkussionsklang |
| Extrusion | – (+) | + / – | stark erhöht | Zahnkrone verlängert |
| Intrusion | – (+) | – (+) | 0 | metallischer Perkussionsklang |
| Totalluxation | | | | leere Alveole |

1.3 Therapeutische Versorgung und Prognose der Verletzungsformen

1.3.1 Schmelzsprung

Eine invasive Therapie eines Schmelzsprunges im Milchgebiss und auch in der zweiten Dentition ist nicht notwendig. Jedoch ist eine Fluoridierung und Kontrolle der Sensibilität nach drei, sechs und zwölf Monaten anzuraten. Bei der Überprüfung der Sensibilität sollte auf CO₂-Schnee verzichtet werden, um die vorhandenen Schmelzsprünge nicht zu vergrößern oder neue Schmelzsprünge zu verursachen.

Prognose:

Die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose ist gering und die Prognose daher entsprechend günstig. In der vorliegenden Studie konnte jedoch auch nach dieser Verletzungsform ein Sensibilitätsverlust nachgewiesen werden.

1.3.2 (einfache) Schmelzfraktur

Das Vorgehen besteht hier in der Beseitigung scharfer Schmelzkanten und Fluoridierung im Milchgebiss und gegebenenfalls in der Wiederherstellung der Kronenform mittels Komposit unter Verwendung der Säure-Ätz-Technik (SÄT) in der zweiten Dentition. Eine anschließende Fluoridierung und Kontrollen nach drei, sechs und zwölf Monaten sollten erfolgen.

Prognose:

Eine reine Schmelzfraktur führt nur sehr selten solitär zu nekrotischen Pulpaveränderungen [37].

1.3.3 Schmelz-Dentinfraaktur

Im Milchgebiss sollte sich bei traumatisierten Zähnen mit geringfügigen Schmelz-Dentinfrakturen und normaler Sensibilität die Therapie auf das Glätten scharfer Kanten und eine nachträgliche Fluoridtouchierung beschränken [37].

Liegt eine pulpenferne Fraktur vor, kann diese nach Säuberung mit Komposit in SÄT versorgt werden. Ist jedoch weniger als 1mm Restdentin vorhanden, sollte bariumsulfathaltige Kalziumhydroxid-Suspension auf das Dentin appliziert werden, die anschließend mit einem Unterfüllungsmaterial, zum Beispiel mit niedrigviskösem Glasionomerezement, fixiert wird. Erst nach dieser indirekten Überkappung erfolgt eine Restauration mit Kompositmaterial. Gleiches gilt für die Zähne der zweiten Dentition.

Bei einem erhaltenen größeren Zahnfragment ist die adhäsive Wiederbefestigung möglich. Alle Zahnfragmente sollten entweder in physiologischer Kochsalzlösung oder in Leitungswasser bis zum Wiedereinsetzen aufbewahrt werden, um eine Verfärbung oder Infraktur aufgrund der Dehydrierung zu vermeiden [9]. Das Zahnfragment wird in

den Kontaktbereichen hohlgelegt, in denen es nach Reposition dem Pulpenverband aufliegt. Das Fragment wird schließlich unter Verwendung der SÄT und einem niedrigviskösen Komposit wiederbefestigt. Die Vorteile liegen in der guten Ästhetik und dem identischen Abrasionsverhalten. Auch bei einer Schmelz-Dentinfaktur empfiehlt sich eine Kontrolle der Sensibilität nach drei, sechs und zwölf Monaten.

Prognose:

Grundsätzlich ist die Prognose für eine Wundheilung der Pulpa nach einer Schmelz-Dentinfaktur bei Zähnen mit offenem Foramen apicale erheblich besser als bei abgeschlossenem Wurzelwachstum [9, 28]. Die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose steigt, wenn die Schmelzfraktur zusätzlich mit einer Subluxation, Luxation, Extrusion oder Intrusion einhergeht. Tritt eine Schmelz-Dentinfaktur in Kombination mit einer Intrusion auf, beträgt die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose fast immer 100% [9].

1.3.4 komplizierte Schmelz-Dentinfaktur

Entscheidend für die Therapie einer komplizierten Schmelz-Dentinfaktur in der ersten und zweiten Dentition ist der Zustand des Pulpengewebes hinsichtlich der Verschmutzung, der Dauer der freiliegenden Pulpawunde und des Alters des Patienten. Weist das Pulpengewebe eine rötliche Färbung, eine feste Konsistenz und keine Verschmutzung oder Sekretion auf, und liegt das Trauma noch keine 24 Stunden zurück, so kann die Wunde nach Säuberung mit H_2O_2 und Trocknung mit Kalziumhydroxidsuspension abgedeckt werden. Die Verwendung von röntgenopakem, bariumsulfathaltigem Kalziumhydroxid bietet den Vorteil, dass bei späteren Röntgenkontrollen die Ausbildung und Lokalisation eines Bridging beurteilt werden kann. Danach erfolgt die Fixierung des Wundverbandes mit einem Liner oder niedrigviskösen Unterfüllungsmaterial. Ist die Pulpa hingegen von weißlicher Farbe und flüssiger Konsistenz muss eine Pulpaamputation durchgeführt werden [24, 25]. Unter absoluter Trockenlegung wird die infizierte Kronenpulpa mit einem sterilen Rosenbohrer entfernt, bis gesunde Pulpa zu Tage tritt. Die auf diese Weise angefrischte Pulpa wird danach mit einer Kalziumhydroxidsuspension abgedeckt und wie bereits erwähnt mit Unterfüllungsmaterial fixiert.

Erstreckt sich die Verletzung oder Verschmutzung bei bleibenden Zähnen bis zur Wurzelpulpa, so sollte der Behandler eine Vitalextraktion mit anschließender medikamentöser Versorgung des Wurzelkanals durchführen. Hierfür wird frisch angerührtes Kalziumhydroxid (Kalziumhydroxidpulver und Aqua dest.) ohne Bariumsulfat verwendet. Nachdem ein präoperativer Zahnfilm angefertigt wurde, erfolgt bei noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum die Extraktion der Pulpa lediglich bis in die Bereiche des beginnenden apikalen Drittels, also drei bis vier Millimeter vor den sich bildenden Apex. Das eingebrachte $\text{Ca}(\text{OH})_2$ schafft ein basisches Milieu und regt dadurch Osteoblasten zur Sekretion und damit zur Bildung von Hartschubstanz an der Wurzelspitze an [33, 44, 51]. Bis zum Abschluss des Wurzelwachstums bzw. der Apexifikation sollte das eingebrachte Kalziumhydroxid alle drei Monate ausgewechselt werden. Erst dann kann der Zahn definitiv wurzelgefüllt werden [92].

Liegen solch ungünstige Voraussetzungen bei Milchzähnen vor, so ist eine Extraktion indiziert.

Prognose:

Die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose nach direkter Überkappung liegt bei offenem Apex bei etwa 5%, bei geschlossenem Apex bei etwa 10% [68]. Cvek beschrieb 1978 eine 5%ige Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose nach Pulpaamputation. Primär scheint die Prognose davon abhängig zu sein, ob es zusätzlich noch zu einer Verletzung des parodontalen Ligaments gekommen ist und erst sekundär vom Umfang der eröffneten Pulpa und der Zeitdauer, in der das Pulpagewebe exponiert war [9].

1.3.5 Wurzelfrakturen

Wurzelquerfraktur:

Im Milchgebiss werden Wurzelreste, die noch darstellbar sind, extrahiert. Liegt die Fraktur im mittleren oder apikalen Drittel der Milchzahnwurzel, so entfernt man das koronale Fragment und überlässt die Wurzel der physiologischen Resorption. Eine Extraktion ist wegen der möglichen Keimschädigung nicht indiziert.

Um eine Heilung der Pulpa und des parodontalen Ligaments bei Zähnen der zweiten Dentition zu ermöglichen, wird es als notwendig angesehen (obwohl es nicht bewiesen ist), dass das verlagerte koronale Fragment wieder optimal reponiert und über einen Zeitraum von etwa sechs Wochen fest fixiert wird. Nur eine stabile Fixierung ermöglicht die Bildung eines Hartgewebsskallus zwischen den Zahnfragmenten [9]. Eine günstige Prognose haben Zähne ohne Lageveränderung des koronalen Fragments, primär vitaler Pulpa, nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und fehlender Verbindung des Frakturspalts zur Mundhöhle. Bei ungünstiger Prognose wird die Therapie je nach Lokalisation der Fraktur gewählt. Die Therapie der Wahl bei Querfrakturen im koronalen Drittel besteht in einer Vitalextraktion mit anschließender medikamentöser Einlage (Ca(OH)_2). Nach abgeschlossener endodontischer Behandlung erfolgt die Versorgung des Zahnes mit einer stiftverankerten Krone. Zähne mit Wurzelquerfrakturen im mittleren Drittel besitzen die schlechteste Prognose und müssen bei Therapiemisserfolgen, das heißt nach ausbleibender Heilung nach etwa sechs Wochen Schienung, oft extrahiert werden. Kommt es bei Frakturen im apikalen Drittel nicht zur erwünschten Heilung mit Erhalt der Vitalität, so ist eine Wurzelspitzenresektion nach endodontischer Behandlung des Zahns die letzte Therapiemöglichkeit.

Wurzellängsfrakturen:

Bei Wurzellängsfrakturen im Frontzahnbereich ist sowohl bei Zähnen der ersten als auch der zweiten Dentition eine Extraktion indiziert [37].

Prognose:

Das Stadium der Wurzelbildung zum Zeitpunkt der Verletzung und die Dislokation des koronalen Fragments haben prognostische Bedeutung für die Heilung der Pulpa. Obwohl eine Heilung, bei der beide Frakturteile durch Hartgewebsbildung verbunden werden, sicherlich optimal ist, sollte berücksichtigt werden, dass auch eine Zwischenlagerung von Bindegewebe ein akzeptables Ergebnis der Wundheilung darstellt. Nur bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum konnte bei allen Frakturtypen in einigen Fällen auch eine Granulationsgewebsbildung im Frakturverlauf mit entsprechend schlechter Prognose beobachtet werden [9].

Wurzelfrakturen, die keine Verbindung zur Mundhöhle aufweisen, können auf drei verschiedene Arten ausheilen [11, 72].

Die erste Möglichkeit besteht in der Interposition von mineralisiertem Hartgewebe (irreguläres Dentin, Osteodentin, zellhaltiges Zement), wie sie vorwiegend bei wenig dislozierten Fragmenten und bei nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum auftritt. In diesem Fall bleibt die Pulpa vital und das Desmodont intakt [74].

Nicht mineralisiertes Bindegewebe füllt den Frakturspalt, wenn der Hauptanteil des Bruchspaltes mit aus dem Desmodont eingewandertem Bindegewebe ausgefüllt wird und die Frakturflächen mit neuem Zement überzogen werden. Auch hier bleibt die Pulpa im koronalen Anteil vital, die Frakturlinie im Röntgenbild verschwindet hingegen nicht [72].

Wird der Frakturspalt zunächst durch Resorption verbreitert und dann mit desmodontalem Bindegewebe ausgefüllt, in dessen Mitte eine Knochenlamelle entsteht, liegt die dritte Heilungsmöglichkeit vor. Hierbei kann es zu einer Einengung des Wurzelkanals mit folgender Nekrose der Pulpa kommen. Voraussetzung ist immer ein noch nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum, bei dem das koronale Fragment noch weiter durchbricht, während das apikale Fragment stationär bleibt [17].

1.3.6 Kronen-Wurzelfrakturen

Therapie der Wahl bei einfachen und komplizierten Kronen-Wurzelfrakturen im Milchgebiss ist die Extraktion.

Die Therapie einer einfachen Kronenwurzelfraktur im bleibenden Gebiss bei einem pulpenfernen Defekt besteht in einem Kompositaufbau mittels Säure-Ätz-Technik.

Im Falle einer einfachen, aber pulpennahen Kronenwurzelfraktur wird zunächst eine cp-Therapie (röntgenopakes Ca(OH)_2 + Unterfüllung) durchgeführt und anschließend ein Kompositaufbau vorgenommen [37].

Bei komplizierten Kronen-Wurzelfrakturen kann je nach Ausdehnung des Defektes und Zustand der Pulpa eine direkte Überkappung mit folgendem Kompositaufbau oder aber eine Vitalexirpation mit medikamentöser Einlage (Calxyl[®]), Stiftaufbau und provisorischer Krone angezeigt sein. Liegt der Frakturrand subgingival, so kann er durch Gingivektomie und Osteotomie in eine supragingivale Lage überführt werden.

Auch eine chirurgische Extrusion ist möglich. Hierbei muss jedoch die Vitalität des Zahnes geopfert werden, da eine definitive Wurzelfüllung vor der Replantation durchzuführen ist. Eine weitere Therapiemöglichkeit besteht in der kieferorthopädischen Extrusion des subgingival frakturierten Zahnes, mit dem Vorteil der Vitalerhaltung des Zahnes [9].

Prognose:

Im Falle einer chirurgischen Kronenverlängerung oder einer kieferorthopädischen Extrusion kann die Vitalität des frakturierten Zahnes erhalten werden. Bei Eröffnung der Pulpa im Rahmen einer Kronen-Wurzelfraktur gilt im Wesentlichen die gleiche Prognose wie bei einer komplizierten Schmelz-Dentinfraktur. Eine chirurgische Extrusion erfordert hingegen eine definitive Wurzelkanalfüllung und ist somit mit einem Vitalitätsverlust des traumatisierten Zahnes verbunden [9].

1.3.7 Kontusion

Die Behandlung von Konkussionsverletzungen der ersten und zweiten Dentition beruht auf einer Beseitigung von okklusalen Interferenzen durch selektives Einschleifen und dem Hinweis an den Patienten, für die nächsten zwei Wochen nur weiche Nahrung zu sich zu nehmen. Die betroffenen Zähne benötigen keine weitere Therapie, abgesehen davon, dass sie klinisch und gegebenenfalls röntgenologisch beobachtet werden müssen. Eine Schienung ist nicht notwendig, in einigen Fällen kann jedoch eine Tiefziehfolie den empfindlichen Zahn schützen.

Prognose:

Die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose und einer progressiven Wurzelresorption ist gering [9].

1.3.8 Subluxation

Die Therapie besteht auch hier sowohl für die erste als auch für die zweite Dentition in der Beseitigung okklusaler Interferenzen und der Empfehlung weicher Nahrung für

zwei Wochen. Zusätzlich ist aber auch je nach Lockerungsgrad eine Schienung der betroffenen Zähne für zwei Wochen notwendig.

Tab. 4: Übersicht Schienungsmethoden [89]

| Methode | Material | Indikation | Dauer | Flexibilität | Vorteile/Nachteile |
|---|--|---|--|---|---|
| Drahtbogen-Kunststoff-Schiene nach Schuchardt | 2mm starke Sprossenschiene, weicher Edelstahldraht (0,4mm), Kunststoff | Wurzelfraktur Alveolarfortsatzfraktur | 2-3 Monate 4-6 Wochen | stabil stabil | äußerst stabil / z.T. traumatisierende Inkorporation, Gefahr der Extrusion bei falscher Lage der Ligaturen |
| Draht-Komposit-Schiene | harter Edelstahldraht (bis 0,8mm), Ätzgel, Bonding, Komposit | Wurzelfraktur Subluxation Luxation Extrusion Intrusion Avulsion Alveolarfortsatzfraktur | 2-3 Monate < 2 Wochen 3-8 Wochen 2-3 Wochen ≤ 6 Wochen 1-2 Wochen 4-6 Wochen | stabil nicht starr nicht starr nicht starr orthodontisch nicht starr stabil | einfache Herstellung, atraumatisch, geringe Plaqueretention / feuchtigkeitsempfindlich, bei Entfernung Gefahr der Schmelzbeschädigung |
| Orthodontische Schienung (Bracket-Schiene) | Brackets/ vorgefertigte Bänder, Labialbogen, Ätzgel, Kunststoff | Intrusion | nach Reposition Retention bis 6 Wochen | orthodontisch | stabil, Überbrückung weiter Spannen im Lückengebiss/ aufwendig, z.T. traumatisierende Inkorporation |

Prognose:

Es ist eine geringfügige Schädigung von Pulpa und parodontalem Ligament zu erwarten, wobei Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum eine bessere Prognose hinsichtlich der Vitalerhaltung aufweisen [2]. Zusätzliche Traumatisierungsformen verschlechtern die Prognose und können, wenn auch selten, zu Ankylosen, apikalen, progressiven und entzündlichen Reaktionen führen [37].

1.3.9 Luxation

Im Milchgebiss werden laterale Luxationen mit Okklusionshindernissen eingeschliffen oder der betroffene Zahn extrahiert. Eine Extraktion erfolgt auch bei Milchzahnkronenluxationen nach vestibulär. Ist die Milchzahnkrone hingegen nach oral luxiert, darf der Zahn nicht manuell reponiert werden, sondern es wird die physiologische Reposition abgewartet.

Im Falle einer Luxation eines bleibenden Zahnes sollte eine vorsichtige manuelle Reposition des Zahnes unter Lokalanästhesie erfolgen. Danach wird eine Schienung mittels der Säure-Ätztechnik und Kompositmaterial angefertigt und für ca. zwei Wochen belassen.

Prognose:

Besonders bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum besteht ein ausgeprägtes Risiko, dass es zu einer Pulpanekrose kommt. Selten können auch progressive Wurzelresorptionen nach lateralen Luxationen auftreten [9].

1.3.10 Extrusion

Im bleibenden Gebiss erfordert eine Extrusion eine atraumatische Reposition und eine anschließende Fixation durch eine Kunststoffschiene für zwei bis drei Wochen. Im Milchgebiss werden Extrusionen mit leichten Okklusionsstörungen durch Einschleifmaßnahmen therapiert, Extrusionen mit starken Okklusionshindernissen erfordern hingegen keine manuelle Reposition sondern eine Extraktion, um Keimschädigungen der bleibenden Dentition auszuschließen.

Prognose:

Auch bei Extrusionen ist die Prognose hinsichtlich der Vitalerhaltung und der parodontalen Wundheilung bei noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum günstiger. Bei abgeschlossenem Wurzelwachstum beträgt die Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose nach einer Extrusion etwa 50% (nach Andreasen und Vestergaard Pedersen, 1985). Es sollte auch berücksichtigt werden, dass ein Zeitraum von bis zu zwölf Monaten vergehen kann, ehe ein Sensibilitätstest wieder positiv ausfallen kann [9].

1.3.11 Intrusion

Besteht aufgrund des Röntgenbefundes der Verdacht der Keimschädigung eines bleibenden Zahnes durch eine Milchzahnwurzel, ist eine Extraktion die Therapie der

Wahl. Ergibt sich jedoch kein Anhalt auf eine Keimschädigung, so kann die physiologische Reeruption bei noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum abgewartet werden.

Auch bei abgeschlossenem Wurzelwachstum in der zweiten Dentition kann ein erneuter, spontaner Zahndurchbruch stattfinden. Ist dies nicht der Fall, wird der Zahn kieferorthopädisch über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen oder chirurgisch während der Notfallbehandlung extrudiert. Eine Extirpation der Pulpa sollte zwei Wochen nach dem Trauma durchgeführt werden, wobei Kalziumhydroxid als temporäres Wurzelfüllmaterial verwandt wird. Eine definitive Wurzelfüllung mit Guttapercha erfolgt erst nach vollständiger parodontaler Heilung.

Prognose:

Eine Vitalerhaltung der Pulpa lässt sich nur bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum beobachten. Deshalb ist bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum eine frühzeitige, prophylaktische Extirpation der Pulpa nach zwei bis drei Wochen angezeigt. Kommt es bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum in 70% der Fälle zu Wurzelresorptionen, so beträgt diese Rate bei Zähnen mit noch offenem Apex immerhin noch 58% [2]. Auch nach einem Zeitraum von fünf Jahren ist die Ausbildung einer Ankylose noch möglich [9].

1.3.12 Totale Luxation

Im Milchgebiss ist eine Replantation eines Zahnes aufgrund der möglichen Keimschädigung bleibender Zähne kontraindiziert!

Hinsichtlich der Behandlung eines total luxierten Zahns kommt der Aufbewahrung und der Dauer dieser Lagerung eine große Bedeutung zu. Folgende Aufbewahrungsmedien erlauben sowohl eine Heilung des Parodontiums als auch der Pulpa: physiologische Kochsalzlösung, Blut, Gewebekulturmedien, Milch, Speichel und die speziell für Frontzahntraumata entwickelte Zahnrettungsbox (Dentosafe[®]). Wird ein total luxierter Zahn in Speichel aufbewahrt, ist seine Aufbewahrungszeit aufgrund der leicht hypotonen Eigenschaften dieses Mediums auf etwa zwei Stunden begrenzt. Auch

Bakterien, die im Speichel vorhanden sind, können einen schädigenden Einfluss auf die spätere Wundheilung nehmen [9].

Der total luxierte Zahn wird bei Vitalerhaltung des Desmodonts vor der Replantation zunächst in physiologischer Kochsalzlösung gelagert. Es folgt eine klinische Inspektion und anschließende Reinigung der Alveole mit physiologischer Kochsalzlösung. Eine vorsichtige Reinigung des parodontalen Ligaments und des Foramen apikale mit physiologischer Kochsalzlösung findet schließlich unmittelbar vor der Replantation des Zahnes statt. Nach der Replantation wird der selbige für die Dauer von zwei bis drei Wochen, abhängig von seiner Primärstabilität und des Knochenverlustes, mit einer Draht-Bogen-Kunststoffschiene fixiert. Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum sollte die Pulpa exstirpiert und der Wurzelkanal mit einer Calxyleinlage versorgt werden, bevor die Schienung entfernt wird. Möglichst sofort erfolgt auch eine antibiotische Therapie über einen Zeitraum von vier Tagen.

Liegt bei einem total luxierten Zahn bereits ein nekrotisches Desmodont vor, kann folgendes Therapiekonzept verfolgt werden: Der Zahn wird zunächst trepaniert und der Wurzelkanal endodontisch aufbereitet, danach wird das nekrotische Desmodont mit rotierenden Feinkorndiamanten und Scalern entfernt. Der vorbereitete Zahn wird anschließend für eine halbe Stunde in 2%ige angesäuerte Natriumfluoridlösung (NaF 0.1 M H_3PO_4 pH 5,5) eingelegt und durchgespült. Hierdurch kommt es zu einer Umwandlung des Hydroxylapatits in schwer lösliches Fluorapatit, was die spätere Resorption durch Osteoklasten verlangsamt. Die Vorbereitung des Zahnes wird mit einer definitiven Wurzelfüllung und einer Kompositfüllung der Trepanationsöffnung abgeschlossen. Die starre Immobilisation mittels einer Draht-Bogen-Kunststoffschiene sollte etwa vier bis sechs Wochen betragen. Bei dieser Therapie ist nicht mit entzündlichen Prozessen sondern mit einer ankylotischen Einheilung zu rechnen.

Prognose:

Die Prognose ist vor allem von der Länge der extraalveolären Verweildauer und vom Aufbewahrungsmedium abhängig. Falls das Wurzelwachstum noch nicht vollständig abgeschlossen war und das parodontale Ligament durch ein entsprechendes Aufbewahrungsmedium noch vital erhalten wurde, ist eine Revaskularisation des parodontalen Ligaments und auch der Pulpa in seltenen Fällen möglich. Je nach Ausmaß der Kontamination kann es jedoch zu verschiedenen Resorptionsprozessen auf der Wurzeloberfläche kommen. Die ungünstigste Prognose haben avulsierte Zähne,

die über mehrere Stunden trocken aufbewahrt wurden. Bei Zähnen mit solch einem nekrotischen Parodont wird die Therapie der ankylotischen Einheilung gewählt. Danach kann eine allmählich fortschreitende Resorption aufgrund der dem Knochen eigenen Umbauvorgänge erwartet werden. Diese Umbauvorgänge laufen bei Kindern schneller ab, so dass die Überlebenszeit auf nur wenige Jahre begrenzt ist. Im Gegensatz hierzu läuft eine Ersatzresorption bei Erwachsenen signifikant langsamer ab, wodurch Zähne über zehn bis zwanzig Jahre erhalten bleiben können [9].

1.4 Folgeerscheinungen und deren therapeutische Versorgung

Zu differenzieren sind hier zum einen Entwicklungsstörungen an bleibenden Zähnen als Folge vorausgegangener Milchzahntraumata als auch die Folgeschäden, welche traumatisierte Zähne der ersten oder zweiten Dentition selbst aufweisen.

1.4.1 Auswirkungen von Milchzahntraumata auf die bleibende Dentition

Je nach Verletzungsart, Intensität und Zeitpunkt der traumatischen Milchzahnverletzung können sich verschiedene Entwicklungsstörungen an den bleibenden Zähnen ergeben. Traumatisch bedingte Entwicklungsstörungen lassen sich in Schädigungen der Zahnhartsubstanz, Fehlstellungen der Zähne und parodontale Befunde unterteilen. Durch die enge topographische Beziehung der Zahnanlagen der bleibenden Dentition zu den Milchzähnen ergibt sich die Möglichkeit der direkten oder indirekten Schädigung. Im Ober- und Unterkiefer liegen die Anlagen der bleibenden Incisivi palatinal bzw. lingual der Milchzahnwurzeln, so dass sich nach palatinaler bzw. linguale Luxation einer Milchzahnkrone die Wurzel nicht in Richtung eines bleibenden Keims bewegt und eine Entwicklungsstörung nicht zu erwarten ist. Kommt es jedoch zwischen dem ersten und fünften Lebensjahr zu einer Luxation der Zahnkrone nach vestibulär, ist eine Schädigung eines bleibenden Zahnkeims bis hin zur Dislokation möglich [19, 86].

Findet das Milchzahntrauma im 1. und 2. Lebensjahr statt, muss mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und einer höheren Schwere von Entwicklungsstörungen selbst bei geringeren Krafteinwirkungen gerechnet werden, da es in der Phase der Mineralisation der Zahnkronen schnell zu Eindellungen und Verformungen der Zahnkrone kommen kann [79].

Die Phasen der Amelogenese sind für das Verständnis von Schmelzhypomineralisationen und Schmelzhypoplasien und deren Pathogenese unerlässlich. Die Amelogenese beginnt mit der Bildung der Schmelzmatrix (Sekretion), setzt sich mit der Phase der Mineralisation fort und endet schließlich mit der Schmelzreifung [71].

Die Präameloblasten differenzieren sich aus den Zellen des inneren Schmelzepithels und beginnen nach Umwandlung in sekretorische Ameloblasten mit der Schmelzmatrixproduktion, wobei aufgrund der Teilungsunfähigkeit der Ameloblasten eine Schädigung irreversibel ist. Unmittelbar nach der Ablagerung der Schmelzmatrix beginnt die Mineralisation in Form von Apatitkristallkeimen, die in ein Kristallwachstum übergehen. Die Phase der Schmelzreifung ist durch die Verdichtung und Härtung des mineralisierten Gefüges, die selektive Änderung in der Zusammensetzung der Schmelzmatrix, die Volumenabnahme von organischer Matrix und dem Verlust von Wasser gekennzeichnet [71].

a) Schmelzhypomineralisationen

Schmelzhypomineralisationen bzw. Schmelzverfärbungen treten als kalkig weiße, gelbe oder braune Flecken mit scharfer Begrenzung oder als flächige Verfärbungen auf.

Kommt es zu einer Quetschung oder Stauchung des Schmelzorgans werden die Ameloblasten an der entsprechenden Stelle geschädigt oder inaktiviert und die präeruptive Schmelzreifung kommt an dieser Stelle zum Erliegen. Solche Defekte können somit über einen längeren Zeitraum, also ab dem Zeitpunkt der beginnenden Mineralisation bis zur abgeschlossenen Schmelzreifung verursacht werden [16, 73]. Ein hypomineralisiertes Areal ist zunächst immer weiß, durch Einblutungen mit den daraus resultierenden Stoffwechselabbauprodukten des Hämoglobins in den unreifen Schmelz entstehen aber auch gelblich-braune Verfärbungen. Aufgrund der geringeren Härte

werden Hypomineralisationen nach der Eruption häufig abradert und es besteht die Gefahr einer Verwechslung mit einer hypoplastischen Schmelzläsion [19].

b) Schmelzhypoplasien

Aufgrund der Lage von Milchzahnwurzeln zu den Zahnkeimen der bleibenden Dentition sind Schmelzhypoplasien am häufigsten labial lokalisiert. Es können Eindellungen, Einkerbungen der Zahnoberfläche bis hin zu ausgeprägten Formveränderungen der Zahnkrone auftreten. Schmelzhypoplasien entstehen immer im Frühstadium der Zahnentwicklung, im Falle der oberen Incisivi also zwischen dem 1. und 2. Lebensjahr. Zusätzlich treten sie meist in Kombination mit Schmelzverfärbungen auf. Entweder werden Ameloblasten durch das Trauma irreversibel geschädigt, oder es werden mineralisierte Kronenanteile in noch nicht mineralisierte Matrix verlagert [12, 19].

c) Durchbruchstörungen

Zu den Durchbruchstörungen gehören teil- oder vollständig retinierte oder atopisch durchbrechende bleibende Zähne. Zu vollständigen Retentionen kommt es nach Dislokation des bleibenden Zahnkeims oder Entwicklungsstörungen der Zahnwurzel oder des gesamten Zahnes. Ein frühzeitiger Milchzahnverlust bewirkt zudem einen verzögerten Durchbruch des bleibenden Zahnes, da es zur Reossifikation der Milchzahnalveole kommt. Geht der Milchzahn vor Ende des dritten Lebensjahres verloren, ist mit einer Durchbruchsverzögerung des nachfolgenden Zahnes von etwa einem Jahr zu rechnen [7]. Kommt es hingegen zu einem Verlust der Milchzähne im Alter von vier bis fünf Jahren, in dem die Wurzelresorption der Milchschnidezähne und das Wurzelwachstum der bleibenden Zähne fortgeschritten sind, wird eher ein frühzeitiger Durchbruch festgestellt [52]. Auch können derbe Narbenzüge nach Gingivaverletzungen den Durchbruch permanenter Zähne beeinflussen.

Wird ein Zahnkeim durch ein Trauma verlagert, treten ein atopischer Durchbruch und in der Regel auch ein zu tief liegender Gingivaansatz auf. Die Zahnkrone erscheint klinisch verlängert [19].

d) Kronen-/Wurzeldilazerationen

Folge eines Traumas kann die Verschiebung von bereits mineralisierten zu noch nicht mineralisierten Anteilen des Zahnes sein. So entsteht eine Abknickung im Kronen- (Kronendilazeration) oder Wurzelbereich (Wurzeldilazeration). Häufig treten diese Entwicklungsstörungen nach Verletzungen zwischen dem zweiten bis fünften Lebensjahr auf [73]. Das Zahnbildungsgewebe ist demnach nur teilweise oder auf nur einer Seite funktionsunfähig. Bei Kronendilazerationen weisen die abgeknickten Kronen häufig nach palatinal bzw. nach lingual, da die Kräfte meist von vestibulär wirken. Wurzeldilazerationen zeigen meist laterale Wurzelknickungen nach mesial oder distal [87]. Dilazerierte Zähne werden klinisch jedoch nur selten beobachtet, da sie häufig retiniert oder teilretiniert im Knochen verbleiben und meist erst radiologisch auffällig werden [85].

Als odontomähnliche Missbildungen imponieren Zahnanlagen nach schwerem Trauma im frühen Odontogenesestadium im Alter von ein bis drei Jahren. Radiologisch präsentieren sich die betroffenen Zahnkeime als Hartgewebekonglomerat, das später chirurgisch entfernt werden muss, da es nicht zu einem Durchbruch kommt [87].

e) Wurzelbildungsstörungen

Eine typische Wurzelverkürzung tritt immer dann auf, wenn eine direkte Traumatisierung der Hertwigschen Wurzelscheide den Abschluss der Wurzelbildung verhindert [12].

f) Parodontale Befunde

Als Folge atopisch durchbrechender, bleibender Zähne werden nach Milchzahntraumata auch pathologische Veränderungen im Bereich des marginalen Parodonts beobachtet. Es kann zu einem Attachmentverlust der Gingiva, eventuell auch zu Knochendefekten mit entsprechenden daraus resultierenden ästhetischen Beeinträchtigungen kommen [16].

1.4.2 Spätfolgen an traumatisierten Zähnen

a) Sensibilitätsverlust

Während die Pulpa nach komplizierten Frakturen unmittelbar betroffen ist, können auch scheinbar unbedeutende Verletzungen die Pulpa beeinträchtigen. In Abhängigkeit von der Art der Zahnverletzung kommt es zur Erschütterung, Dehnung oder Quetschung bis hin zum vollständigen Abriss der pulpalen Strukturen. Die Möglichkeiten des weiteren Verlaufs beziehen sich in erster Linie auf eine Regeneration der Pulpa, eine Ersatzgewebsbildung in der Pulpa und auf die Pulpanekrose. Die Gefahr einer Pulpanekrose nach einem Frontzahntrauma ist bei abgeschlossenem Wurzelwachstum besonders hoch. Bei offenem Foramen apicale mit einem Durchmesser $> 1,2\text{mm}$ (Andreasen et al. 1995b, Kling et al. 1986) besteht die Chance einer Revaskularisation der Pulpa selbst bei schweren Verletzungen wie Avulsion oder Intrusion [28].

Wird im Rahmen eines Traumas die Vaskularisierung der Pulpa durch eine Quetschung, Dehnung oder einen Abriss unterbrochen, bleibt den Zellen nur eine bestimmte Zeit zu überleben. Eine Reposition unreifer Zähne in die Alveole oder die Lagerung eines Zahnes nach Avulsion in einem Spezialnährmedium (Zahnrettungsbox Dentosafe®) erhöhen dabei die Chance auf eine Regeneration der Pulpa. Kommt es nicht rechtzeitig zu einer Regeneration der Pulpavaskularisation, ist die Pulpanekrose und später eine akute oder chronische Parodontitis apicalis die Folge. Bei Zahnverletzungen, die auch Schäden an der Wurzeloberfläche beinhalten, besteht bei unbehandelter Pulpanekrose die Gefahr einer infektionsbedingten, rasch fortschreitenden Wurzelresorption. Pulpanekrosen müssen daher frühzeitig diagnostiziert und behandelt werden, eventuell schon präventiv zum Zeitpunkt der Erstbehandlung, wenn die Pulpa in Abhängigkeit vom Wurzelwachstum und der Art der Verletzung keine reelle Überlebenschance hat [28].

Die Pulpadiagnostik kann nach einer Zahnverletzung erschwert sein. Reagiert der traumatisierte Zahn zweifelsfrei auf einen Sensibilitätstest, ist das Ergebnis eindeutig und mit der Vitalität des Zahnes gleichzusetzen. Erfolgt jedoch keine eindeutige Reaktion, ist das Ergebnis vorerst nicht aussagekräftig. Es kann sowohl ein Abriss der Pulpa als auch eine apikale, vorübergehende Irritation vorliegen (Ebeleseder und Glockner 1999).

Tab. 5: Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose in Abhängigkeit von der Verletzungsart

| Verletzungsart | Quelle | Zähne | Anzahl mit Pulpanekrose |
|---|-----------------------------|--------------|---|
| Unkomplizierte Schmelz-Dentinfaktur mit indirekter Überkappung | Kisling 1953 | 61 | 3 (5%) |
| | Zadik & AL 1975 | 123 | 7 (6%) |
| Wurzelfraktur bei bleibenden Zähnen | Ravn 1976 | 50 | 11 (22%) |
| | Zachrisson&Jacobsen 1975 | 64 | 13 (20%) |
| Luxationsverletzung der zweiten Dentition | Stålhane & Hedegård 1975 | 1116 | 172 (15%) |
| | Rock & AL 1974 | 200 | 75 (38%) |
| Subluxation bei bleibenden Zähnen | Andreasen 1970 | 78 | 20 (26%) |
| Intrusion bei bleibenden Zähnen | Andreasen 1970 | 23 | 22(96%) |
| Extrusion bei bleibenden Zähnen | Andreasen 1970 | 88 | 56 (64%) |
| Pulpanekrose als Sekundärererscheinung nach Wurzelkanalobliteration bei bleibenden Zähnen | Stålhane 1971 | 76 | 12 (16%) Beobachtungszeit- raum 13-21 Jahre |
| | Jacobsen & Kerekes 1977 | 122 | 16 (13%) Beobachtungszeit- raum 10-23 Jahre |

b) Pulpaobliteration

Die Wurzelkanalobliteration kann als Antwort auf eine leichtere Verletzung angesehen werden, die aus einer beschleunigten Dentinablagerung besteht und mit der Schwere der Luxationsverletzung in Zusammenhang steht. Besonders häufig finden sich Pulpaobliterationen bei sehr stark gelockerten oder dislozierten Zähnen mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum. Klinische Symptome einer Obliteration sind die Gelbfärbung der Zahnkrone und die herabgesetzte Reaktion auf einen Sensibilitätstest. Als röntgenologisches Zeichen einer Wurzelkanalobliteration ist die Verringerung der Größe des Raumes für die Kronenpulpa und später auch die allmähliche Verengung des gesamten Wurzelkanals zu nennen. Eine späte Folge der Wurzelkanalobliterationen ist die Entwicklung von so genannten sekundären Pulpanekrosen sowie periapikaler Veränderungen. Im Milchgebiss sind Wurzelkanalobliterationen häufig auftretende Folgeerscheinungen von Luxationsverletzungen. Die verletzten Zähne zeigen anfänglich eine graue Verfärbung, die später nachlässt und dann gelb wird, als eine Begleiterscheinung der radiologisch nachweisbaren Kanalobliteration [8, 97].

c) Odontogene Infektion

In Folge eines Traumas kann es zu einer Pulpanekrose mit anschließender bakterieller Besiedlung der Pulpa und des parodontalen Ligaments kommen. Die chronische apikale Parodontitis ist die Reaktion des periapikalen Gewebes auf die bakterielle Infektion aus dem Wurzelkanal eines solchen Zahnes. Durch eine akute Exazerbation kann sich aus der chronischen, selten auch aus einer primär akuten apikalen Parodontitis, sei es durch eine Virulenzsteigerung der Erreger oder eine Abwehrschwäche, eine fortgeleitete Entzündung der deckenden Weichteile in Form von Infiltraten und Abszessen entwickeln [83].

d) Fistelung

Bei chronischem Verlauf einer apikalen Parodontitis kann es zur Abkapselung des Abszesses und zur Ausbildung einer Fistel kommen, durch die der vom Körper nicht

abbaubare Eiter abgeführt werden kann. Diese Verlaufsform eines Abszesses ist für den Patienten selten schmerzhaft. Nach Beseitigung des ursächlichen Reizes durch eine adäquate endodontische Therapie kann es zur Ausheilung der Knochenläsion und zur Rückbildung der mit Granulationsgewebe ausgekleideten Verbindung von Abszessraum und Mundschleimhautoberfläche kommen [39].

Intraorale Fisteln münden meist vestibulär, selten lingual oder palatinal. Extraorale Fisteln bilden sich, wenn nach dem Spontandurchbruch oder der Inzision eines subkutanen Abszesses der schuldige Zahn nicht extrahiert oder adäquat endodontisch behandelt wird. Die Fisteln finden sich überwiegend in der Wangen-, Kinn- und submandibulären Region. Dabei lässt sich fast immer in der Tiefe des Vestibulums eine strangförmige Verbindung aus Granulationsgewebe zum schuldigen Zahn tasten [83].

e) Ankylose

Eine Ankylose eines traumatisierten Zahnes tritt immer dann auf, wenn es zu einer Verletzung des Desmodonts mit anschließender Ersatzresorption des Knochens kommt. Die Verbindung von Knochen und Wurzel ist auf dem Röntgenbild nicht immer sichtbar, klinisch weisen die betroffenen Zähne aber einen metallischen Perkussionsklang und eine Position in Infraokklusion auf, wenn das Wurzelwachstum zum Zeitpunkt des Unfalls noch nicht abgeschlossen war. Ein ankylosierter, unbehandelter Milchzahn kann einen ektopischen Durchbruch oder die Retention des bleibenden Nachfolgers verursachen oder zu einem Wachstumsrückstand dieses Teils des Alveolarknochens führen. Die Behandlung der Wahl ankylosierter Milchzähne ist daher die sofortige Extraktion [35].

f) Verfärbung

Eine initiale Verfärbung der Zahnkrone, die durch Einblutungen aus der Pulpa in das Dentin entsteht, kann nicht mit permanentem Vitalitätsverlust gleichgesetzt werden, da in einigen Fällen eine Entfärbung der Zähne und eine Wiederkehr der Sensibilität beschrieben wurde [1]. Eine Verfärbung der Krone durch Abbauprodukte des Hämoglobins und der Pulpabestandteile nach Tagen oder Wochen (grau, violett oder

rot) ist hingegen ein typisches Anzeichen einer Pulpanekrose und meist mit klinischen Beschwerden (Perkussion, Spontanschmerz) verbunden. Beim Abbau der Erythrozyten wird Hämoglobin und nachfolgend Eisen freigesetzt, das mit – von Bakterien gebildetem - Schwefelwasserstoff zu schwarzem Eisensulfid reagiert. Hierdurch kommt es zur Graufärbung des Zahnes. Obliterationen des Wurzelkanals gehen häufig mit gelblich-bräunlichen Verfärbungen einher. Vor allem Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum zeigen eine solche Ersatzgewebsbildung [10].

Eine weitere Ursache von Zahnverfärbungen stellt die Behandlung von Kindern mit Breitbandantibiotika dar, welche die Fähigkeit zur Komplexbildung mit Ca^{2+} besitzen. Etwa ein Viertel aller in der Zahnentwicklung mit Tetrazyklin behandelten Kinder zeigt eine der Behandlungsdauer entsprechende gelb-braune Zone, wobei Milchzähne intensiver gefärbt werden als bleibende Zähne. Tetrazyklin ruft eine gelb-braune Verfärbung hervor, Aureomycin hingegen eher eine grau-bräunliche Farbveränderung [21].

g) Zahnwanderung

Mögliche Ursache einer Zahnwanderung nach einem Frontzahntrauma kann eine nicht versorgte Kronenwurzelfraktur sein, die dem Nachbarzahn erlaubt, in den Defekt hinein zu kippen; auch ein chronisch apikales Entzündungsgeschehen kann Anlass für eine Zahnwanderung sein.

h) Externe Wurzelresorptionen

1. Oberflächenresorption

Kleine, lokalisierte Verletzungen des Desmodonts führen zu selbstlimitierenden und reversiblen Resorptionen, die mit neuem Zement repariert werden. Die Resorptionslakunen sind in der Regel lateral und nicht apikal gelegen und auf dem Röntgenbild normalerweise nicht zu erkennen. Bei idealer Ausrichtung des Zentralstrahls ist es jedoch manchmal möglich Exkavationen an der Wurzeloberfläche auszumachen [8].

2. Ersatzresorption (Substitutionsresorption)

Die Ursache liegt hier in einer Knochenbildung im devitalen Desmodont und an der Wurzeloberfläche, die entweder mit einer initialen, reversiblen oder einer permanenten, progressiven Ankylose einhergeht. Wichtiges klinisches Symptom ist der metallische Perkussionsklang bei ansonsten geringer Beweglichkeit und unauffälliger Perkussionsempfindlichkeit. Radiologisch lassen sich frühestens nach zwei Monaten eine inhomogene Wurzelstruktur und meist ein vollständiges Verschwinden des Parodontalspalts beobachten. Befindet sich der Zahn noch im Wurzelwachstum, tritt eine Infraokklusion auf, die je nach Ausprägung durch einen Kompositaufbau oder eine Extraktion mit kieferorthopädischem Lückenschluss zu therapieren ist. Alternativ ist hier auch die Versorgung mit einem Implantat möglich.

3. Entzündungsresorption

Ein infiziertes nekrotisches Pulpagewebe oder eine bakterielle Kontamination des parodontalen Ligaments können die Bildung eines Granulationsgewebes auslösen, welches von aggressiv resorbierendem Charakter ist. Falls das Zement vollständig penetriert wird, können Toxine aus möglicherweise infizierten Wurzelkanälen über Dentintubuli die Wurzeloberfläche erreichen, wodurch ein Osteoklastenprozeß unterhalten wird [9]. Klinisch fallen solche Resorptionsvorgänge durch erhöhte Zahnbeweglichkeit und Perkussionsempfindlichkeit auf. Röntgenologisch sind frühestens nach zwei Wochen mehrere schlüsselförmige Resorptionslakunen mit nachfolgender Radiotransluzenz zu beobachten. Die Therapie besteht in der Einleitung einer Wurzelkanalbehandlung mit einer temporären Kalziumhydroxideinlage. Bei erfolgreicher endodontischer Behandlung ist mit einer Heilung und Ausbildung von neuem Zement und Sharpey'schen Fasern zu rechnen, bei Misserfolgen mit einer Fraktur des koronalen Fragmentes [9].

i) Interne Wurzelresorptionen

Dieser Resorptionstypus wird sowohl im bleibenden Gebiss wie auch im Milchgebiss selten gefunden. Es ist dabei wichtig zu beachten, dass eine labial oder oral gelegene externe Resorption eine interne Wurzelresorption vortäuschen kann. Aus diesem Grund empfiehlt es sich zusätzlich mesial- oder distalexzentrische Röntgenaufnahmen der Wurzel anzufertigen. Verändert sich dabei die Position der Resorption nicht, handelt es sich um eine interne Resorption. Man unterscheidet im Weiteren die interne Ersatzresorption von der internen Entzündungsresorption [8].

Röntgenologisch weist die interne Ersatzresorption eine ungleichmäßige Vergrößerung des Pulpakavums auf, welche sich über einen Zeitraum von Jahren entwickelt. Histologisch zeigen die betroffenen Zähne eine Umwandlung des normalen Pulpagewebes in spongiösen Knochen, die aber überwiegend auf Kosten des Dentins stattfindet.

Ätiologisch liegt der internen Entzündungsresorption (Syn.: internes Granulom) meist ein mechanisches Trauma mit folgender partieller, koronaler Pulpanekrose und bakterieller Besiedlung zugrunde. Das resorbierende Granulationsgewebe breitet sich dabei in die Dentinwandung aus, was sich klinisch als „pink spot“ im Bereich der Krone manifestiert. Röntgenologisch wird eine ovale oder kreisrunde, scharf begrenzte und zentralsymmetrische Aufhellung sichtbar. Die Therapie besteht in einer medikamentösen Einlage mit Calxyl in zwei- bis dreiwöchigen Intervallen, bevor der Kanal mit Guttapercha gefüllt wird.

Milchzähne mit einer fortschreitenden internen Dentinresorption sollten sofort entfernt werden.

1.4.3 Differentialdiagnosen

Differentialdiagnostisch können auch Stoffwechselstörungen und genetische Defekte zu Entwicklungsstörungen an den bleibenden Zähnen führen, diese Störungen treten jedoch nicht an Einzelzähnen sondern symmetrisch an Zahngruppen auf [73].

Erblich bedingte Strukturanomalien der Zahnhartsubstanzen treten neben anderen allgemeingesundheitlichen Symptomen zum Beispiel im Rahmen der ektodermalen Dysplasie, der Epidermolysis bullosa hereditaria und dem Morbus Morquio auf [46].

Die eigentlichen hereditären Strukturanomalien der Zähne wie Amelogenesis imperfecta hereditaria und Dentinogenesis imperfecta sind hingegen nur selten mit anderen Systemerscheinungen vergesellschaftet. In beiden Dentitionen kommt es dabei zu unterschiedlich ausgeprägten Fehlleistungen von schmelz und / oder dentinbildenden Zellen [75].

Endogen bedingte Strukturanomalien werden durch temporäre Mangelzustände mit Störung der Ameloblastenfunktion wie beispielsweise bei der Anlage der Schmelzmatrix hervorgerufen. In Folge dessen kommt es später zu einer defizitär veränderten Kronenmorphologie oder Mineralisationsmängeln [90]. Das Auftreten endogen bedingter Strukturanomalien ist demnach in beiden Dentitionen möglich, wird aber im bleibenden Gebiss häufiger vorgefunden. Asphyxie (Sauerstoffmangel) und die durch viele Krankheitsbilder verursachte Hypokalzämie sind hauptsächlich für Schmelzbildungsstörungen verantwortlich [86].

Im Gegensatz zu endogenen Strukturanomalien treten exogen verursachte Strukturanomalien solitär oder asymmetrisch an einzelnen Zähnen auf. Ätiologisch kommen vor allem entzündliche und strahlenphysikalische Noxen in Frage. Besonders im frühen Kindesalter können Röntgenstrahlen Strukturschäden unterschiedlichster Art hervorrufen [46].

Eine weitere Möglichkeit einer Keimschädigung besteht durch periapikale Parodontitiden der Milchzahnvorgänger oder osteomyelitische Prozesse im Säuglings- oder Kleinkindalter. In diesem Fall spricht man auch von einer sekundären Schädigung. Das Entzündungsgeschehen greift nach Auflösung der Knochenbarriere auf das Zahnsäckchen des bleibenden Zahnes mit der Folge von Schmelzhypomineralisationen und -hypoplasien über. Je nach Einwirkungsdauer und Schwere der Entzündung kommt es zu kreidigen, weißlich schimmernden bis zu bräunlich getönten Verfärbungen oder sogar größeren Defekten wie Schmelzgrübchen oder Deformationen [46].

1.5 Nachsorge

Prinzipiell besteht nach jeder traumatischen Verletzungsform die Möglichkeit, dass sich die Pulpa regeneriert oder zumindest eine Ersatzgewebsbildung zeigt. Solche Vorgänge müssen engmaschig kontrolliert werden. Fallen die Sensibilitätstests im Kontrollzeitraum positiv aus, ist auch die Pulpa vital. Ersatzgewebsbildungen können jedoch sekundär zum Sensibilitätsverlust und nicht selten auch zum Vitalitätsverlust der Pulpa führen. Daher sollten auch bei eindeutigen Sensibilitätstests Kontrollen über ein Jahr erfolgen. Kann die Vitalität der Pulpa anfangs nicht eindeutig bestimmt werden, gilt es zunächst Negativzeichen zu erfassen, die für eine Pulpanekrose sprechen. Dazu zählen graue, violette oder rote Verfärbungen der Krone, klinische Beschwerden sowie pathologische radiologische Veränderungen (infektionsbedingte externe Wurzelresorptionen, apikale Parodontitis, Osteolysen). Solche Veränderungen sind in der Regel nach 2 bis 12 Wochen nach dem Unfall zu diagnostizieren [53]. In diesen Fällen ist umgehend eine adäquate endodontische Therapie einzuleiten. Die Sensibilität eines Zahnes kann auch erst nach zwei bis drei Monaten wieder eindeutig positiv sein oder bei Ersatzgewebsbildung gar keine Reaktion hervorrufen [10]. Eindeutige Zeichen für die Vitalität der Pulpa finden sich nach Wochen bis Monaten radiologisch. Der Fortschritt des Wurzelwachstums, aber auch eine beginnende Obliteration bedarf einer vitalen Pulpa [26]. In Fällen mit unsicherer klinischer Pulpadiagnostik ist somit eine regelmäßige röntgenologische Kontrolle indiziert. Die erste radiologische Kontrollaufnahme sollte zwei bis drei Wochen nach dem Trauma angefertigt werden um infektionsbedingte externe Wurzelresorptionen frühzeitig erkennen zu können [28].

2 Material und Methode

2.1 Material

2.1.1 Auswahl des Patientengutes

Im Rahmen der Frontzahntraumastudie wurden alle Patienten ermittelt, die zwischen Januar 2002 und Dezember 2003 ein Frontzahntrauma erlitten und sich im Notdienst oder zur Sprechstundenzeit zur Behandlung in der zahnärztlichen Ambulanz der Westdeutschen Kieferklinik vorstellten. Zu diesem Zweck wurden alle Krankenunterlagen dieses Zeitraumes gesichtet und alle Fälle mit sicher diagnostizierten traumatischen Verletzungen herausgesucht und nach Alter und Geschlecht zugeordnet. Insgesamt erhielten 219 Patienten aufgrund von Zahn- oder Weichteilverletzungen in dem genannten Zeitraum eine Behandlung. Die Angaben zum Alter wurden durch die Erhebung des Geburtsdatums und des Aufnahmejahres erfasst und es erfolgte eine Zuordnung zu Altersgruppen. Mit Hilfe der Tabellenkalkulationsprogramme MS Excel und SPSS wurde das Datenmaterial erfasst und ausgewertet.

Anhand der vorliegenden Unterlagen konnten auch die verwendeten Röntgentechniken und deren Häufigkeit ermittelt werden. Es handelte sich überwiegend um Zahnfilme, OPG's und vereinzelt Aufbissaufnahmen. Die Auswertung der Unterlagen ergab, dass zur Dokumentation der Patientenbefunde Eintragungen in Krankenkarten der Patienten und häufig auch in den Frontzahntraumabogen der DGZMK erfolgten.

Neben der Ermittlung der Gesamtzahl traumatisierter Zähne und der Zahl verletzter Zähne pro Patient wurde zudem die Häufigkeit der einzelnen Verletzungsformen erfasst. Die hierfür verwendete Nomenklatur ist bereits in der Einleitung aufgeführt und erklärt worden. Zudem konnte zwischen Patienten mit und ohne Weichteilverletzung unterschieden werden.

2.1.2 Verwendete Formulare

Für die schriftliche Dokumentation der Daten wurde bei der Erstvorstellung der Patienten das Frontzahntraumaformular der *Deutschen Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde* und für die Nachuntersuchungen ein für diese Zwecke erstelltes Nachuntersuchungsformular verwendet. Beide Formulare sind im Anhang abgebildet.

2.2 Methode

2.2.1 Sensibilitätsprobe

Nach einem erlittenen Frontzahntrauma ist die Sensibilitätsprüfung im Rahmen der Diagnostik zur Beurteilung der Vitalität eines Zahnes unerlässlich. Reagiert ein Zahn schmerzhaft auf einen Reiz (Temperatur), so ist davon auszugehen, dass der Zahn vital ist, da seine Innervation funktionell intakt ist. Dieses wiederum impliziert ein intaktes Gefäßsystem.

Ein falsch negatives Ergebnis ist aus den verschiedenen Gründen möglich. Beispielsweise bei Zähnen, die durch ein Trauma eine Ruptur ihrer neuronalen Versorgung erlitten haben, deren Blutversorgung aber noch intakt ist, so dass das Pulpengewebe trotz fehlender sensibler Innervation vital ist. Ähnlich verhält es sich bei Milchzähnen die durch die Resorptionsvorgänge im Rahmen des Zahnwechsels ihre sensible Innervation bei noch intakter Gefäßversorgung verloren haben. Ist der verwendete Reiz außerdem zu gering, wird der Schwellenwert des Zahnes nicht überschritten. Elektrische Verfahren zur Sensibilitätsprüfung sind zwar gut reproduzierbar, wegen der hohen Kosten und des großen Aufwandes aber weniger geeignet [49].

Aufgrund der einfachen Anwendung wurde in der vorliegenden Studie ein thermisches Verfahren zur Sensibilitätsprüfung mittels Chlorethyl-Kältespray gewählt.

2.2.2 Perkussionsprobe

Die vertikale Perkussionsprobe, also ein Beklopfen der Inzisalkante oder Kaufläche eines Zahnes mit einer Fingerspitze oder einem Instrumentengriff, liefert Informationen über den Zustand des periapikalen Gewebes. Liegt eine apikale Parodontitis oder eine apikale Irritation nach einem Trauma vor, fällt die Perkussionsprobe positiv beziehungsweise schmerzhaft aus. Eine horizontale Klopfempfindlichkeit ist hingegen eher ein Hinweis auf eine akute Parodontitis marginalis. Liegt jedoch eine Ankylose vor, so ist ein heller, metallischer Perkussionsklang charakteristisch [39].

2.2.3 Lockerungsgrade

In der Studie wurde entsprechend der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie zwischen folgenden Lockerungsgraden unterschieden [39].

Grad 0: Der Zahn besitzt eine physiologische, nicht erhöhte Beweglichkeit.

Grad I: Eine erhöhte horizontale Zahnbeweglichkeit bis 1mm ist spürbar oder sichtbar.

Grad II: Die horizontale Zahnbeweglichkeit liegt sichtbar über einem Millimeter.

Grad III: Der Zahn zeigt eine horizontale und auch axiale Beweglichkeit auf Lippen- oder Zungendruck.

2.2.4 Röntgendiagnostik

Durch die klinische Untersuchung wird der verletzte Bereich ermittelt, der auch röntgenologisch untersucht werden sollte.

Die routinemäßig durchgeführten Einzelbildaufnahmen nach der Halbwinkeltechnik geben sowohl Aufschluss über Wurzelfrakturen als auch über andere Dislokationen traumatisierter Zähne [9]. Von der Halbwinkeltechnik spricht man, wenn der Zentralstrahl durch den Apex senkrecht auf die Winkelhalbierende zwischen Zahn und Filmebene trifft. Die verwendeten Zahnfilme haben ein Format von 2 x 3 oder 3 x 4 cm.

Liegen bei einem Patienten durchgehende Verletzungen der Lippen vor, ist eine Weichteilaufnahme indiziert, um eventuell eingeschlossene Zahnfragmente oder Fremdkörper zu lokalisieren. Die Fremdkörper sind meist durch den Musculus orbicularis oris eingeschlossen und nicht palpabel. Der Zahnfilm wird zwischen Lippe und Zahnreihe platziert und die Belichtungszeit auf ca. 25% der normalen Belichtungszeit eingestellt.

Eine Oberkieferaufbißaufnahme erlaubt einen hervorragenden Überblick über die meisten lateralen Luxationen, Wurzelfrakturen im Bereich des Apex und der Wurzelmitte als auch über Alveolarfortsatzfrakturen. Für die Aufbißaufnahmen stehen Filme mit dem Format 6x8cm oder 7x5 cm zur Verfügung.

Die Anfertigung einer Orthopantomographie bei Kiefer-Gesicht-Frakturen und Frakturverdacht nach Unfällen ist unerlässlich und ist die Grundlage einer strahlendosisparenden Befunderhebung. Hervorzuheben ist die umfassende Darstellung des Kausystems mit der Möglichkeit des Seitenvergleichs. Benutzt werden Film-Folien Kombinationen im Format 15x30cm.

3 Ergebnisse

3.1 Teil I der Studie:

Ergebnisse der statistischen Auswertung der erfassten Frontzahntraumata

3.1.1 Patientengut

Im Zeitraum von Januar 2002 bis Dezember 2003 stellten sich 219 Patienten mit traumatischen Verletzungen im Bereich der Mundhöhle vor. Davon erschienen 67 Patienten in der Sprechstundenzeit und 152 Patienten im zahnärztlichen Notdienst der Westdeutschen Kieferklinik. Es handelte sich in 121 Fällen (55%) um Traumata an bleibenden Zähnen, in 83 Fällen (38%) um Traumata an Milchzähnen und in 6 Fällen (3%) um eine gleichzeitige Verletzung von Milchzähnen und durchgebrochenen bleibenden Zähnen. Ausschließliche Weichteilverletzungen erlitten neun Patienten (4%).

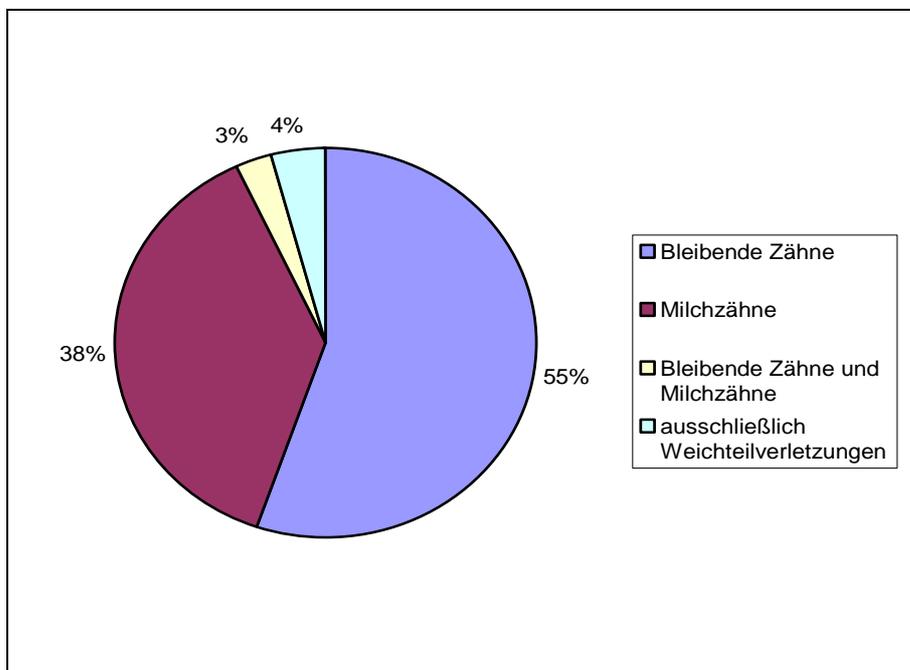


Abb. 1: Verletzungshäufigkeit nach Dentitionen und Weichgewebsverletzungen

3.1.2 Geschlechtsverteilung

Von den erfassten Patienten waren 126 (58,4%) männlichen und 93 (41,6%) weiblichen Geschlechts. Das Verhältnis von männlich zu weiblich betrug 1,3:1.

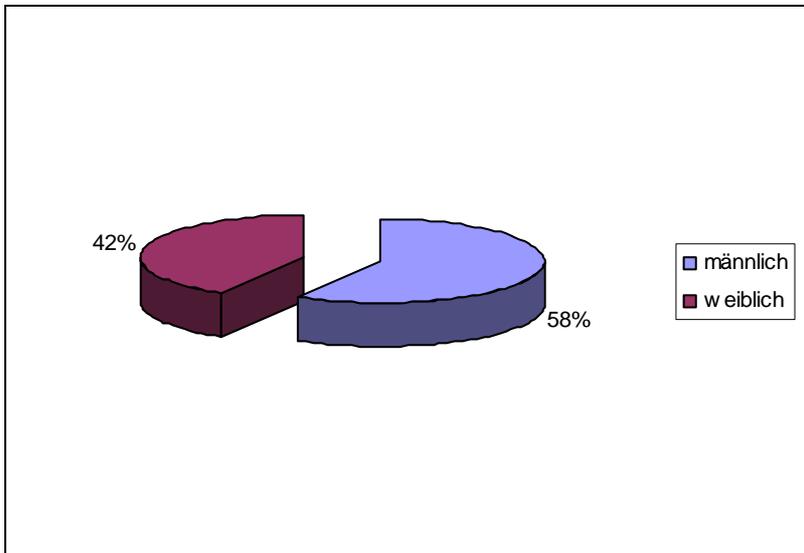


Abb. 2: Geschlechtsverteilung der Frontzahntraumapatienten

Betrachtet man die erste Dentition für sich, so waren 39 Patienten (44%) weiblich und 50 männlich (56%). Das Verhältnis männlich zu weiblich betrug 1,3:1.

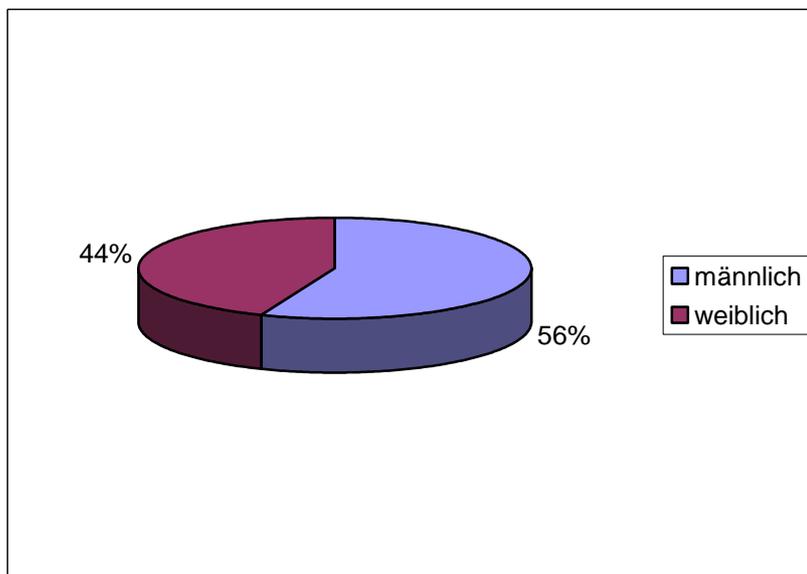


Abb. 3: Geschlechtsverteilung bei Frontzahntraumapatienten der 1. Dentition

Bei Traumata in der zweiten Dentition waren 74 Patienten männlichen (59%) und 52 Patienten weiblichen (41%) Geschlechts. Hier ergab sich eine ähnliche Geschlechtsverteilung von 1,4:1.

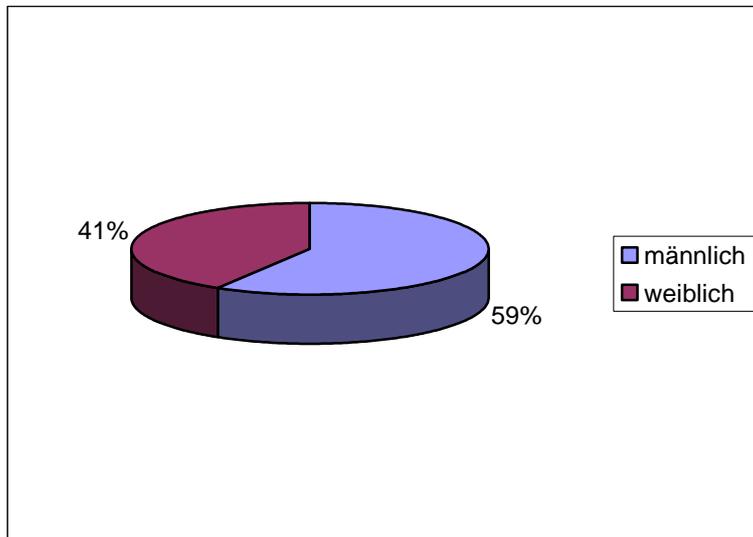


Abb. 4: Geschlechtsverteilung bei Frontzahntraumapatienten der bleibenden Dentition

3.1.3 Altersverteilung

Die Altersverteilung zum Zeitpunkt des Unfalls, getrennt nach Geschlechtern, ist den Abbildungen fünf und sechs zu entnehmen. Schlüsselte man die Frontzahntraumata der Studie nach Geschlecht und Alter auf, so wird ersichtlich, dass männliche Patienten besonders zwischen dem ersten und fünften und später zwischen dem siebten bis zwölften Lebensjahr einem erhöhten Risiko eines Frontzahntraumas unterliegen. Nach den Ergebnissen der Statistik liegt dabei der Altersgipfel von männlichen Traumapatienten bei vier Jahren.

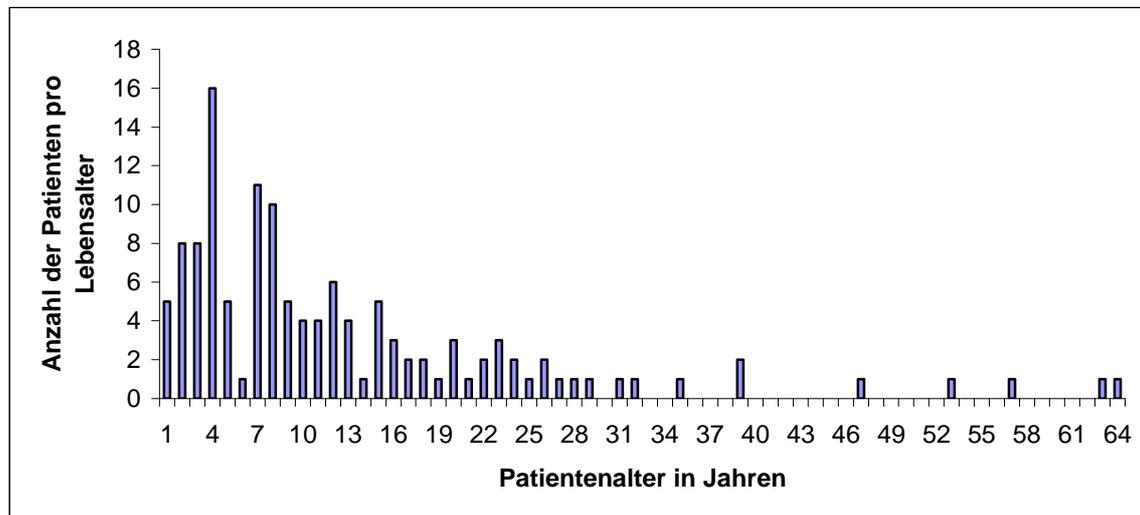


Abb. 5: Altersverteilung der männlichen Frontzahntraumapatienten

Bei weiblichen Patienten häufen sich Frontzahntraumata zwischen dem ersten bis vierten und dann zwischen dem sechsten bis zum zehnten Lebensjahr. Am häufigsten wurden drei- und achtjährige Mädchen mit jeweils 12 Fällen vorgestellt.

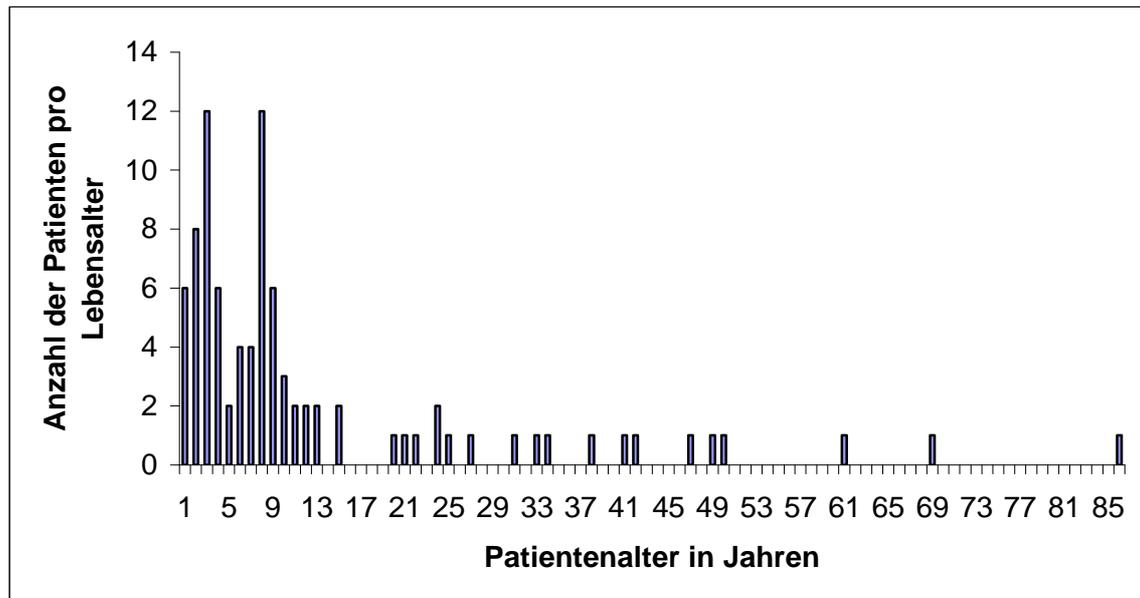


Abb. 6: Altersverteilung der weiblichen Frontzahntraumapatienten

3.1.4 Verteilung nach Unfallart

Die Ursachen für Gesichtstraumen sind vielfältig, jedoch stellt der Sturz im privaten Umfeld mit 86 Fällen (39,3%) mit Abstand die häufigste Unfallart in der Studie dar. Sonstige Unfälle, wie zum Beispiel Trinken aus der Flasche oder Verletzungen beim Intubieren, folgen zusammengefasst mit 31 Fällen (14,1%). In dieser Gruppe sind auch 13 Rohheitsdelikte (5,9%) und vier Fälle von Alkoholeinfluss (1,8%) enthalten. In 23 Fällen (10,5%) wiesen die Krankenunterlagen keine Angaben zur Unfallart auf, oder es wurde lediglich der Vermerk FZT in den Unterlagen vorgefunden. Ebenfalls gaben 23 Patienten einen Sportunfall und weitere 23 Patienten in der Anamnese einen Unfall mit ihrem Fahrrad an (10,5%). Für die restlichen Unfallarten ergab sich folgende Reihenfolge mit abnehmender Häufigkeit: in elf Fällen Schwimmbadunfälle (5%), in neun Fällen Schulunfälle (4,1%), acht mal Unfälle im Kindergarten (3,7%) und fünf Verkehrsunfälle (2,3%). Die Abb. 7 zeigt die graphische Umsetzung dieser Ergebnisse.

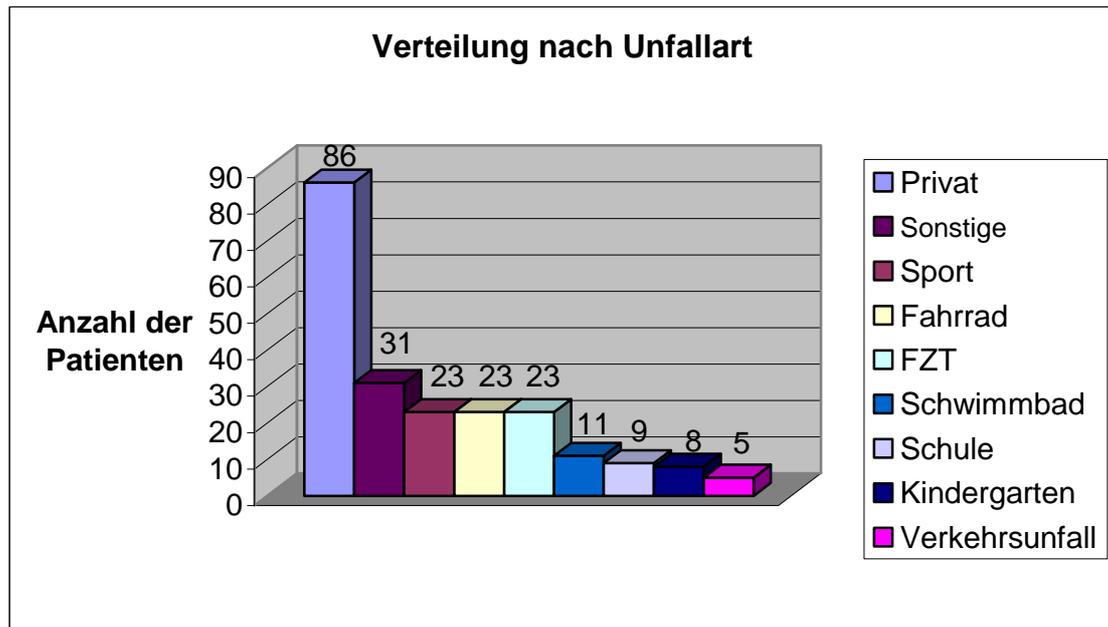


Abb. 7: Verteilung nach Unfallart

3.1.5 Anzahl verletzter Zähne pro Patient

Von den 219 Traumapatienten wiesen 210 Patienten Verletzungen an den Zähnen auf. Die Tabelle 1 beschreibt die Anzahl der verletzten Zähne pro Patient, ohne dabei zwischen der ersten und zweiten Dentition zu differenzieren. Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass sich 83 Patienten (39,5%) mit jeweils zwei verletzten Zähnen zur Behandlung vorstellten während 68 Patienten (32,4%) Verletzungen an nur einem Zahn zeigten. Die durchschnittliche Anzahl traumatisierter Zähne lag bei 2,2.

Tab. 6: Anzahl verletzter Zähne beider Dentitionen

| | 1 Zahn | 2 Zähne | 3 Zähne | 4 Zähne | 5 Zähne | 6 Zähne | Gesamt |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Anzahl der Patienten | 68 | 83 | 31 | 17 | 5 | 6 | 210 |
| Prozent | 32,4 | 39,5 | 14,7 | 8,0 | 2,4 | 2,8 | 100 |

Betrachtet man die Verteilung der Anzahl der verletzten Zähne der ersten und zweiten Dentition für sich getrennt, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied. Dabei wurden

die sechs Patienten, bei denen sowohl Milchzähne als auch bleibende Zähne traumatisiert waren, nicht berücksichtigt.

In der ersten Dentition war mit 38 Patienten (45,8%) die Einzelzahnverletzung am häufigsten. An zweiter Stelle lagen Patienten mit zwei verletzten Zähnen (32,5%). Dementsprechend lag in der ersten Dentition die durchschnittliche Anzahl verletzter Zähne bei 1,9 pro Patient.

Tab. 7: Anzahl verletzter Zähne der ersten Dentition

| | 1 Zahn | 2 Zähne | 3 Zähne | 4 Zähne | 5 Zähne | 6 Zähne | Gesamt |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Anzahl der Patienten | 38 | 27 | 10 | 6 | 1 | 1 | 83 |
| Prozent | 45,8 | 32,5 | 12,0 | 7,2 | 1,2 | 1,2 | 100 |

Im Gegensatz zur ersten Dentition waren in der zweiten Dentition Patienten mit zwei verletzten Zähnen am häufigsten (44,6%) und bei 30 Patienten wurde eine Einzelzahnverletzung diagnostiziert (24,8%). Im Durchschnitt wies in der zweiten Dentition jeder behandelte Patient 2,3 traumatisierte Zähne auf.

Die Anzahl der Patienten nahm in beiden Dentitionen mit Zunahme der Zahnzahl ab.

Tab. 8: Anzahl verletzter Zähne der zweiten Dentition

| | 1 Zahn | 2 Zähne | 3 Zähne | 4 Zähne | 5 Zähne | 6 Zähne | Gesamt |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Anzahl der Patienten | 30 | 54 | 20 | 11 | 3 | 3 | 121 |
| Prozent | 24,8 | 44,6 | 9,0 | 9,1 | 2,5 | 2,5 | 100 |

3.1.6 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne

Aus den Tabellen neun und zehn geht hervor, dass die oberen mittleren Schneidezähne sowohl in der ersten als auch in der zweiten Dentition signifikant stärker gefährdet sind, ein Trauma zu erleiden, als alle anderen Frontzähne zusammen. Zudem ist der Oberkiefer in beiden Dentitionen auch deutlich häufiger von Verletzungen betroffen als der Unterkiefer. Des Weiteren fällt die Verletzungshäufigkeit zum Eckzahn hin ab und

zeigt im bleibenden Gebiss eine leichte Bevorzugung der Zähne des zweiten und dritten Quadranten. Im Milchgebiss lässt sich dieser Trend nicht erkennen.

Tab. 9: Verletzungshäufigkeit im bleibenden Gebiss

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zahn | 13 | 12 | 11 | 21 | 22 | 23 | 33 | 32 | 31 | 41 | 42 | 43 |
| Anzahl | 2 | 17 | 90 | 95 | 28 | 5 | 1 | 8 | 16 | 18 | 11 | 1 |
| Prozent | 0,7 | 5,8 | 30,8 | 32,5 | 9,6 | 1,7 | 0,3 | 2,7 | 5,5 | 6,1 | 3,7 | 0,3 |

Tab. 10: Verletzungshäufigkeit im Milchgebiss

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Zahn | 53 | 52 | 51 | 61 | 62 | 63 | 73 | 72 | 71 | 81 | 82 | 83 |
| Anzahl | 2 | 17 | 57 | 57 | 16 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| Prozent | 1,2 | 10,4 | 34,7 | 34,7 | 9,7 | 1,8 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 2,4 | 1,2 | 0 |

3.1.7 Verteilung der einzelnen Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Dentition

In der Milchdentition dominieren die Verletzungen des Zahnhalteapparates. So ist nach der Subluxation (26,9%) die laterale Luxation am zweithäufigsten (22,0%). Zusammen mit Intrusionen (12,6%), Totalluxationen (11,0%) und Extrusionen (4,9%) ergibt sich hier ein Anteil von über drei Vierteln der Verletzungen.

Auch in der bleibenden Dentition steht mit 31,3% die Subluxation an erster Stelle, jedoch folgen hier die Schmelz-Dentin-Frakturen (23,7%) an zweiter Stelle. Danach schließen sich Schmelzfrakturen und komplizierte Schmelz-Dentin-Frakturen mit jeweils 7,9% an. Die Verteilung zwischen Verletzungen der Zahnhartsubstanz und Verletzungen des Zahnhalteapparates ist im Vergleich zur Milchdentition hingegen ausgewogen.

Tab. 11: Verteilung der Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Dentition

| | | Milchdentition | Bleibende Dentition |
|------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Zahnfrakturen | Schmelzsprung | 4 (2,2%) | 8 (2,5%) |
| | SD-Riss | 0 (0,0%) | 2 (0,6%) |
| | Schmelzfraktur | 6 (3,3%) | 25 (7,9%) |
| | SD-Fraktur | 7 (3,8%) | 75 (23,7%) |
| | Kompl. SD-Fraktur | 6 (3,3%) | 25 (7,9%) |
| | Wurzelfraktur | 2 (1,1%) | 6 (1,9%) |
| Zahnhalteapparatverletzungen | Kontusion | 16 (8,8%) | 17 (5,4%) |
| | Subluxation | 49 (26,9%) | 99 (31,3%) |
| | Lat. Luxation | 40 (22,0%) | 24 (7,6%) |
| | Intrusion | 23 (12,6%) | 9 (2,8%) |
| | Extrusion | 9 (4,9%) | 8 (2,5%) |
| | Totalluxation | 20 (11,0%) | 18 (5,7%) |

Um einen schnellen Überblick über die Häufigkeit der einzelnen Verletzungstypen im Milchgebiss und im bleibenden Gebiss zu erhalten, sind die Ergebnisse in Abb. 8 graphisch dargestellt.

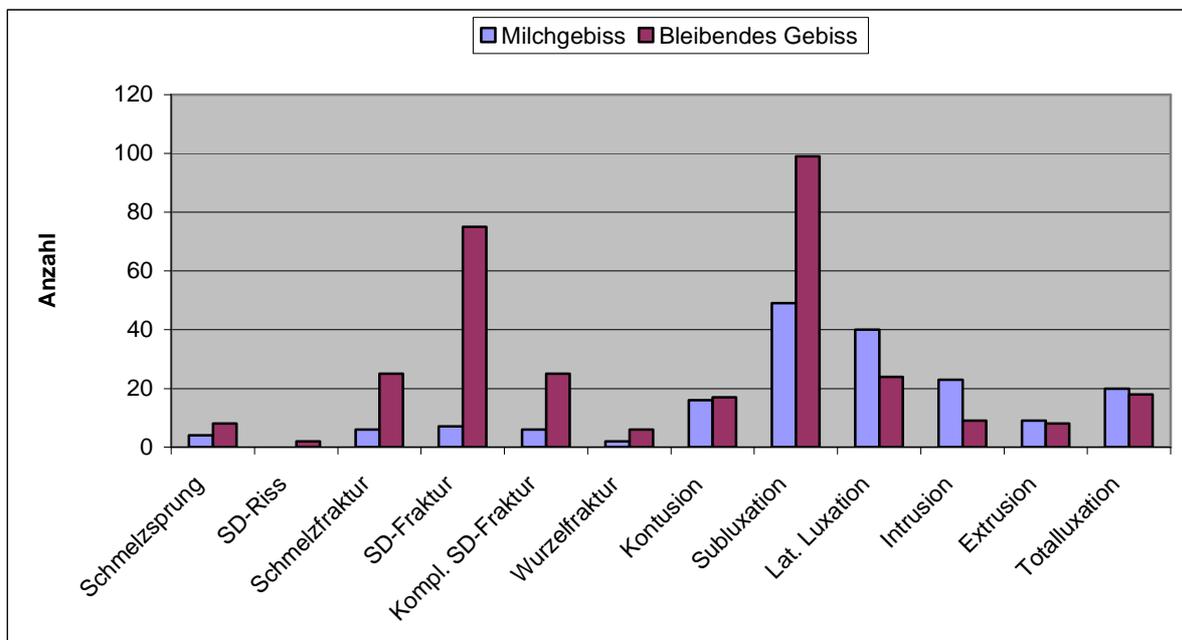


Abb. 8: Verteilung der Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Dentition



Abb. 9: Komplizierte Schmelz-Dentinfaktur an 11 (Aufnahme mit intraoralem Spiegel). Das freiliegende Pulpengewebe wurde mit H_2O_2 gesäubert und mit Kalziumhydroxidsuspension abgedeckt. Danach erfolgte die Fixierung des Pulpaverbandes mit einem niedrigviskosen Unterfüllungsmaterial. (10jähriges Mädchen)

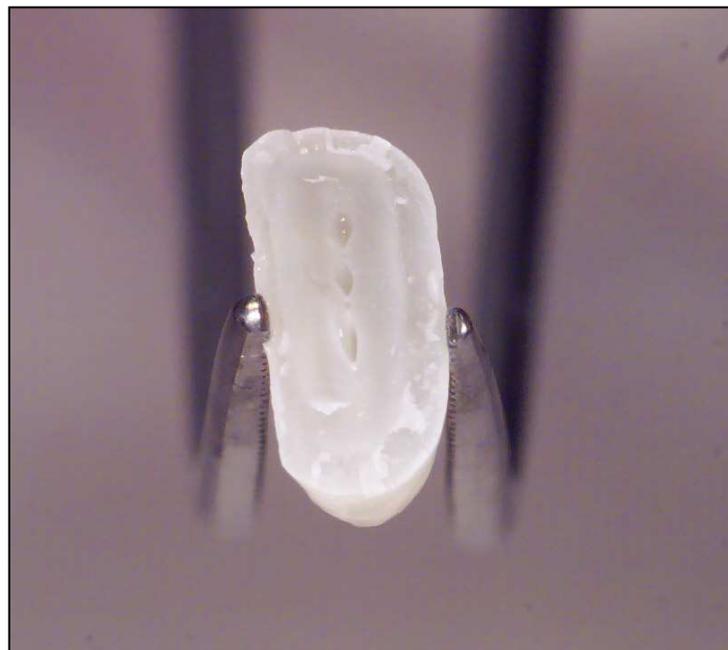


Abb. 10: Dazugehöriges Zahnfragment, welches korrespondierend zur Pulpaeröffnung drei kleine Pulpahörner aufweist und anschließend in den Kontaktbereichen hohlgeschliffen wurde, in denen es nach Reposition dem Pulpverband auflag.



Abb. 11: Zustand nach Wiederbefestigung des Zahnfragmentes unter Verwendung der Säure-Ätz-Technik und einem niedrigviskösen Komposite. Vorteilhaft sind die gute Ästhetik und das identische Abrasionsverhalten. (Patientin aus Abb. 9)



Abb. 12: Zustand nach Frontzahntrauma an Zahn 61 vor vier Jahren; die nicht eindeutig bestimmbare Sensibilität, der Lockerungsgrad 0 und die gelb bräunliche Verfärbung weisen auf eine Pulpaobliteration hin. (5jähriger Junge)

3.2 Teil II der Studie: Ergebnisse der Nachuntersuchungen

Im Rahmen der Studie erfolgte eine Einbestellung der registrierten Patienten mit Verletzungen an bleibenden Zähnen zur Nachuntersuchung nach 12 Monaten. Die Bereitschaft, die kostenlosen Nachuntersuchungen in Anspruch zu nehmen war jedoch gering, worauf in der Diskussion näher eingegangen wird. Insgesamt konnten unter den genannten Kriterien 19 Patienten mit insgesamt 56 betroffenen Zähnen nachuntersucht werden.

3.2.1 Folgeschäden nach Zahnhalteapparatverletzungen

Tab. 12: Folgeschäden nach Zahnhalteapparatverletzungen

| Kreuztabelle | | | | | | | |
|---------------|--------------|----------|------------|-------|-----------|------|--------|
| Anzahl | Folgeschäden | | | | | | Gesamt |
| | Sens - | Ankylose | Fistelgang | keine | Drehstand | LG I | |
| Totalluxation | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| Extrusion | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Subluxation | 1 | 1 | 1 | 12 | 1 | 1 | 17 |
| Kontusion | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 5 |
| lat. Luxation | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Gesamt | 4 | 1 | 1 | 20 | 1 | 2 | 29 |

Von allen nachuntersuchten Zähnen waren an 29 Zähnen im Vorfeld Verletzungen des Zahnhalteapparates aufgetreten. Davon ließen sich an neun Zähnen Folgeschäden feststellen, was einem Anteil von etwa 31% entspricht. Insgesamt ließen sich vier Sensibilitätsverluste, eine Ankylose, ein Fistelgang, ein Drehstand sowie an zwei Zähnen der Lockerungsgrad I feststellen. Die Abb. 9 zeigt die graphische Umsetzung der Nachuntersuchungsergebnisse nach Zahnhalteapparatverletzungen.

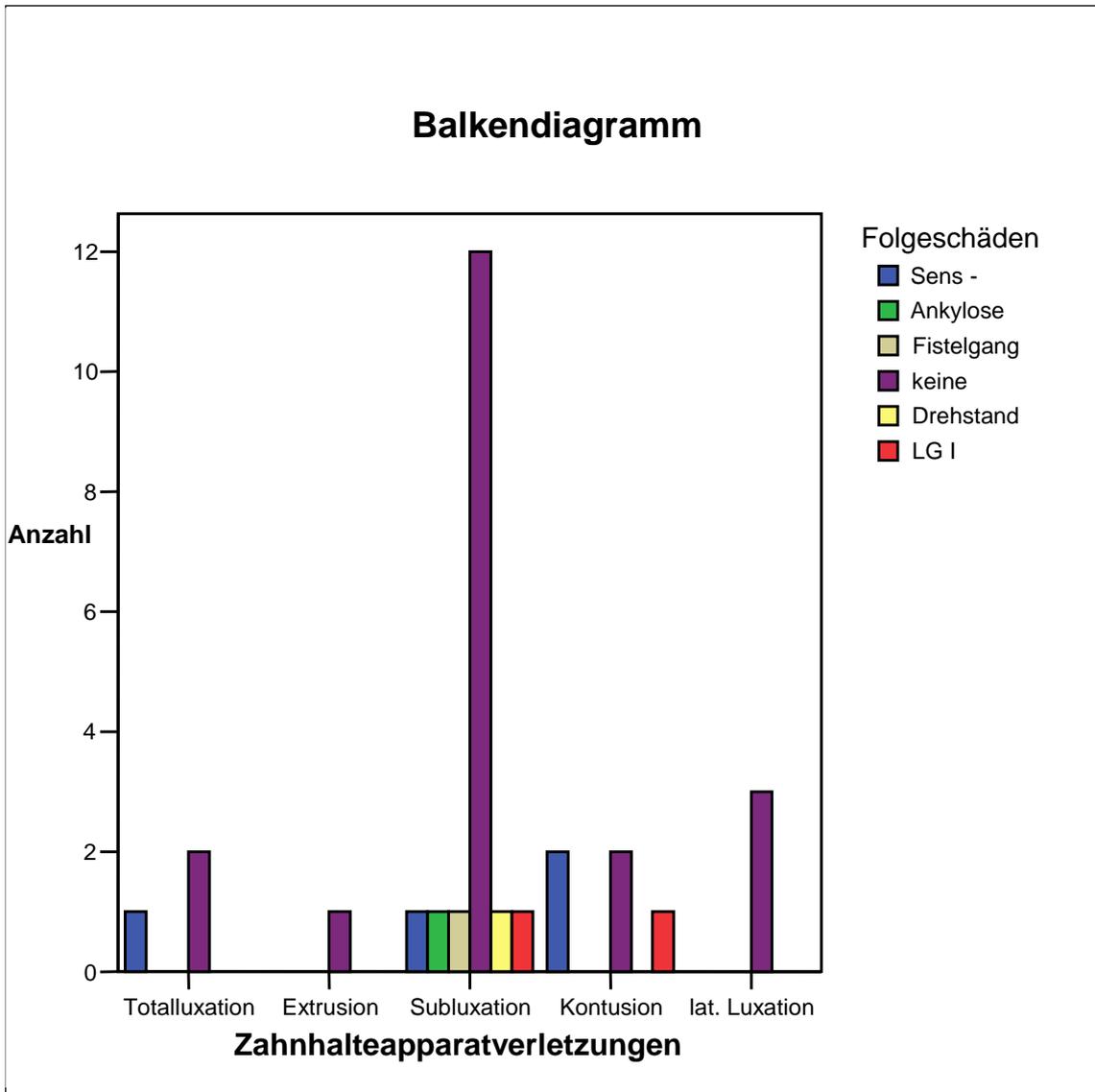


Abb. 13: Aufgetretene Folgeschäden nach Zahnhalteapparatverletzungen

3.2.2 Folgeschäden nach Zahnhartsubstanzverletzungen

Tab. 13: Folgeschäden nach Zahnhartsubstanzverletzungen

| Anzahl | Folgeschäden | | | | | | | Gesamt |
|------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | Sens - | Zahn-wanderung | Fistelgang | keine | Drehstand | LG II | LG I | |
| komp. SD-Fraktur | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 7 |
| SD-Fraktur | 1 | 1 | 0 | 10 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| Schmelzfraktur | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Schmelzsprung | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Gesamt | 6 | 1 | 1 | 16 | 1 | 1 | 1 | 27 |

Weiterhin konnten in den Nachuntersuchungen 27 Zähne kontrolliert werden, die eine Verletzung der Zahnhartsubstanz erlitten hatten. Mit insgesamt elf Zähnen waren an 41% der Zähne Folgeschäden nachweisbar, wobei sechs Zähne einen Sensibilitätsverlust aufwiesen. Außerdem konnte bei jeweils einem weiteren Zahn eine Zahnwanderung, einen Fistelgang, einen Drehstand, sowie Lockerungsgrad I und II diagnostiziert werden. Die Abb. 10 zeigt die Umsetzung der Ergebnisse in graphischer Form.

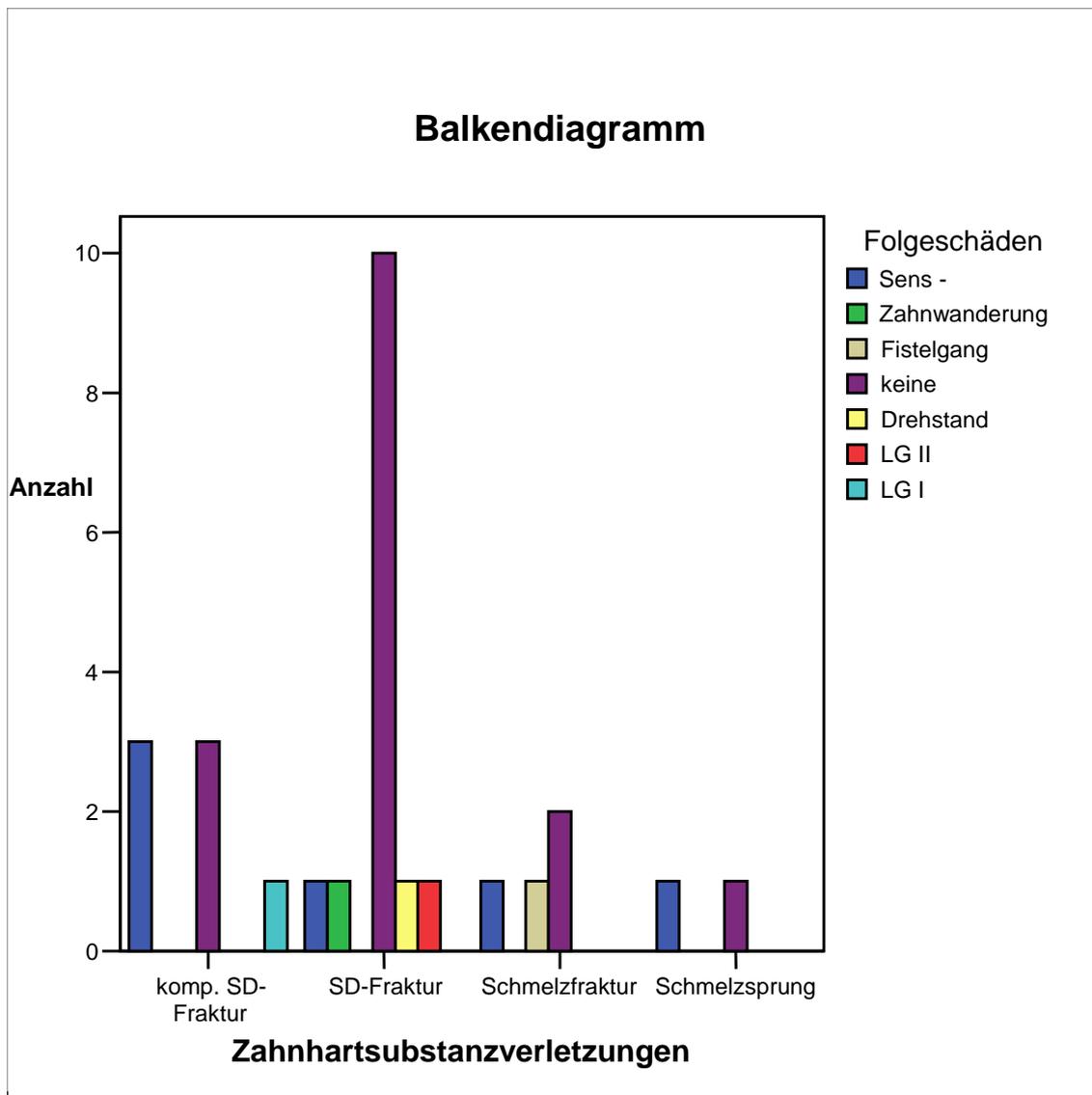


Abb. 10: Aufgetretene Folgeschäden nach Zahnhartsubstanzverletzungen

4 Diskussion

Teil I:

4.1 Allgemeine Anmerkungen

Ein Unterschied der vorliegenden Studie zu anderen Frontzahntraumastudien liegt in dem behandelten und nachuntersuchten Patientengut, da sowohl die Patienten der Sprechstunde als auch Notdienstpatienten mit traumatischen Zahnverletzungen in die Studie mit aufgenommen wurden, so dass durch diese unspezifische Patientenstruktur, die weder hinsichtlich der sozialen Schicht noch Alter oder Geschlecht eingeschränkt ist, Rückschlüsse auf die Verletzungsverteilung in der Gesamtbevölkerung gezogen werden können. Ein Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit anderen Untersuchungen ist deshalb erschwert, da andere Autoren sich meist ausschließlich auf bestimmte Untergruppen wie Sportler oder Kinder beziehen und Studien aus dem Notdienst eines Krankenhauses sicherlich einen größeren Anteil schwerer Verletzungen wie Luxationen oder Geschichtsfrakturen aufweisen. Die Westdeutsche Kieferklinik ist mit ihrem zahnärztlichen Notdienst jeden Tag bis Mitternacht Anlaufstelle für Patienten mit dentalen Notfällen. In der Zeit zwischen Mitternacht und sechs Uhr morgens sind andere Einrichtungen mit der Versorgung von zahnärztlichen Notfällen betraut. Aussagen zur Prävalenz von Zahnverletzungen können anhand der Studie jedoch nicht gemacht werden, da während der normalen Öffnungszeiten Patienten mit Zahnverletzungen in der Regel ihren Hauszahnarzt aufsuchen und entsprechend nicht in der Studie registriert wurden. Auch bleibt die Anzahl von Patienten mit kleineren Verletzungen unklar, die eine Behandlung für nicht notwendig halten oder bei denen die Angst vor der zahnärztlichen Behandlung überwiegt.

Bei der Durchsicht der Krankenunterlagen wurde ersichtlich, dass nicht alle Zahnärzte, welche den Notdienst ausführen, zur Dokumentation das vorhandene standardisierte Formblatt für Traumatpatienten der DGZMK benutzen. So fehlten in 23 Fällen konkrete Eintragungen zum Unfallhergang oder waren andere Eintragungen unvollständig. Hieraus wird noch einmal ersichtlich, wie wichtig ein standardisierter Untersuchungsbogen und dessen konsequente Verwendung ist.

4.2 Patientenstruktur

In dem Untersuchungszeitraum von 24 Monaten des retrospektiven Anteils der Studie konnte eine aussagekräftige Patientenzahl von 219 Patienten ohne Altersbeschränkung ermittelt werden.

Betrachtet man zunächst die allgemeine Geschlechtsverteilung in der Studie, so überwiegen die männlichen Patienten mit 1,3:1. Dieselbe Geschlechtsverteilung fand sich auch bezogen auf die erste Dentition. In der zweiten Dentition stieg der männliche Anteil weiter auf 1,4:1. Dieser Trend zeigte sich auch in Untersuchungen von *Ravn* [59] (1,6:1), *Forsberg und Tedestam* [29] (1,6:1), *von Arx* [86] (1,4:1) und *Oikarinen* [55] (1,7:1). Die Aussage, dass Jungen und Männer häufiger traumatische Zahnverletzungen erleiden, als das weibliche Geschlecht wird durch zahlreiche frühere Studien belegt und in dieser Studie bestätigt. Dabei ist im Kleinkindalter die Dominanz männlicher Patienten nicht so stark ausgeprägt [6]. Begründet wird diese gesteigerte Gefährdung unter anderem durch ein größeres Engagement von Jungen bei Sport und Spiel, sowie durch verletzungsträchtigere Sportarten wie Fußball oder Kampfsportarten [6, 76].

4.3 Altersverteilung

Sowohl bezogen auf die Studie, als auch auf epidemiologische Daten wird ersichtlich, dass traumatische Zahnverletzungen hauptsächlich im Kindesalter auftreten und mit steigendem Lebensalter ein Rückgang von Frontzahntraumata zu verzeichnen ist [6, 31]. Deshalb beschränken sich viele Untersuchungen von vornherein auf Kinder und Jugendliche.

In der vorliegenden Studie waren männliche Patienten besonders zwischen dem ersten und fünften und später zwischen dem siebten bis zwölften Lebensjahr einem erhöhten Risiko eines Frontzahntraumas unterlegen. Nach den Ergebnissen der Statistik liegt dabei der Altersgipfel von männlichen Traumapatienten bei vier Jahren und der Altersdurchschnitt bei 12,8 Jahren.

Bei weiblichen Patienten hingegen häufen sich Frontzahntraumata zwischen dem ersten bis vierten und dann zwischen dem sechsten bis zum zehnten Lebensjahr. Am häufigsten wurden in dem untersuchten Zeitraum drei und achtjährige Mädchen mit

jeweils 12 Fällen zur Behandlung vorgestellt. Der Altersdurchschnitt der weiblichen Patienten betrug 13,4 Jahre.

Die Häufung von Zahnverletzungen im Kleinkindalter ist auf die noch unsichere Motorik zurückzuführen, da Kinder in diesem Alter ihre Bewegungen noch weniger gut koordinieren können und gefährliche Situationen nicht erkennen. Hinzu kommt noch die Tendenz, aufgrund des Schädel-Körper-Verhältnisses, mit dem Kopf zuerst aufzuschlagen [69]. Wie der Statistik zu entnehmen, ist vor allem bei Jungen, aber auch bei Mädchen das Verletzungsrisiko im Alter zwischen sieben und zwölf Jahren erhöht. Die Gründe hierfür sind unter anderem in einem größeren Engagement bei Sport und Spiel sowie Konkurrenzverhalten in prestigeträchtigen Freizeitaktivitäten wie Skateboarding oder Inline-Skating zu suchen [6, 69].

4.4 Ursachen und Möglichkeiten der Prävention

Wie aus der Statistik hervorgeht³, sind traumatische Zahnverletzungen in der Studie mit 39,3% hauptsächlich durch Stürze im privaten Umfeld bedingt. Ähnliche Ergebnisse werden durch die Literatur gestützt [3, 6, 23, 76]. Auch in Untersuchungen von *Ravn* mit 58% [59] und von *Schatz* und *Joho* mit 43% [68], verunglückten Patienten überwiegend im privaten Umfeld. Sturzverletzungen werden zumeist auf ungenügende Schutzreflexe bei Kleinkindern und auf fehlende Bewegungskoordination zurückgeführt [40, 42]. Ein weitergehender Vergleich der Unfallursachen in der Literatur ist jedoch problematisch, da sie in die unterschiedlichsten Gruppen eingeteilt werden. So werden in der Literatur für die Ursache „Sturz“ Angaben von 36-88% gefunden, für Sport- und Freizeitunfälle Anteile zwischen 9,5-34%, für Gewaltdelikte von 7-17% und für Verkehrsunfälle von 1,5-29,7% [31, 36, 76, 91].

Aufgrund des nicht unerheblichen Anteils von Zahn- und Mundverletzungen durch sportliche Aktivitäten wird im Folgenden auf Möglichkeiten der Prävention hingewiesen. Eine zugleich einfache und wirkungsvolle Schutzmaßnahme zur Vorbeugung sportbedingter Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen stellt das Tragen eines Mundschutzes dar. Aus anderen Untersuchungen geht hervor, dass das Risiko einer Zahnverletzung hierdurch bis um den Faktor 60 reduziert werden kann und

³ Ergebnisse der Studie: Sturz im privaten Umfeld 39,3%, Sport 10,5%, Fahrrad 10,5%, Rohheitsdelikte 5,9%, Verkehrsunfälle 2,3%

gleichzeitig auch die Verletzungswahrscheinlichkeit der Lippen, der Zunge, des Ober- und Unterkiefers und der Kiefergelenke sinkt.

Zu unterscheiden sind prinzipiell drei Mundschutztypen. Der konfektionierte Mundschutz ist in Sportgeschäften erhältlich und besteht aus einer Gummi-Schiene, die im Mund durch Zusammenbeißen der Zähne festgehalten wird und den geringsten Verletzungsschutz bietet. Vorteilhafter sind individuell angepasste Schienen aus thermoplastischem Material die nach Erwärmung an die Zahnreihen des Sportlers angepasst werden. Als Mittel der Wahl gilt jedoch individuell hergestellter Mundschutz, bei dem der Zahnarzt Abformungen von Ober- und Unterkieferzahnreihen vornimmt. Durch ein Vakuum-Pressverfahren werden schließlich Mundschutz-Schienen aus flexiblem Ethylvinylacetat- oder Polyvinylacetat-Folien hergestellt. Im Wechselgebiss müssen individuelle Schienen jedoch immer wieder erneuert werden, so dass dem hervorragenden Schutz entsprechende Kosten gegenüberstehen. Da nach wissenschaftlichem Ermessen durch Mundschutzschienen Verletzungen verhindert oder eingeschränkt werden können, sollte es im Interesse von Eltern, Trainern und Sportlern liegen, diesen Aufwand auf sich zu nehmen. Gerade bei verletzungsträchtigen Sportarten wie Fußball, Hockey, Handball, Inline-Skating oder dem Skate-Boarding ist das Tragen eines Mundschutzes empfehlenswert [50].

4.5 Anzahl verletzter Zähne pro Patient

Die durchschnittliche Anzahl traumatisch geschädigter Zähne betrug in der Studie 2,2 Zähne pro Patient. Auf die erste Dentition bezogen lag dieser Wert bei 1,9 Zähnen pro Kind und bei bleibenden Zähnen bei 2, 3 Zähnen pro Patient. Untersuchungen von *Bossler* [18] zeigten 1,46 Zähne und von *Prenosil* [58] 1,3 betroffene Zähne pro Kind. Bei Erwachsenen dürfte dieser Wert im Durchschnitt höher liegen, da aufgrund des Körpergewichtes auch größere Kräfte bei einem Sturz wirken.

4.6 Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne

Die in der Studie gefundene Verletzungshäufigkeit der einzelnen Zähne korreliert mit den Untersuchungsergebnissen von *Llarena del Rosario et al.* [47], *Irmisch* und *Hetzer* [40], *von Arx* [87], *Hellwig* [38] und *Zaragoza* [95]. Sowohl im Milch- wie auch im bleibenden Gebiss waren besonders häufig die oberen Frontzähne und hier in der Mehrzahl die mittleren Incisivi betroffen. Prädisponierende Faktoren für die bevorzugte Lokalisation der Zahnverletzungen an den mittleren Incisivi stellen nach *Moss* und *Maccaro* [52] und auch nach *Andreasen* [8] dabei deren Protrusion und ein ungenügender Lippenschluss dar, welcher gerade im Zahnwechsel oft vorkommt. Nach *Schützmannsky* sind in der ersten und zweiten Dentition die oberen mittleren Incisivi überwiegend betroffen, da sie den äußersten Tangentialpunkt des Zahnbogens ausmachen und zudem der starre Oberkiefer nicht in gleichem Maße in der Lage ist, plötzliche Gewalteinwirkung abzufangen, wie der bewegliche Unterkiefer [77]. Diese Verteilung der Verletzungshäufigkeit zwischen Ober- und Unterkiefer wurde durch die Ergebnisse der Statistik bestätigt.

4.7 Begleitverletzungen

Im Rahmen der Studie ließ sich bei 129 Patienten (61,4%) zusätzlich zu den Zahnverletzungen eine Weichteilverletzung beobachten. Neun Patienten erlitten reine Weichteilverletzungen (4%).

Die Weichteilverletzungen waren, ob mit oder ohne Zahnverletzungen, zumeist an den Lippen, seltener an Kinn, Gingiva oder Wangen lokalisiert. Auch *Andreasen* berichtet über eine hohe Frequenz von Lippenverletzungen bei Subluxationen, Extrusionen und vollständigen Luxationen, besonders bei Oberkieferfrontzähnen [3]. Da die Lippen die Zähne schützend umgeben und die bei einem Trauma auftretenden Kräfte abfangen, ist ihre häufige Verletzung verständlich. Weitere Studien belegen, dass Patienten mit mangelndem Lippenschluss häufiger Zahnverletzungen erleiden [8, 30].

4.8 Verteilung der einzelnen Verletzungsformen auf Milch- und bleibende Zähne

Bezogen auf die Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Studie dominieren in der ersten Dentition die Verletzungen des Zahnhalteapparates. So ist nach der Statistik die Subluxation (26,9%) am häufigsten und die laterale Luxation am zweithäufigsten (22,0%). Zusammen mit Intrusionen (12,6%), Totalluxationen (11,0%) und Extrusionen (4,9%) ergibt sich hier ein Anteil von über drei Vierteln der Verletzungen.

Von Arx sieht in dem weichen, elastischen, kindlichen Knochen und den relativ kurzen Milchzahnwurzeln Gründe, welche ein Ausweichen des Zahnes aus dem Alveolenfach begünstigen. In Folge dessen führt eine Krafteinwirkung eher zu einer Luxation eines Milchzahnes als zu Hartsubstanzschäden. In seinen Untersuchungen dokumentierte *von Arx* in 89% der verletzten Milchzähne Luxationsverletzungen, wobei unter diesen die partiellen Luxationen überwogen [86, 87]. *Osuji* gibt als weitere Ursache für die Zahl der Luxationsverletzungen im Milchgebiss noch zusätzlich die mit drei Jahren bereits beginnende Wurzelresorption der Frontzähne an [57].

In einer Vielzahl von Studien werden die Ergebnisse der eigenen Studie und die Ergebnisse *von Arx* bezüglich der Luxationshäufigkeit im Milchgebiss bestätigt [27, 38, 40, 68]. Andere Untersuchungen, wie die von *Rinderer* [64] oder *Sanchez* und *Gracia-Godoy* [67] stellten jedoch die Kronenfrakturen als häufigste Verletzungsart im Milchgebiss heraus.

Im Gegensatz zu anderen Studien steht in der eigenen Statistik in der bleibenden Dentition die Subluxation mit 31,3% an erster Stelle, jedoch folgt hier die Schmelz-Dentin-Fraktur (23,7%) an zweiter Stelle. Danach schließen sich Schmelzfrakturen und komplizierte Schmelz-Dentin-Frakturen mit jeweils 7,9% an. Die Verteilung zwischen Verletzungen der Zahnhartsubstanz und Verletzungen des Zahnhalteapparates der zweiten Dentition ist im Vergleich zur Milchdentition hingegen ausgewogen.

In ihren Erhebungen diagnostizierten *Rinderer* [64] und *Hellwig* [38] Kronenfrakturen als die am häufigsten vorkommende Verletzungsart im bleibenden Gebiss. Auch in anderen Literaturquellen werden unkomplizierte Kronenfrakturen ersten und zweiten Grades als häufigste Diagnose des bleibenden Gebisses angegeben [32, 56, 91, 96]. Eine Ausnahme macht an dieser Stelle eine Untersuchung von *Schatz*, in der er 62%

Zahnhalteapparatverletzungen und 38% Zahnfrakturen bei bleibenden Zähnen beobachtete [68]. Ein möglicher Grund für die Abweichung ist allerdings die Herkunft der Daten aus einer kieferorthopädischen Klinik.

Insgesamt bewegen sich die in der Untersuchung gefundenen Werte hinsichtlich der einzelnen Verletzungsdiagnosen innerhalb der in der Literatur gefundenen Bandbreite. So werden für Subluxationen in der zweiten Dentition Werte von 9,1-33% angegeben. Für partielle Luxationen variieren die Ergebnisse zwischen 2-28%, für Kontusionen zwischen 1,6-11% und für Intrusionen zwischen 0,5-7,6% [3, 32, 56, 91, 96]. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die mitunter großen Unterschiede in den Anteilen der Diagnosen aus der Literatur auf unterschiedliche Bewertungskriterien und auch das Patientengut zurückzuführen sind.

Teil II

4.9 Allgemeine Anmerkungen

Im zweiten Teil der Studie erfolgte eine Einbestellung der registrierten Patienten mit traumatischen Verletzungen an bleibenden Zähnen zur Nachuntersuchung bezüglich von Spätfolgen. Dabei ergab sich eine insgesamt enttäuschend geringe Resonanz, die kostenlosen Nachuntersuchungen wahrzunehmen; dies ist in vielen Fällen darauf zurückzuführen, dass viele Frontzahntraumapatienten nur zur Erstversorgung in der Westdeutschen Kieferklinik erscheinen und sowohl die Therapie als auch die Nachsorge durch den jeweiligen Hauszahnarzt erfolgt. In anderen Fällen mag die Nachsorge als überflüssig abgetan werden, was einerseits durch unzureichende Aufklärung und andererseits durch die in der Regel schmerzarmen Folgeerscheinungen zu erklären ist.

Bei 19 Patienten mit insgesamt 56 betroffenen Zähnen konnte eine Nachuntersuchung nach einem Intervall von 12 Monaten nach der traumatischen Verletzung durchgeführt werden.

An 29 Zähnen war dabei eine Verletzung des Zahnhalteapparates der Nachuntersuchung vorausgegangen. Dabei war vor allem die große Bandbreite an Folgeschäden nach Subluxationsverletzungen und die, gemessen an der Fallzahl, hohe Rate an

Sensibilitätsverlusten nach Kontusionen auffällig. Hier ist somit noch einmal auf die stets unsichere Prognose auch nach scheinbar harmlosen Verletzungen hinzuweisen. Gegensätzliches konnte nach Replantationen beobachtet werden: Ist die Prognose bei Zähnen der zweiten Dentition nach Totalluxation in der Regel schlecht, so konnte jedoch bei zwei von insgesamt drei nachuntersuchten Zähnen mit dieser Verletzungsform kein Folgeschaden nach einem Jahr festgestellt werden. Letztendlich ließen sich an neun der 29 Zähne Folgeschäden ausmachen, was einem Anteil von 31% entspricht.

Fasst man die Ergebnisse der Nachuntersuchungen an bleibenden Zähnen nach Zahnharssubstanzverletzungen zusammen, fällt mit 41% zunächst der hohe Anteil an Zähnen mit Folgeschäden auf. Dabei konnte in Relation zur nachuntersuchten Zahnzahl besonders bei komplizierten Schmelz-Dentinfrakturen mit drei Sensibilitätsverlusten eine schlechte Prognose bestätigt werden. Aber auch nach Schmelzfrakturen und sogar nach einem Schmelzsprung war ein Sensibilitätsverlust festzustellen, woraus zu folgern ist, dass auch bei diesen Verletzungsformen eine Aufklärung des Patienten über die Möglichkeit des Auftretens von Folgeschäden unverzichtbar ist.

4.10 Einsatz von Antibiotika

Ein weiterer Punkt, den es an dieser Stelle kritisch zu beurteilen gilt, ist der routinemäßige Einsatz von systemisch wirkenden Antibiotika nach Luxationsverletzungen. In einer tierexperimentellen Studie befassten sich Sae-Lim et al. [66] mit der Wirkung von Antibiotika auf die posttraumatischen resorptiven Prozesse nach Replantation von Hundezähnen. Hierbei zeigte sich, dass Zähne, die begleitend mit Tetracyclin behandelt wurden, an 35,5 % der betrachteten Stellen eine vollständige parodontale Ausheilung aufwiesen, während es in der mit Amoxicillin behandelten Gruppe und in der Kontrollgruppe nur 11,3% beziehungsweise 10,9 % waren. Dabei sind die besseren Heilungsergebnisse nach Meinung der Autoren auf die hemmende Wirkung von Tetracyclin sowohl auf die Osteoklastenaktivität als auch auf die Aktivität verschiedener Gewebeproteasen, hier insbesondere Kollagenasen, zurückzuführen. Den Zementblasten und desmodontalen Fibroblasten bleibt aufgrund dieser Effekte mehr Zeit in die traumatisierten Anteile des Desmodonts einzuwandern und eine Heilung herbeizuführen. Den Ergebnissen zur Folge verringert die systemische Gabe von Tetracyclin nach Luxationsverletzungen das Risiko resorptiver Prozesse. Da

traumatische Zahnverletzungen jedoch gerade bei Kindern und Jugendlichen auftreten, ist gleichzeitig auf die Gefahr einer irreversiblen Verfärbung der noch unvollständig entwickelten zweiten Dentition durch Tetrazyklin hinzuweisen. Aufgrund dieser Tatsachen ist die systemische Anwendung von Tetrazyklin und anderen Breitspektrumantibiotika somit auf Replantationen und schwere Luxationsverletzungen, bei denen eine bakterielle Kontamination des Desmodontalspaltes durch eingedrungenen Schmutz ersichtlich ist, zu beschränken.

4.11 Bewertung und Weiterführung der Studie

Im Vorfeld der Studie war nicht abzusehen, dass die Bereitschaft der Patienten, die kostenlosen Nachuntersuchungen wahrzunehmen, so gering ausfallen würde. Es ist daher für die Weiterführung der Frontzahntraumastudie in der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde der Westdeutschen Kieferklinik von Bedeutung, Patienten bei der Erstbehandlung einerseits einheitlich mit dem Frontzahntraumabogen der *Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde* zu erfassen und andererseits auch bereits zu diesem Zeitpunkt auf die Notwendigkeit von Nachuntersuchungen hinzuweisen.

Im Rahmen der Studie werden weiterhin alle Patienten mit Frontzahntraumata erfasst, die in der zahnärztlichen Ambulanz der Westdeutschen Kieferklinik behandelt werden, wodurch in Zukunft weitere Studien mit größeren Fallzahlen und damit einer noch größeren Aussagekraft möglich werden. So kann später nicht nur ein Vergleich der gewonnenen Daten mit den Ergebnissen dieser Studie durchgeführt werden, sondern es wird auch möglich sein, Fragestellungen zu verfolgen, die bisher kaum in der Literatur zu finden sind. Ein Beispiel hierfür ist die Thematik der „sterilen Nekrose“, das heißt die Frage, wann ein Zahn nach Sensibilitätsverlust endodontisch versorgt werden sollte. Anhand fortlaufender Nachuntersuchungen und bei entsprechender Fallzahl wird diese Fragestellung im Rahmen der kontinuierlich fortgesetzten Frontzahntraumastudie zu diskutieren sein.

5 Literatur

[1] Andreasen, F.M.:

Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes.
Endod Dent Traumatol 1986; 2: 90-8

[2] Andreasen, F.M.; Pedersen, B.V.:

Prognosis of luxated permanent teeth and the development of pulp necrosis.
Endod-Dent-Traumatol. 1985 Dec.: 1(6):207-20

[3] Andreasen, J.O.:

Etiologie and pathogenesis of traumatic dental injuries; a clinical study of 1298 cases.
Scan J Dent Res. 78, 329-324 (1970)

[4] Andreasen, J.O. :

Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth.
Scand J dent Res 78, 273 (1970)

[5] Andreasen, J.O.:

The influence of traumatic intrusion of primary teeth on their permanent successors. A radiographic and histologic study in monkeys.
Int-J-Orall-Surg. 1976 Oct; 5 (5):207-19

[6] Andreasen, J.O.:

Traumatologie der Zähne.
2. Auflage Munksgaard, Copenhagen (1981)

[7] Andreasen, J.O.:

Verletzungen der Zähne im Entwicklungsstadium.
Traumatologie der Zähne, Schlütersche, Hannover, 1988

- [8] Andreasen, J.O.:
Traumatologie der Zähne.
Schlütersche, Hannover, 1988
- [9] Andreasen, J.O. ; Andreasen, F.M.:
Farbatlas der Traumatologie der Zähne
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1992
- [10] Andreasen, J.O., Andreasen, F. M.:
Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth.
Munksgaard, Kopenhagen, pp. 315-382 (1994)
- [11] Andreasen, J.O.; Hjørting-Hansen, E.:
Intraalveolar root fractures: radiographic and histologic study of 50 cases.
J. oral Surg. 25: 414-426 (1967)
- [12] Andreasen, J.O., Ravn, J.J.:
The effect of traumatic injuries to primary teeth on their permanent successors.
A clinical and histologic study of 117 injured permanent teeth.
Scand J dent Res 79, 219 (1971)
- [13] Andreasen, J.O., Ravn, J.J.:
Enamel changes in permanent teeth after trauma to their primary predecessors.
Scand-J-Dent-Res. 1973; 81 (3): 203-9
- [14] Bastone, E.B. :
Epidemiology of dental trauma: a review of literature.
Aust-Dent-J. 2000 Mar; 45 (1): 2-9
- [15] Bauer, W.H.:
Effect of periapical processes of deciduous teeth on the buds of permanent teeth.
Am. J. Orthod. oral Surg. 32: 232-241 (1946)

- [16] Ben-Bassat, Y., Brin, I., Zilberman, Y.:
Effects of trauma to the primary incisors on their permanent successors
Multidisciplinary treatment.
J Dent Child 56, 112 (1989)
- [17] Blackwood, H.J.J.:
Tissue repair in intra-alveolar root fractures.
Oral Surg. 12: 360-370 (1959)
- [18] Bossler, B.:
Frontzahnverletzungen bei Kindern und Jugendlichen untersucht an 3731 Gießener
Vorschul- und Schulkindern.
Med Diss, Gießen, 1975
- [19] Brin, I., Ben-Bassat, Y., Fuks, A., Zilberman, Y.:
Trauma to primary incisors and its effect on their permanent successors.
Pediatr Dent 6, 78 (1984)
- [20] Brin, I.; Ben-Bassat, Y.; Zilberman, Y.:
Effect of trauma to the primary incisors on the alignment of their permanent
successors in Israelis.
Community-Dent-Oral-Epidemiol. 1988 Apr; 16 (2): 104-8
- [21] Buddecke, E.:
Biochemische Grundlagen der Zahnmedizin.
Walter de Gruyter, Berlin, New York (1981)
- [22] Chen, Y.L.; Tsai, T.P.; See, L.C.:
Survey of incisor trauma in second grade student of central Taiwan.
Chang-Keng-I-Hsueh-Tsa-Chih. 1999 Jun; 22 (2): 212-9

- [23] Crona-Larsson, G., Norén, J.G.:
Luxation injuries to permanent teeth-a retrospective study of epidemiological factors.
Endod Dent Traumatol 5, 176-179 (1989)
- [24] Cvek, M.;
A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent Incisors with complicated crown fractures.
J-Endod. 1978 Aug; 4 (8): 232-7
- [25] Cvek, M.; Lundberg, M.:
Histological appearance of pulps after exposure by a crown fracture, partial pulpotomy and clinical diagnosis of healing.
J-Endod. 1983 Jan; 9 (1): 8-11
- [26] Ebeleseder, K.A., Glockner, K.:
Folgen des dentalen Traumas.
Endodontie 2: 113-24 (1999)
- [27] Filippi, A., Kirschner, H., Kraus, U., Pohl, Y., Robert, F., Tekin, U.:
Avulsionstrauma der Frontzähne.
Der Freie Zahnarzt 3, 48 (1998)
- [28] Filippi, A., Pohl, Y., von Arx, T.:
Das Verhalten der Pulpa nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2001; 111(1): 38-56
- [29] Forsberg, C.M., Tedestam, G.:
Traumatic injuries to teeth in Swedish children living in an urban area.
Swed Dent J 14, 115 (1990)

- [30] Forsberg, C.M., Tedestam, G.:
Etiological and predisposing factors related to traumatic injuries to permanent teeth.
Swed Dent J 17(5), 183-190 (1993)
- [31] Gassner, R., Bösch, R., Tuli, T., Emshoff, R.:
Prevalence of dental trauma in 6000 Patients with facial injuries.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 87, 27-33 (1999)
- [32] Glendor, U., Halling, A., Andersson, L., Eilert-Peterson, E.:
Incidence of traumatic tooth injuries in children and adolescents in the county of Västmanland, Sweden.
Swed Dent j 1996; 20:15-28
- [33] Goldstein, S.; Segaghat-Zandi, A.; Greenberg, M.; Friedman, S.:
Apexification and apexogenesis.
N-Y-State-Dent-J. 1999 May; 65 (5): 23-5
- [34] Günther, H.:
Recht und Risiko.
Hanser, München
- [35] Hargreaves, J.A., Craig, J.W., Needleman, H.L.:
Die Quintessenz des Frontzahntraumas bei Kindern.
Quintessenz Verlag, Berlin 1985
- [36] Harrington, M.G., Eberhart, A.B., Knapp, J.F.:
Dentofacial trauma in children.
J Dent Child Sept-Oct, 334-338 (1988)
- [37] Heidemann, D.:
Praxis der Zahnheilkunde - Endodontie
Urban&Fischer, München, Jena 2001

- [38] Hellwig, E.:
Behandlung des Frontzahntraumas- Eine interdisziplinäre Aufgabe.
Zahnärztl Mitt 84, 2376 (1994)
- [39] Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.:
Einführung in die Zahnerhaltung.
Urban&Fischer, München, Jena (1999)
- [40] Irmisch, B., Hetzer, G.:
Eine klinische Auswertung akuter Traumen im Milchgebiß und permanenten
Gebiß.
Dtsch Stomat. 21, 28 (1971)
- [41] Jacobsen, I., Kerekes, K.:
Long-term prognosis of traumatized permanent anterior teeth showing calcifying
processes in the pulp cavity.
Scand J Dent Res. 1977 Nov; 85 (7): 588-98
- [42] Kenwood, M., Kim Seow, W.:
Sequelea of trauma to the primary dentition.
J Pedod 13, 230 (1989)
- [43] Kisling, E.:
Treatment of injuries of young permanent incisors caused by mechanical trauma.
Tandlaegebladet. 1953 Mar; 57 (3): 109-29
- [44] Kleier, D.J.; Barr, E.S.:
A study of endodontically apexified teeth.
Endod-Dent-Traumatol. 1991 Jun; 7 (3): 112-7
- [45] Kling, M., Cvek, M., Mejare, I.:
Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically reimplanted
permanent incisors.
Endod Dent Traumatol. 1986 Jun;2(3):83-9

- [46] Künzel, W.; Toman, J.:
Strukturanomalien der Zähne.
Kinderzahnheilkunde; Hüthig, Heidelberg 1985
- [47] Llarena del Rosario, M.E., Acosta Alfaro, V.M., Garcia-Godoy, F.:
Traumatic injuries to primary teeth in Mexico City children.
Endod Dent Traumatol 8, 213 (1992)
- [48] Logan, W. H. G., Kronfeld, R.:
Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age
of fifteen years.
J Am Dent Assoc 20: 379 (1933)
- [49] Michaelis, S.E.:
Untersuchung zur Schmerzreizantwort von Zähnen.
Inauguraldissertation, 2002
- [50] Mischkowski, R.A., Zöller, J.E.:
Mundschutz zur Vorbeugung von sportbedingten Zahn-, Mund- und
Kieferverletzungen.
Dtsch Zahnärztl Z 55, 151-152
- [51] Morse, D.R.; O'Larnic, J.; Yesilsoy, C.:
Apexification: Review of the literature.
Quintessence-Int. 1990 Jul; 21 (7): 589-98
- [52] Moss, S.J., Maccaro, H.: [32]
Examination, evaluation and behavior management following injury to primary
Incisors.
N Y State Dent J 51, 87 (1985)

- [53] Ne, R.F., Witherspoon, D.E., Gutman, J.L.:
Tooth resorption.
Quintessence Int 30: 9-25 (1995)
- [54] Nentwig, G.-H.:
Die initiale chirurgische Versorgung beim Trauma im dento-alveolären Bereich.
Dtsch Zahnärztl Z 49, 235-238 (1994) 3
- [55] Oikarinen, K.:
Luxierte Zähne.
Zahnmedizinische Dissertation, Universität Hamburg;(1987)
- [56] Onetto, J.E., Flores, M.T., Garbarino, M.L.:
Dental trauma in children and adolescents in Valparaiso, Chile.
Endod Dent Traumatol 10, 223-227 (1994)
- [57] Osuji, O.O.:
Traumatised primary teeth in Nigerian children attending University hospital:
the consequences of delays in seeking treatment.
Int Dent J 46(3), 165-170 (1996)
- [58] Prenosil, A.: Die Bedeutung des Frontzahntraumas im kindlichen und jugendlichen
Gebiß unter besonderer Berücksichtigung des Frontzahnverlustes. Eine Unter-
suchung von 11126 Frankfurter Schulkindern und 113 Schulunfällen mit Verlust
bleibender Frontzähne.
Med Diss, Frankfurt a. M., 1985
- [59] Ravn, J.J.:
Dental injuries in Copenhagen school children, school years 1967-1972.
Community Dent Oral Epidemiol 2, 231 (1974)

- [60] Ravn, J.J.:
Development disturbances in permanent teeth after exarticulation of their primary
Predecessors.
Scand-J-Dent-Res. 1975; 83 : 131-4
- [61] Ravn, J.J.:
Development disturbances in permanent teeth after intrusion of their primary
predecessors.
Scand-J-Dent-Res. 1976; 84:137-41
- [62] Ravn, J.J.:
Follow-up study of permanent incisors with complicated crown fractures after
acute trauma.
Scand J Dent Res 1982; 90: 363-72
- [63] Reichart, P.A.(Hrsg.):
Curriculum zahnärztliche Chirurgie, Band I.
Quintessenz-Verl., Berlin 2002
- [64] Rinderer, L.:
Zahnunfälle im Milch- und Wechselgebiss.
In: Hotz, R.P.(Hrsg.): Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen, Thieme,
Stuttgart, 1981, S.342
- [65] Rock, W.P., Gordon, P.H., Friend, L.A., Grundy, M.C.:
The relationship between trauma and pulp death in incisor teeth.
Br Dent J. 1974 Mar 19; 136 (6): 236-9
- [66] Sae-Lim, V., Wang, C.Y., Choi, G.W., Trope, M.:
The effect of systemic tetracycline on resorption of dried replanted dogs`teeth.
Endod Dent Taumatol 14; 127-132 (1998)

- [67] Sanchez, A.V., Garcia-Godoy, F.:
Traumatic dental injuries in 3- to 13-year-old boys in Monterrey, Mexico.
Endod Dent Traumatol 6, 63 (1990)
- [68] Schatz, J.P., Joho, J.P.:
A retrospective study of dento-alveolar injuries.
Endod Dent Traumatol 10, 11 (1994)
- [69] Schnell, D.:
Retrospektive Studie zu Ursachen und Arten von Zahntraumen bei Verletzungen
im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich im Einzugsgebiet der Nordwestdeutschen
Kieferklinik der Jahre 1996, 1997 und 1998.
Zahnmedizinische Dissertation, Universität Hamburg;(2001)
- [70] Schour, I., Massler, M.:
The development of the human dentition.
J Am Dent Assoc 28: 1153 (1941)
- [71] Schroeder, H.E.:
Entwicklung und Struktur der Zahnhartgewebe.
Orale Strukturbiologie; Thieme, Stuttgart/New York 1976
- [72] Schroeder, H.E.:
Pathobiologie oraler Strukturen- Zähne, Pulpa, Parodont
Hrsg.: Karger, 1983
- [73] Schroeder, H.E.:
Zahnentwicklungsstörungen – Schmelz- und Dentinhypoplasien.
Hrsg.: Pathobiologie oraler Strukturen; Karger, Basel/ München/Paris/London,
1983

- [74] Schulze, C.:
Über Heilungsvorgänge nach intraalveolären Frakturen vitaler Zähne.
Dt. Zahnärztebl. 12: 666-673 (1957)
- [75] Schübel, F.:
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten im Kindesalter.
Tägl Prax 16, 295 (1975)
- [76] Schützmannsky, G.:
Unfallverletzungen an jugendlichen Zähnen.
Deutsche Stomat; 13, 919-927 (1963)
- [77] Schützmannsky, G.:
Statistisches über die Häufigkeit und Schweregrad von Unfalltraumen an der
Corona dentis im Frontzahnbereich des kindlichen und jugendlichen Gebisses.
Zeitschrift für die Gesamte Hygiene und Ihre Grenzgebiete, 16 (1970) 2 , S. 133-5
- [78] Schwenzer, N., Ehrenfeld, M.:
Allgemeine Chirurgie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2000
- [79] Selliseth, N.E.:
The significance of traumatized primary incisors on the development and eruption
of permanent teeth.
Rep Congr Eur Orthod Soc, 443 (1970)
- [80] Stålhane, I.:
Permanent teeth with reduced pulp cavity following accidental injury. A
clinical and radiographic study.
Sven Tandlak Tidskr. 1971 May; 64 (5): 311-6
- [81] Stålhane, I., Hedegård, B.:
Traumatized permanent teeth in children aged 7-15 years.
Sven Tandlak Tidskr. 1975; 68 (5): 157-69

- [82] Stockwell, A.J.:
Incidence of dental trauma in the Western Australian School Dental Service.
Community-Dent-Oral-Epidemiol. 1988 Oct; 16 (5): 294-8
- [83] Straßburg, M., Knolle, G.:
Farbatlas und Lehrbuch der Mundschleimhautrekrankungen.
Quintessenz Verlags-GmbH (1991)
- [84] Tammoscheit, U.G.:
Transposition of human teeth.
ZWR. 1977 Nov 25;86(22):1144-8
- [85] Tarján, J., Balaton, P., Kéri, I.:
Consequence and therapy of primary tooth intrusion.
J Int Assoc Dent Child 19, 25 (1988)
- [86] Von Arx, T.:
Traumatologie im Milchgebiss (I); Klinische und therapeutische Aspekte.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 100, 1195 (1990)
- [87] von Arx, T.:
Traumatologie im Milchgebiss (II); Langzeitergebnisse sowie Auswirkungen auf
das Milchgebiss und die bleibende Dentition.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 101, 57 (1991)
- [88] von Arx, T.:
Development disturbances of permanent teeth following trauma to the primary
dentition.
Aust-Dent-J. 1993 Feb; 38 (1): 1-10
- [89] Weber, T.:
Memorix Zahnmedizin
Georg Thieme Verlag (1999)

- [90] Wetzel, W.E.:
Prae-, peri- und postnatale Schmelzschäden im Milch- und Wechselgebiß.
Kinderarzt 16, 357 (1985)
- [91] Wilson, S., Smith, G.A., Oreisch, J., Casamassimo, P.S.:
Epidemiology of dental trauma treated in an urban paediatric emergency
department.
Pediatr emerg care 13(1), 12-15 (1997)
- [92] Yates, J.A.:
Barrier formation time in non-vital teeth with open apices.
Int-Endod-J. 1988 Sep ; 21 (5): 313-9
- [93] Zachrisson, B.U., Jacobsen, I.:
Long-term prognosis of 66 permanent anterior teeth with root fracture.
Scand J Dent Res. 1975 Nov; 83 (6): 345-54
- [94] Zadik, D., Chosack, A., Eidelman, E.:
The prognosis of traumatized permanent anterior teeth with fracture of the enamel
and dentin.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979 Feb; 47 (2): 173-5
- [95] Zaragoza, A.A., Català, M., Colmena, M.L., Valdemoro, C.:
Dental trauma in Schoolchildren six to twelve years of age.
J Dent Child 65(6), 492 (1986)
- [96] Zerman, N., Cavalleri, G.:
Traumatic injuries to permanent incisors.
Endod Dent Traumatol 9, 61-64 (1993)
- [97] Zilberman, Y., Fuks, A., Ben-Bassat, Y., Brin, I., Lustman, J.:
Effect of trauma to primary incisors in root development of their permanent
successors.
Pediatr Dent 8, 289 (1986)

6 Anhang

FRONTZAHNTRAUMA

NAME _____ ANSCHRIFT _____
 VORNAME _____
 Geburtsdatum _____ Schule _____
 Unfalldatum _____ Begleitperson _____
 Unfalluhrzeit _____ Krankenkasse: _____
 Unfallort _____
 Unfallursache _____
 (Angaben des Patienten) _____

Aufnahmedatum _____
 Uhrzeit _____



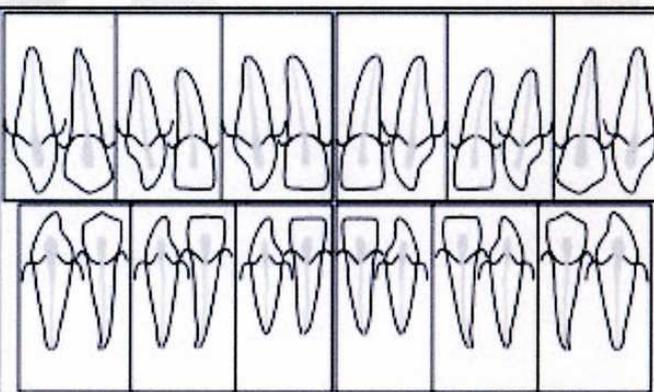
Durch den Unfall geschädigte Zähne:

| Fraktur | Zähne: | Pulpa | Zähne: | Lockerung | Zähne: |
|----------------|--------|-----------------|--------|-------------|--------|
| Schmelzsprung | _____ | geschlossen | _____ | I. Grades | _____ |
| Schmelzfraktur | _____ | schimmert durch | _____ | II. Grades | _____ |
| Dentinfraktur | _____ | eröffnet | _____ | III. Grades | _____ |

Zähne:

Intrusion _____
 Extrusion _____
 Subluxation _____
 Vollst. Luxation _____
 Replantierbar _____
 klopfempfindlich _____
 Dauerschmerz _____
 Rö.-befund _____
 EZA _____
 OPG _____
 Gelenk: _____

Schleimhaut: _____
 Knochen: _____
 Lippen: _____



Sensibilitätsprobe
+ oder -

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |

| | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|--|--|
| Zustand vor dem Unfall: | 8 7 6 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 6 7 8 | Welche weiteren unfallunabhängige Schäden sind feststellbar? | |
| (Kürzel: c,z,k,f,b,e) | 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 | | |

Soforttherapie: _____
 (Notfalltherapie) _____

Weitere Therapie: _____
 nicht erforderlich
 z.Z. nicht absehbar
 erst später möglich

Evtl. Zeitpunkt: _____

Mögl. Spätfolgen: Zahnverlust andere Maßnahmen:
 proth. Versorgung

Bericht am _____ an _____ Unfallversicherungsverband

Tetanus-Immunprophylaxe

Der Erreger der Tetanusinfektion ist das obligat anaerobe, grampositive, sporenbildende Stäbchenbakterium *Clostridium tetani*. Ausgangspunkt des Infektionsweges sind die im Erdboden ubiquitär vorkommenden Sporen des Erregers, die bei einer Verletzung zusammen mit Verunreinigungen unter die Haut gelangen können. Liegen an der Eintrittsstelle anaerobe Bedingungen vor, findet ein Übergang in die vegetative Bakterienform statt, wobei die Exotoxine Tetanolysin und Tetanospasmin gebildet werden. Während das hochpotente Tetanospasmin tonische Krämpfe auslöst, hat das Tetanolysin eine hämolytische und möglicherweise auch kardiotoxische Wirkung. Nach einer Inkubationszeit von drei Tagen bis drei Wochen treten zunächst grippeähnliche Symptome wie Kopfschmerz, Schwindel und Muskelschmerzen und später die typischen Symptome in Form von tonischen Krämpfen auf. Vor allem durch respiratorische Insuffizienz und kardiovaskuläre Komplikationen liegt die Letalität trotz der modernen Intensivtherapie bei 10 bis 20 %. Im Verletzungsfall wird bei nicht oder nicht ausreichend Geimpften eine Tetanus-Immunprophylaxe empfohlen. Nachfolgend ist die Impfempfehlung zur Tetanus-Immunprophylaxe aus dem *Epidemiologischen Bulletin* des *Robert Koch Institutes* vom 23.07.2004 aufgeführt. Da eine Übertragung von Mensch zu Mensch bisher nur bei Organtransplantationen aufgetreten ist, sind keine besonderen Maßnahmen für Patienten und Kontaktpersonen zu treffen.

Ist eine Tetanus-Immunprophylaxe notwendig, so ist diese unverzüglich durchzuführen. Bei fehlender Grundimmunisierung sind später zusätzlich noch die folgenden Impfungen den Empfehlungen der *Ständigen Impfkommission des Robert Koch Institutes* entsprechend nachzuholen.

Tetanus-Immunprophylaxe im Verletzungsfall

| Vorgeschichte der Tetanusimmunisierung (Anzahl der Impfungen) | Saubere, geringfügige Wunden | | Alle anderen Wunden ¹ | |
|---|------------------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|
| | <u>Td</u> ² | TIG ³ | <u>Td</u> ² | TIG ³ |
| Unbekannt | Ja | Nein | Ja | Ja |
| 0 bis 1 | Ja | Nein | Ja | Ja |
| 2 | Ja | Nein | Ja | Nein ⁴ |
| 3 oder mehr | Nein ⁵ | Nein | Nein ⁶ | Nein |

- 1 Tiefe und/oder verschmutzte (mit Staub, Erde, Speichel, Stuhl kontaminierte) Wunden, Verletzungen mit Gewebszertümmerung und reduzierter Sauerstoffversorgung oder Eindringen von Fremdkörpern (z.B. Quetsch-, Riss-, Biss-, Stich-, Schusswunden)
 - Schwere Verbrennungen und Erfrierungen
 - Gewebsnekrosen
 - Septische Aborte
- 2 Kinder unter 6 Jahren T, ältere Personen Td (d.h. Tetanus-Diphtherie-Impfstoff mit verringertem Diphtherietoxoid-Gehalt)
- 3 TIG = Tetanus-Immunglobulin, im Allgemeinen werden 250 IE verabreicht, die Dosis kann auf 500 IE erhöht werden; TIG wird simultan mit Td/T Impfstoff angewendet.
- 4 Ja, wenn die Verletzung länger als 24 Stunden zurückliegt.
- 5 Ja (1 Dosis), wenn seit der letzten Impfung mehr als 10 Jahre vergangen sind.
- 6 Ja (1 Dosis), wenn seit der letzten Impfung mehr als 5 Jahre vergangen sind.

7 Lebenslauf

Name: Hartmut Peter Schulz

Geburtsdatum: 24.10.1978

Geburtsort: Castrop-Rauxel

Eltern: Dr. Dietmar Schulz
Barbara Schulz-Schoedon

Geschwister: Thomas Schulz

Werdegang:

| | |
|----------------------|--|
| 1985-1989 | Grundschule Grüner Weg, Castrop-Rauxel |
| 1989-1998 | Adalbert-Stifter-Gymnasium, Castrop-Rauxel |
| 1998 | Abitur |
| 1998-1999 | Grundwehrdienst, Tätigkeit als Sanitäter |
| 1999 | einmonatiges Pflegepraktikum auf einer internistischen Station des St. Rochus Hospitals , Castrop-Rauxel |
| ab WS 1999/2000 | Studium der Medizin und Zahnmedizin an der Semmelweisuniversität für medizinische Wissenschaften, Budapest |
| ab WS 2000/2001 | Studium der Zahnmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster |
| ab WS 2001/2002 | Studium der Zahnheilkunde an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf |
| 2002 | Physikum, Gesamtnote sehr gut |
| 2004 | Staatsexamen, Gesamtnote gut; Approbation |
| Dez. 2004 | Ausbildungsassistent bei Dr. D. Schulz, Castrop-Rauxel |
| Jan. 2005- Dez. 2005 | Weiterbildungsassistent für Oralchirurgie bei Dres. Svoboda, Monheim |
| Seit Feb. 2006 | Ausbildungsassistent bei Dr. K.-P. Giedinghagen, Mettmann |

8 Abstract

Traumatisch bedingte dentogene Verletzungen der ersten und zweiten Dentition (Düsseldorfer Studie)

Einleitung:

Verletzungen des Kiefer-Gesichtsbereiches nach traumatischer Interaktion und deren Therapie gehören zum Alltag in der zahnärztlichen Praxis. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, welche dentogenen Verletzungsformen am häufigsten während der ersten und zweiten Dentition auftreten, in welchem Alter die Patienten besonders gefährdet sind, ein Frontzahntrauma zu erleiden und in welchem Verhältnis weibliche und männliche Patienten betroffen sind. Ein weiteres Ziel der Studie war es zu untersuchen, welche Folgeschäden nach einem Zeitraum von zwölf Monaten an Zähnen der zweiten Dentition bezogen auf die jeweilige Verletzungsform auftreten.

Material & Methode:

In der vorliegenden epidemiologischen Untersuchung, welche den Zeitraum zwischen Januar 2002 und Dezember 2003 erfasste, wurden in dem retrospektiven ersten Teil unserer Studie Häufigkeit und Unfallart aller registrierten Patienten mit Traumata im Bereich der Mundhöhle erfasst, welche zur Sprechstundenzeit oder im Notdienst der zahnärztlichen Ambulanz der Westdeutschen Kieferklinik vorstellig wurden. Nach einer Zeitspanne von zwölf Monaten erfolgte die Wiedervorstellung der Patienten zur Nachuntersuchung bezüglich möglicher Folgeschäden. Für die Befunderhebung standen Krankenunterlagen, Röntgenaufnahmen und in einigen Fällen auch klinische Fotodokumentationen zur Verfügung (Teil II).

Ergebnisse:

Teil I: In dem angegebenen Zeitraum wurden 219 Patienten mit traumatischen Verletzungen im Bereich der Mundhöhle ermittelt. Dabei handelte es sich in 83 Fällen (38%) um Verletzungen an Milchzähnen und in 121 Fällen (55%) um Traumata an bleibenden Zähnen. In sechs weiteren Fällen kam es zu einer gleichzeitigen Schädigung von Milchzähnen und bereits durchgebrochenen bleibenden Zähnen (3%). Ausschließliche Weichteilverletzungen wurden bei neun Patienten festgestellt (4%).

Die Auswertung der einzelnen Verletzungstypen ergab, dass Subluxationen sowohl im Milchgebiss als auch im bleibenden Gebiss am häufigsten auftraten [MG: 49 (26,9%), BG: 99 (31,3 %)]. Die zweithäufigste Verletzungsform im Milchgebiss war mit 40 Fällen (21,9%) die laterale Luxation, gefolgt von den Intrusionsverletzungen (12,6%). In der bleibenden Dentition ergab sich eine andere Verteilung. Hier wurde die Schmelz-Dentin-Fraktur mit 75 Verletzungsfällen (23,7%) am zweithäufigsten und die komplizierte Schmelz-Dentin-Fraktur am dritthäufigsten (7,9%) diagnostiziert.

Schlüsselt man das Patientenkollektiv nach Geschlecht und Alter auf, so wurde ersichtlich, dass männliche Patienten besonders zwischen dem ersten und fünften und später zwischen dem siebten bis zwölften Lebensjahr einem erhöhten Risiko eines Frontzahntraumas unterliegen. Bei weiblichen Patienten häuften sich Frontzahnverletzungen zwischen dem ersten bis vierten und dann zwischen dem sechsten bis zum zehnten Lebensjahr. Bei Betrachtung des Geschlechterverhältnisses zeigte sich, dass 58,4% der Betroffenen männlichen Geschlechts waren (126 Patienten) und der Anteil der weiblichen Patienten mit 93 Fällen bei 41,6% lag.

Teil II: Im zweiten Studienabschnitt konnte anhand der bei den Nachkontrollen erfassten Parameter eine große Bandbreite an Folgeschäden aufgezeigt werden. Bei der Kontrolle der Patienten, welche vormals Verletzungen des Zahnhalteapparates aufwiesen, waren 31% der Zähne von nachfolgenden Schäden betroffen. Hervorzuheben sind Subluxationsverletzungen mit einer großen Bandbreite an Folgeschäden sowie Sensibilitätsverluste nach Kontusionen. Bei den Nachuntersuchungen an Zähnen mit Zahnhartsubstanzverletzungen wiesen 41% der Zähne Folgeschäden auf. Dabei zeigten besonders die komplizierten Schmelz-Dentinfrakturen eine schlechte Prognose. Aber auch nach Schmelzsprüngen und Schmelzfrakturen waren Sensibilitätsverluste festzustellen.

Zusammenfassung:

Anhand der Ergebnisse lässt sich folgern, dass zum Verletzungszeitpunkt keine definitive Aussage bezüglich der Prognose des betroffenen Zahnes möglich ist. Grundsätzlich sollte die Aufklärung der Patienten bzw. der Eltern der betroffenen Kinder bezüglich möglicher Folgeschäden (Pulpitis, akute Exacerbation einer caP, Fistelung, Zahnverfärbung, Zahnverlust) erfolgen, wobei insbesondere auf die Schädigung der Keime der zweiten Dentition nach komplizierten Milchzahnverletzungen hingewiesen werden sollte.