

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für
Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der
Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg
(Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. J. Schubert)



Untersuchungen zur Schienungstherapie dentoalveolärer Verletzungen

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

Vorgelegt
der medizinischen Fakultät
der Martin- Luther- Universität Halle/ Wittenberg

von: Christine Berthold

Geboren am: 26. 02. 1973

in: Halle/Saale

Betreuer: Prof. Dr. H. D. Schneider

Gutachter:

1. Prof. Dr. H. D. Schneider
2. Prof. Dr. H. G. Schaller
3. Prof. Dr. Dr. L. Figgenger

Verteidigungstermin: 04. 04. 2002

urn:nbn:de:gbv:3-000003344

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000003344>]

Ziel dieser Arbeit war es anhand einer retrospektiven Auswertung der traumatologischen Patientenklientel unserer Klinik die Bedeutung dentoalveolärer Verletzungen sowie deren Versorgung darzustellen. Weiterhin sollte das vorhandene Schienungskonzept evaluiert und basierend auf den aktuellen Erkenntnissen der Literatur überarbeitet werden.

Im Zeitraum von 1995-1999 wurden durchschnittlich 239 Patienten im Jahr mit traumatisch bedingten Schäden der Zähne und zahnumgebenden Gewebe behandelt. Insgesamt 2232 Verletzungen bedurften einer Schienungstherapie, wobei rigide Schienungsverfahren dominierten.

Den Erkenntnissen der aktuellen Literatur folgend, welche den indikationsbezogenen Einsatz flexibler und rigider Schienen belegen, wurden zwei Schienen nach dem Prinzip der Draht-Komposit-Schienung entwickelt. Die Rigiditätseigenschaften wurden in vitro am Schafsunterkiefer untersucht, wobei eine Schiene als rigide und die andere als flexibel eingestuft wurde.

Im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie wurden diese beiden Draht-Komposit-Schienen indikationsbezogen für die Behandlung dentoalveolärer Verletzungen eingesetzt. Der Ausgangsbefund sowie das Therapieergebnis wurden durch einen Verletzungs- sowie Heilungsindex, welche auf der Beurteilung der Gewebe Zahnhartsubstanz, Endodont, Parodont, Alveolarknochen und Gingiva basieren, einheitlich bewertet. Der kombinierte Einsatz dieser Indices ermöglichte eine Einschätzung der Prognose sowie der Therapieergebnisse. Heilungsergebnisse, Tragekomfort und leichte Anwendbarkeit empfehlen die vorgestellten Schienungsvarianten sowohl für die studentische Ausbildung, als auch für die zahnärztliche Praxis.

Da die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen auf Grund geringer Patientenzahlen vorerst nur Tendenzen wiedergeben können, sollten weitere breit angelegte prospektive Studien folgen. Dabei kann die einheitliche Bewertung dentoalveolärer Verletzungen durch einen Ausgangs- und Heilungsindex als Mittel zur Evaluierung unterschiedlicher Therapiekonzepte und Schienungsvarianten dienen.

Berthold, Christine: Untersuchungen zur Schienungstherapie dentoalveolärer Verletzungen. Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2002

Inhalt

1.	Einleitung und Vorbetrachtungen	1
2.	Zielstellung	16
3.	Material und Methode	17
3.1	Retrospektive Auswertung der traumatologischen Patientenkollektive im Zeitraum von 1995 bis 1999	17
3.2	In vitro Untersuchung zweier neuer Schienen nach dem Prinzip der Draht-Komposit-Schienung	18
3.3	Prospektive in vivo Untersuchung der neuen Draht-Komposit-Schienen bei Patienten mit dentoalveolären Verletzungen	21
3.4	Untersuchungen zur Integration der neuen Draht-Komposit-Schienen sowie der freihändigen Drahtbogenschienen in die studentische Ausbildung	25
4.	Ergebnisse	28
4.1	Traumatologische Patienten der Jahre 1995 bis 1999	28
4.2	In vitro Untersuchung zur Rigidität der neuen Schienen	33
4.3	Klinische Anwendung der flexiblen und rigiden Draht-Komposit-Schienen bei dentoalveolären Verletzungen	36
4.4	Qualitative und quantitative Bewertung der Schienungskonzepte in der studentischen Ausbildung	47
5.	Diskussion	51
5.1	Retrospektive Auswertung der traumatologischen Patientenkollektive im Zeitraum von 1995 bis 1999	51
5.2	In vitro Untersuchung der neuen Schienen	56
5.3	Prospektive in vivo Untersuchung der neuen Draht-Komposit-Schienen bei Patienten mit dentoalveolären Verletzungen	59
5.4	Untersuchungen zur Integration der unterschiedlichen Schienungskonzepte in die studentische Ausbildung	65
6.	Schlussfolgerungen	66
7.	Zusammenfassung	67
8.	Literatur	69
9.	Thesen	79

Abkürzungsverzeichnis

Afsfr.	Alveolarfortsatzfraktur	SPSS	„Statistical Package for the Social Sciences“
Aufl.	Auflage		
ca.	circa	Th.	Therapie
cp	Caries-profunda-Therapie	UK	Unterkiefer
D	Deutschland	USA	United States of America
D-K-S	Draht-Komposit-Schiene	v.Chr.	vor Christus
D-S	Draht-Schiene	Verl.	Verletzung
Ellis	Ellis-Fraktur	VitE	Vitalexstirpation
et al.	et alii	WS	Wintersemester
ev.	eventuell	ZMK	Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
F	Füllung		
Fa.	Firma		
ggf.	gegebenenfalls		
IAF	intraalveoläre Fraktur		
Jh.	Jahrhundert		
Konk.	Konkussion		
li.	links		
Lux	Luxation		
MLU	Martin-Luther-Universität		
max.	Maximum		
min.	Minimum		
n	Anzahl		
NZ	Nachbarzahn		
OK	Oberkiefer		
p	direkte Überkappung		
pV	provisorischer Verschluss		
PC	Personal-Computer		
PW	Periotest [®] -Wert		
re.	rechts		
S.	Seite		
sonst.	sonstiges		

1. Einleitung und Vorbetrachtungen

Unfallbedingte Verletzungen des orofazialen Systems sind vor allem bei Kindern und Jugendlichen ein häufiges Ereignis (OBIJOU 1994). Allerdings kann in den letzten Jahren ein Ansteigen der Verletzungen im Erwachsenenalter, bedingt durch ein verändertes Freizeitverhalten, registriert werden (BARRETT und KENNY 1997 a). Dabei werden neben isolierten Verletzungen der Zahnhartsubstanz und des Zahnhalteapparates auch Kombinationsverletzungen mit Beteiligung der Knochen- und Weichteilstrukturen des Kopfes beobachtet.

Verschiedene epidemiologische Studien zeigen eine Prävalenz der Verletzung bleibender Zähne bei Kindern zwischen 20-35% (PETTI und TARSITANI 1996; BORSSSEN und HOLM 1997, Al- MAJED et al. 2001).

Aktuelle Erkenntnisse zur Prävalenz im Erwachsenenalter gibt es hingegen kaum. Eine Studie des „National Institute of Dental Research“ (NIDR) aus den USA untersuchte retrospektiv 7500 Personen im Alter vom sechs bis 50 Jahren mittels Anamnese und klinischer Untersuchung auf Unfallfolgen der bleibenden Schneidezähne (KASTE et al. 1996), wobei eine Prävalenz von 28% in der Gruppe der 21-50jährigen festgestellt wurde.

Traumata, die sich auf die Zähne und zahnumgebenden Gewebe beschränken, werden als dentoalveoläre Verletzungen bezeichnet. Neben traumatischen Schädigungen der Zahnhartsubstanz, den Kronen- oder Wurzelfrakturen, haben vor allem die Luxationsverletzungen des Zahnhalteapparates und deren Folgen eine große Bedeutung. Häufig kommt es dabei neben der obligaten Traumatisierung parodontaler Strukturen zusätzlich zur Schädigung des Endodonts sowie der zahnumgebenden gingivalen und knöchernen Gewebe.

Ein frühzeitiger Behandlungsbeginn nach eingetretenem Zahntrauma, die korrekte Diagnose sowie eine adäquate und minimalinvasive Erstversorgung (DEWHURST et al. 1998, EBELESEDER und GLOCKNER 1998), sind für eine verbesserte Prognose der verletzten Strukturen ebenso von Bedeutung wie bedarfsgerecht geplante langfristige Verlaufskontrollen (VON ARX 1999; EBELESEDER und GLOCKNER 1999), da irreversible pathologische Veränderungen nach Zahntraumata das Kau-system nachhaltig in bezug auf Ästhetik, Funktion und Phonetik beeinflussen können. Einen wesentlichen Teil der Therapie von Verletzungen des Zahnhalteapparates stellt die Immobilisation durch unterschiedliche Schienungsmaßnahmen dar.

Diese Schienungen dienen folgenden Zielen:

1. Fixation der Zähne in anatomischer Position
2. Gewährleistung der Heilungsvorgänge
3. Infektionsprophylaxe
4. Wiederaufnahme von intraoraler Hygiene und oraler Ernährung
5. gegebenenfalls Immobilisation von Alveolarfortsatzfragmenten.

Dabei gelten in Anlehnung an ANDREASEN (1981) und OIKARINEN (1990) sowie EBELESEDER und GLOCKNER (1998) eine Reihe von Anforderungen an die Schienungsmittel:

- Einfache Herstellung und Applikation
- Schonung von Gingiva und Parodont
- Nichtbeeinflussung der Okklusion
- Mundhygienefreundlichkeit und Tragekomfort
- Ermöglichung endodontischer Maßnahmen
- Indikationsbezogene adäquate Fixation im Immobilisationszeitraum
- Mobilität in gewissen Grenzen

Die Starrheit der Schienen, welche von sehr hoch (rigide Schiene) bis niedrig (flexible Schiene) rangieren kann, ist in Abhängigkeit von der Diagnose nach der genauen Indikation zu wählen (OIKARINEN 1990).

Einen beispielhaften Überblick über die Entwicklung dentaler Schienungen vermittelt Tabelle 1.

Gegenwärtig genutzte Schienungssysteme sind zum Beispiel Miniplastschienen, deren Herstellung seit der Einführung des Vacuum-Tiefzieh-Verfahrens aus 0,5 mm dünnen Kunststoffbasisplatten möglich wurde (DRUM 1966). Die Herstellung erfolgt indirekt im zahntechnischen Labor, was eine Abformung des bereits traumatisierten Bereiches erfordert. Als nachteilig erweist sich ebenso wie bei der Palavitschiene nach PFEIFER (1959) eine durch die Schiene verursachte Okklusionsstörung, die mangelhafte Hygienefähigkeit sowie der schwierige endodontische Zugang. Positiv ist jedoch die Möglichkeit der Anwendung bei Retentionsproblemen im Milch- und Wechselgebiss zu sehen.

Die Drahtbogenschienen stellen eine Schienungsvariante dar, welche hauptsächlich für die Behandlung von Kiefer- und Alveolarfortsatzfrakturen, aber auch zur Versorgung von Zahntraumata genutzt wird (SAUER 1889, SCHUCHARDT 1956, OIKARINEN

1987 a, LAGVANKAR 1990). Das Prinzip basiert auf der Befestigung eines freihändig gebogenen, im Labor gefertigten oder konfektionierten, dem Zahnbogen anliegenden halbrunden Schienungsdrahtes, welcher mittels weicher Drahtligaturen an den verletzten und unverletzten Zähnen befestigt und unter Umständen mit Kunststoff verkleidet oder verstärkt wird. Vorteil dieser Methode ist die direkte und kostengünstige Herstellung am Patienten sowie ein relativ guter Zugang für anstehende endodontische Interventionen. Als Nachteil ist die anspruchsvolle Applikation, die verminderte Hygienefähigkeit sowie eine mögliche Irritation der Gingiva durch die Ligaturen zu sehen. Das „Andrillen“ der Ligaturen bewirkt zwar einen guten Repositionseffekt, kann aber eine zusätzliche Quetschung des Parodonts hervorrufen. Die hohe Rigidität dieser Schienen, welche für die Kieferbruchbehandlung Bedingung ist, kann nach aktuellem Erkenntnisstand (ANDERSSON et al. 1985, OIKARINEN 1990, FILIPPI 2000) in der zahntraumatologischen Versorgung Komplikationen hervorrufen, da die heute geforderte funktionelle Belastung der verletzten Zähne nicht möglich ist.

Mit der Einführung festsitzender kieferorthopädischer Apparaturen wurden Bracketschienen auch für die Behandlung von dentoalveolären Verletzungen genutzt (HOVLAND und GUTMAN 1976, ANDREASEN 1981, KIRSCHNER 1996). Die Fixierung der Drähte erfolgt meist über Knopf- oder Edgewisebrackets, die mittels Säure-Ätz-Technik und Kunststoff am Zahn befestigt werden. In Abhängigkeit vom verwandten Draht können die Schienen flexibel oder rigide gestaltet werden. Die relativ gute Hygienefähigkeit sowie fehlende Irritation der Gingiva bieten günstige Voraussetzungen für die Heilung. Endodontische Interventionen sind ohne Probleme möglich. Nachteil dieser Schienungsart ist die relativ anspruchsvolle Applikation sowie die Verwendung kostenintensiver, für den Allgemeinzahnarzt unüblicher Materialien.

Verblockungen von verletzten und unverletzten Zähnen unter Nutzung der Säure-Ätz-Technik (BUONOCORE 1955) in Verbindung mit Kunststoffen wurden beispielsweise von NEAVERTH und GOERIG (1980), OIKARINEN (1992) oder ANDREASEN (1993) vorgeschlagen. Als Material kommen konventionelle chemisch härtende Kunststoffe, lichthärtende Füllungskomposite oder Kunststoffe zu Herstellung provisorischer Kronen und Brücken (OIKARINEN 1990, VON ARX et al. 2001 b) zum Einsatz, wobei die Wahl des Materials die Rigidität der Schiene bestimmt. Vorteil dieser Methode ist die kostengünstige und direkte Applikation am Patienten, der günstige Zugang für notwendige endodontische Maßnahmen, eine relativ gute Hygienefähigkeit sowie die fehlende Irritation der Gingiva. Als nachteilig erweist sich

die ausgeprägte Bruchgefahr der Verblockungen und die Schwierigkeit der vollständigen Entfernung des Kunststoffes aus den Interdentalräumen am Ende der Schienungsperiode (VAN WAES et al. 1987).

Um Schienungsbrüchen vorzubeugen und eine Verblockung der Interdentalräume zu vermeiden, wurden verschiedene Verstärkungsmaterialien, wie Glasfasermatten, Zahnseide oder Angelschnur (FISCHER et al. 1977, ANDREASEN 1993, BAKLAND et al. 1994) unter Verwendung der Säure-Ätz-Technik mittels Kunststoffen als Schienungsbehelfe an den Labialflächen der Zähne befestigt. Auf dem gleichen Prinzip basierend können auch Titanringklebeschienen (KÜBLER et al. 1995, VON ARX et al. 2001 a) oder verschiedenste Drähte (OIKARINEN et al. 1992, EBELESEDER et al. 1995, FILIPPI 2000) zur Verstärkung genutzt werden. Die Applikation dieser Schienungsbehelfe erfolgt kostengünstig direkt am Patienten mit üblichen zahnärztlichen Materialien. Vorteil dieser Variante ist die fehlende zusätzliche Traumatisierung der Gingiva, der problemlose Zugang für endodontische Maßnahmen, die gute Hygienefähigkeit sowie der hohe Tragekomfort für den Patienten. Die Rigidität der Schiene kann durch die Wahl des Verstärkungsmaterials und die Ausdehnung der Kompositklebepunkte problemlos gesteuert werden. Als Nachteil dieser Methode wird auch hier die aufwendige Entfernung des Komposits ohne zusätzliche Schädigung der Zahnoberfläche angegeben.

Tabelle 1 Übersicht über die Entwicklung der Schienungsbehelfe

Schientyp	Beschreibung	Bemerkungen	Wertung	Literatur
<p>Golddrahtligaturen (Ägypter 2500 v. Chr.; Phönizier 6.-4. Jh. v. Chr.)</p> <p>Silber-, Gold- und Seidenligaturen, Flachsfäden und Rosshaar (Römer)</p> <p>Fortlaufender Ligaturenverband</p>	<p>Umschlingung von traumatisierten oder parodontal geschädigten Zähnen mit fortlaufenden Achterligaturen aus Golddraht</p> <p>Nutzung von Silber- und Golddraht, Seidenligaturen sowie Rosshaar</p> <p>Nutzung von dünnen weichen Drähten in Form von fortlaufenden Achterligaturen oder Schlaufen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Lagestabilität - Flexibel - Direkt und einfach herzustellen - Hygienefähigkeit schlecht - Kostengünstig - Traumatisierung der Gingiva 	<ul style="list-style-type: none"> - + + - + - 	<p>RING (1997) LÄSSIG und MÜLLER (1999)</p> <p>SCHEGG (1977) OIKARINEN (1990)</p> <p>OBWEGESER (1952) HARE (1958) NEAVERTH und GOERIG (1980) HOFFMANN- AXTHELM (1985)</p>
<p>Goldbandschienen (Etrusker 600 v. Chr.)</p>	<p>Aneinanderreihung von Goldstreifenringen von etwa 5 mm Breite und 1 mm Stärke zur Befestigung von traumatisierten oder parodontal geschädigten Zähnen sowie von festsitzendem Zahnersatz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatisierung der Gingiva - Relative Rigidität - Schlechte Hygienefähigkeit - Schwierige Herstellung 	<ul style="list-style-type: none"> - - - - 	<p>HOFFMANN-AXTHELM (1985) LÄSSIG und MÜLLER (1999)</p>
<p>Inlay-, Kronen-, Teilkronen- oder Pinlayschienen</p>	<p>Zahntechnische Herstellung von entsprechenden Gussobjekten für die einzelnen Zähne, die als Schiene zusammengelötet werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung nur mittels Zahntechnik möglich - Hohe Kosten - Anspruchsvolle Präparation - Rigide Schienung - Traumatisierung der Zähne 	<ul style="list-style-type: none"> - - - - - 	<p>MILLER (1948) ZURTH und KLEBER (1988)</p>

Transdentale Fixation	Insertion eines Stiftes durch den Pulpakanal über den Apex hinaus bis tief in den Alveolarknochen, oft zur Stabilisierung von Frakturen im mittleren Wurzeldrittel genutzt	<ul style="list-style-type: none"> - Interne Stabilisierung von Wurzelfrakturen - Pulpatoter Zahn oder Endodontie ist Voraussetzung - Gute Hygienefähigkeit - Stiftmaterial teilweise nicht biokompatibel - Hohe Anforderungen an den Behandler - Geringe Indikationsbreite als zahotraumatologische Schiene - Materieller Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> + +/- + - - - - 	<p>DIETZ (1974) WIRZ (1974)</p> <p>LUHR (1972) GALITZIEN (1978)</p>
Endodontale Kompressionsschrauben	Ähnlich wie Stifte zur transdentale Fixation, jedoch mit Gewinde im apikalen Bereich, wodurch das koronale Fragment gegen das apikale gepresst wird			
Palavitschiene nach Pfeifer	Direkte Anfertigung durch Auftragen von chemisch härtendem Kunststoff auf den Zahnbogen und Modellation	<ul style="list-style-type: none"> - Einfache direkte Herstellung - Häufig sehr voluminös - Endodontie nicht möglich - Schlechte Hygienefähigkeit - Kostengünstig - Störung der Okklusion - Rigide 	<ul style="list-style-type: none"> + - - - + - - 	PFEIFER (1959)
Miniplastschiene nach Drum	Zahntechnische Herstellung einer Miniplastschiene mittels Vacuum-Tiefziehverfahren auf einem individuellen Arbeitsmodell mit einer Schichtstärke von 0,5 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Abformung nötig - Indirekte Herstellung - Endodontie nicht möglich - Mäßige Hygienefähigkeit - Störung der Okklusion - Geeignet für Milchgebiss - Relativ rigide - Ästhetisch relativ unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> - - - - - (+) (-) + 	DRUM (1966)

Drahtbogen- Schienen	Befestigung eines freihändig gebogenen oder in Labor gefertigten Drahtbogens verschiedener Dimension meist mittels Drahtligaturen, teilweise mit chemisch härtenden Kunststoffen verkleidet	<ul style="list-style-type: none"> - Mögliche Irritation der Gingiva - Mundhygiene anspruchsvoll - Endodontie meist möglich - Rigide - Direkt herstellbar, anspruchsvoll - Ästhetisch auffällig - Einfache Korrektur bei Repositionsfehlern möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - - + - (+) - + 	<p>SAUER (1889) REICHENBACH (1943) SCHUCHARDT (1956) OIKARINEN und, GUNDLACH (1987) OIKARINEN (1987 a) LAGVANKAR (1990)</p>
Bracketschienen	Befestigung von Drahtbögen oder Schienungsdrähten durch Edgewise- oder Knopfbrackets aus der Kieferorthopädie, welche mittels Säure-Ätz-Technik und Kunststoff an den Zähnen befestigt werden	<ul style="list-style-type: none"> - Relativ gute Hygienefähigkeit - Keine Irritation der Gingiva - Endodontie möglich - In Abhängigkeit vom Schienungsdraht flexibel - Direkt herstellbar - Relativ kostenintensiv - Anspruchsvoll für Behandler - Kein gängiges Material für Allgemeinzahnarzt - Ästhetisch mäßig störend 	<ul style="list-style-type: none"> + + + + + - - - - 	<p>HOVLAND und GUTMAN (1976) ANDREASEN (1981) SAGNE et al. (1986) HOTZ (1990) KIRSCHNER (1996)</p>
Komposit in Verbindung mit der Säure-Ätz-Technik	Nutzung von chemisch oder lichthärtenden Kompositmaterialien, als Schienungsmaterial, Vorbereitung der Zahnoberfläche mittels Säure-Ätz-Technik zur Verbesserung der Haftung am Zahn, Verwendung finden Kunststoffe aus der Füllungstherapie und provisorische Kronen- und Brückenmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> - Verblockung der Interdentalräume - Je nach Material flexibel/ rigide - Endodontie meist möglich - Teilweise geringe Stabilität (Bruchgefahr) - Direkt herstellbar - Kostengünstig - Keine Traumatisierung der Gingiva - Relativ gut hygienefähig - Relativ schwierig zu entfernen - Korrektur schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> - +/- + - + + + + - - 	<p>BUONOCORE (1955) RICHTER und RÖTHLER (1975) NEAVERTH und GOERIG (1980) OIKARINEN (1988) HOFFMANN- AXTHELM (1991) OIKARINEN et al. (1992) ANDREASEN (1993) ANDREASEN und ANDREASEN (1994)</p>

Komposit in Verbindung mit Verstärkungsmaterialien und Säure-Ätz-Technik	Gleiches Vorgehen wie unter Komposit, jedoch zusätzliche Nutzung von Verstärkungsmaterialien, um die Bruchgefahr zu minimieren z.B. Nylonnetze, Kevlar-Fäden, Zahnseide, Angelschnur, Polyesterfäden, Glasfaserfäden	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibel - Endodontie möglich - Gute Belastungsstabilität - Direkte Applikation - Kostengünstig - Keine Gingivatraumatisierung - Relativ hygienefähig - Relativ schwierig zu entfernen - Nur bedingt in rigide Schiene unwandelbar 	<ul style="list-style-type: none"> + + + + + + + + - 	<p>FISCHER et al. (1977) ANDERSSON et al. (1983) BORER (1991) OIKARINEN et al. (1992) ANDREASEN (1993) KAUFMANN (1994) BAKLAND et al. (1994)</p>
Ringklebeschienen in Verbindung mit Säure-Ätz-Technik und Komposit	Anatomisch den Zahnabständen in Ober- und Unterkiefer anpassbare Ringklebeschleife aus Silicidraht oder Titan, welche mittels Säure-Ätz-Technik und Komposit an den Zähnen befestigt wird	<ul style="list-style-type: none"> - Relativ rigide - Direkte und relativ einfache Applikation - Hoher Materialaufwand - Kostenintensiv - Gute Hygienefähigkeit - Keine Gingivatraumatisierung - Endodontie möglich - Relativ aufwendig zu entfernen 	<ul style="list-style-type: none"> - + - - + + + - 	<p>KÜBLER et al. (1995) VON ARX et al. (2001a)</p>
Komposit in Verbindung mit der Säure-Ätz-Technik und Drahtverstärkungen	Gleiches Vorgehen wie unter Komposit, jedoch zusätzliche Nutzung von verschiedenen Drähten, um die Bruchgefahr zu minimieren sowie die Schienungen den Gegebenheiten optimal anzupassen	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte, einfache Applikation - Gängige Materialien - Kostengünstig - Endodontie möglich - Keine Gingivatraumatisierung - Gute Hygienefähigkeit - Nach Wunsch flexibel/ rigide - Relativ aufwendig zu entfernen - Relativ ästhetisch - Guter Tragekomfort 	<ul style="list-style-type: none"> + + + + + + + - + + 	<p>FISCHER et al. (1977) KRENKEL et al. (1979) NEAVERTH und GOERIG (1980) O`RIORDAN et al. (1982) OIKARINEN (1987 a) VAN WAES et al. (1987) OIKARINEN et al. (1992) EBELESEDER et al. (1993) EBELESEDER et al. (1995) FILIPPI (2000)</p>

Rigidität von Schienen

Zahntraumaschienen wurden in der Vergangenheit meist basierend auf den Prinzipien der Kieferbruchschienung, für welche eine starre Fixation und Immobilisation zu fordern ist, entwickelt. Im Allgemeinen ist man sich jedoch heute einig, dass die Prinzipien der Kieferbruch- und Zahntraumabehandlung differieren. Die temporär rigide Fixation zwischen den Frakturfragmenten, die bekanntermaßen Voraussetzung für eine primäre Knochenheilung ist (SPIESSL 1972), kann im Falle von dentoalveolären Verletzungen schwerwiegende Komplikationen nach sich ziehen (ANDREASEN 1975 a, NASJILETI et al. 1982, BERUDE et al. 1988, VON ARX et al. 2001 a). Im Rahmen einer Nachuntersuchung von 189 traumatisch luxierten Zähnen konnte gezeigt werden, dass Zähne, die nur für kurze Zeit geschient wurden, bessere Heilungsergebnisse aufwiesen, als jene Zähne, welche über einen längeren Zeitraum rigide immobilisiert wurden. Bei diesen Zähnen stieg die Inzidenzrate der externen Wurzelresorptionen signifikant an (ANDREASEN 1970 b, ANDERSSON et al. 1985, BERUDE et al. 1988). Weiterhin wurde bei Untersuchungen am Tier festgestellt, dass eine normale kaufunktionelle Belastung bei avulsierten Zähnen mit relativ kurzer extraoraler Exposition der Entstehung kleiner externer Wurzelresorptionsareale vorbeugen oder verhindern kann (ANDERSSON et al. 1985).

Zur Evaluierung der Rigidität von Zahntraumaschienen wurden in der Literatur verschiedene Methoden beschrieben. OIKARINEN (1988) nutzte ein Phantommodell der Firma Frasco (Pettnang, D), bei dem die Zähne im apikalen Bereich mittels Schrauben im Modell fixiert werden. Zusätzlich wurden drei Millimeter dicke Silikonstücke im vestibulären und apikalen Wurzelbereich plaziert, um eine vertikale und laterale Beweglichkeit der zu untersuchenden Zähne zu simulieren. FILIPPI (2000) setzte für seine Rigiditätsuntersuchungen ebenfalls ein Frasacomodell ein, wobei jedoch die Beweglichkeit der Zähne über eine unterschiedlich starke Fixierung der Schrauben gesteuert wurde. Untersuchungen zur Rigidität verschiedener Schienungsvarianten wurden von OIKARINEN et al. (1992) am Schafsunterkiefer durchgeführt. Als Hauptgrund für die Wahl des Schafmodells ist die ausgeprägte Ähnlichkeit der Unterkieferfrontzähne von Schafen und Menschen in Bezug auf Form und Kronen-Wurzelverhältnis zu nennen. Des weiteren besteht die Möglichkeit einer Schmelzkonditionierung der Labialflächen mittels Säure-Ätz-Technik zur Befestigung von Draht-Komposit-Schienen. Das Vorhandensein eines parodontalen Faserapparates

erscheint für die Übertragbarkeit der in vitro gewonnenen Ergebnisse auf die klinische Situation sinnvoll.

Eine aktuelle Untersuchung zur Rigidität verschiedener Schienen (VON ARX et al. 2001 b) wurde in vivo an freiwilligen unverletzten Probanden durchgeführt.

Schienenungszeiten

In einer Publikation aus dem Jahre 1933 nahm WIGOPER als einer der ersten Stellung zum Problem der Immobilisationszeiten von luxierten Zähnen mit einer empfohlenen Fixation für etwa acht Monate bei avulsierten Zähnen. In den folgenden Jahren und Jahrzehnten verkürzten sich die Immobilisationsintervalle auf sechs Wochen bis drei Monate (DOUGLAS und DOUGLAS 1954, KEHOE 1986). Den umfangreichen Nachuntersuchungen von ANDREASEN (1970 b) ist zu verdanken, dass Hinweise auf eine Beziehung zwischen auftretenden Ersatzresorptionen (Ankylose) und der Dauer der Immobilisation der verletzten Zähne gefunden wurden. In anschließenden Tierexperimenten wurden diese Hinweise genauer untersucht (ANDREASEN 1975 b, ANDREASEN 1980, NASJLETI et al. 1982), und es konnte gezeigt werden, dass bei luxierten Zähnen ohne schwerwiegende Verletzungen der umgebenden Knochen- und Weichteilstrukturen eine Woche als adäquate Schienungsperiode angesehen werden kann. Aufbauend auf den tierexperimentellen Ergebnissen wurden kurze Schienungszeiten auch im Rahmen klinischer Untersuchungen am Menschen geprüft und aufgrund der Behandlungserfolge empfohlen (CHAMBERLIN und GOERIG 1980, NEAVERTH und GOERIG 1980, KEHOE 1986). In Fällen mit ausgedehnten zusätzlichen Verletzungen des umgebenden Knochens oder der Weichteile werden jedoch längere Schienungszeiten zwischen drei und sechs Wochen angegeben, um den knöchernen Strukturen ausreichende Heilungsmöglichkeiten zu gewährleisten (NASJLETI 1982 et al., EBELESEDER et al. 2000). Bisher wurde angenommen, dass Zahnwurzelfrakturen von allen dentoalveolären Verletzungen eine Immobilisationsperiode der Fragmente für drei bis sechs Monate (KRENKEL und GRUNERT 1986, EBELESEDER und GLOCKNER 1998) benötigen, jedoch fanden CVEK et al. (2001) keinen Einfluss der Schienungsdauer auf das Heilungsergebnis.

Versorgungskonzepte bei dentoalveolären Verletzungen

Konkussion und Lockerung: Von Konkussion betroffene Zähne sind minimal oder nicht gelockert und eine Veränderung der Position ist nicht erkennbar, jedoch verspüren die

Patienten eine Druck- oder Klopfempfindlichkeit (HOTZ 1990). In Fällen geringgradiger Konkussion ist die Verordnung weicher Kost und gegebenenfalls eine Einschleiftherapie als Mittel der Wahl (DEWHURST et al. 1998) anzusehen, jedoch ist die Schienung mit flexiblen Drähten in Einzelfällen zur Verbesserung des Patientenkomforts und der Ausübung einer schmerzfreien Mundhygiene zu empfehlen (EBELESEDER und GLOCKNER 1998).

Gelockerte Zähne weisen eine erhöhte Beweglichkeit in lateraler Richtung bei normaler Position auf. In den meisten Fällen wird eine flexible Draht-Komposit-Schienung für sieben bis zehn Tage zur Vermeidung weiterer Gewebsschäden empfohlen (HOTZ 1990, DEWHURST et al. 1998).

Laterale Luxation und Extrusion: Beide Luxationsarten bedürfen einer vorsichtigen Reposition. Bei lateralen Luxationen muss neben der Wiedereinreihung des Zahnes auch die Reposition des umgebenden Alveolarknochens durchgeführt werden (EBELESEDER und GLOCKNER 1998). Eine flexible Schiene sollte für zwei bis vier Wochen zur Fixierung des Zahnes eingegliedert werden und die Position mittels Röntgendiagnostik kontrolliert werden (DEWHURST et al. 1998). Durch die Dislokation des Zahnes kommt es häufig zum Abriss des Gefäß-Nerv-Bündels am Foramen apicale. Bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum bleibt jedoch die Vitalität in 90% der Fälle erhalten, nach abgeschlossenem Wurzelwachstum ist eine Reduktion auf etwa 50% bekannt (DUMSHA und HOVLAND 1982, ANDREASEN und PEDERSEN 1985). Engmaschige klinische und radiologische Kontrollen sind anzustreben, um bei Eintritt einer Pulpanekrose eine adäquate Therapie einleiten zu können (HOTZ 1990).

Intrusion: Durch das Trauma kommt es einerseits zur Schädigung des parodontalen Faserapparates und der desmodontalen Zellen im Bereich der Wurzeloberfläche, andererseits zu einer Kompression oder Fraktur des umgebenden Alveolarknochens sowie zu einer sicheren Verletzung der Pulpa. In verschiedenen Studien wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Therapieansätze bei intrusiven Zahnluxationen untersucht, jedoch ist die optimale Behandlung bis heute noch nicht gefunden (ANDREASEN und ANDREASEN 1994).

Hauptdiskussionpunkte sind dabei die Art und Notwendigkeit der Reposition sowie die damit verbundenen Komplikationen und Folgen. EBELESEDER et al. (2000) untersuchte 56 Patienten mit Intrusionstraumata, davon wurde bei 48 Zähnen eine chirurgische und bei einem Zahn eine orthodontische Reposition vorgenommen. Bei neun Zähnen mit

nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum wurde die Reeruption abgewartet. In den Kontrolluntersuchungen wurden Pulpanekrosen und Wurzelresorptionen als posttraumatische Komplikationen festgestellt. KINIRONS und SUTCLIFFE (1991) fanden in ihren Untersuchungen heraus, dass Zähne mit schweren Intrusionstraumata und Zähne, die nicht sofort reponiert wurden, häufiger nicht zu erhalten waren. Sie empfahlen eine vorsichtige chirurgische Reposition des Zahnes und wenn nötig die des frakturierten Alveolarknochens.

Andere Autoren hingegen favorisierten eine orthodontische Reposition des intrudierten Zahnes (TAINTOR et al. 1977, HOTZ 1990, ANDREASEN und ANDREASEN 1994, OULIS et al. 1996). Bei dieser Therapievariante wird empfohlen, den Zahn vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung mit Hilfe einer Extraktionszange minimal zu lockern (ANDREASEN und ANDREASEN 1994, OULIS et al. 1996).

Die Schienung sollte im Falle isolierter Intrusionsverletzungen flexibel für etwa drei bis vier Wochen (EBELESEDER et al. 2000) erfolgen, bei schwereren Frakturen des Alveolarknochens ist auf eine rigidere Schienung für die Dauer von vier bis sechs Wochen zurückzugreifen.

Avulsion: Neben den Intrusionen stellt die Versorgung von avulsierten Zähnen eine große Herausforderung für den Behandler dar. Für die Langzeitprognose hat sich der Zustand des Parodonts zum Zeitpunkt der Replantation als wichtigster Einflussfaktor herauskristallisiert (VON ARX et al. 1998, EBELESEDER und GLOCKNER 1998). Er wird hauptsächlich durch die extraalveoläre Verweildauer, eventuell vorhandene Kontaminationen sowie das verwandte Lagermedium bestimmt (ANDERSSON und BODIN 1990, ANDREASEN et al. 1995, BARRETT und KENNY 1997 b). Eine trockene oder unphysiologische Lagerung des avulsierten Zahnes führt innerhalb von 30-60 Minuten zum Absterben der desmodontalen Zellen auf der Wurzeloberfläche. Als Folge der Zellschädigung kommt es im Heilungsverlauf zum Auftreten von Ersatzresorptionen (Ankylose), da die Veränderung der resorptionsprotektiven Schicht (Zementoblasten) und eine lokale Entzündung zur Aktivierung von Osteoklasten führt (TROPE 1998), die für die Resorption der Wurzeloberfläche verantwortlich sind.

Diverse Studien haben die Eignung verschiedener Lagermedien geprüft. Wasser und Speichel sollten nach heutiger Erkenntnis nur im äußersten Notfall genutzt werden (VON ARX et al. 2000). Ringer-Laktat-Lösung oder sterile Kochsalzlösung können für eine Lagerdauer von maximal zwei bis drei Stunden (VON ARX et al. 2000),

ultrahocherhitzte Milch für bis zu sechs Stunden eingesetzt werden (TROPE und FRIEDMAN 1992, ASHKENAZI et al. 1999). Ein spezielles Lager- und Nährmedium steht mit dem DENTOSAFE® (Fa. Medice; Iserlohn, Deutschland) zur Verfügung. Enthalten ist ein physiologisches Zellnährmedium mit Pufferzusatz, welches speziell auf die Bedürfnisse der Zementoblasten und Odontoblasten abgestimmt ist (KIRSCHNER et al. 1992, KIRSCHNER et al. 1998, POHL et al. 1999). POHL et al. (1999) konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass Zähne, welche vor der Replantation in DENTOSAFE® gelagert wurden, eine Zunahme der Mitoserate der Desmodontalzellen zeigten. Ähnliche Ergebnisse fanden PETTIETTE et al. (1997) sowie HUPP et al. (1998) für das in den USA genutzte Lebertransplantationsmedium VIASPAN® (DuPont Pharmaceuticals, Wilmington, USA).

Neben dem Einsatz von DENTOSAFE® werden weitere Möglichkeiten im Rahmen der antiresorptiven Therapie diskutiert. Im Tierversuch konnten SAE-LIM et al. (1998 a) eine positive Beeinflussung der Resorptionsvorgänge durch die systemische Gabe von Tetracyclin nachweisen, welches eine Reduktion der Mikroorganismen und eine Hemmung der Osteoklasten hervorruft. Die lokale Applikation von Tetracyclin vor der Replantation wurde von CVEK et al. (1990) beschrieben. Da Wurzelresorptionen immer durch einen Entzündungsreiz, der für die Aktivierung der Osteoklasten Voraussetzung ist, vorangetrieben wird, wurde eine lokale Applikation von Steroiden (Dexamethason) zur Unterdrückung der inflammatorischen Reize durchgeführt (SAE-LIM et al. 1998 b). An den so behandelten Zähne konnte eine deutlich verminderte osteoklastische Aktivität festgestellt werden. Seit einiger Zeit wird der Einsatz eines Proteinkomplexes (EMDOGAIN®, Fa Biora; Malmö, Schweden) diskutiert (FILIPPI et al. 2001), welcher in der Lage sein soll, die Besiedelung denudierter Wurzeloberflächenareale mit vitalen Desmodontalzellen zu erleichtern (HAMMARSTRÖM 1997). Klinische Untersuchungen zeigen eine Tendenz zur Verringerung von Ersatzresorptionen, jedoch ist der Mechanismus nicht vollständig geklärt. Avulsierte Zähne, die bei einer trockenen und unphysiologischen Lagerung eine längere extraalveoläre Verweildauer als 60 Minuten aufweisen, sollten von den avitalen Desmodontalzellen befreit werden und vor der Replantation in eine Zinn- oder Natriumfluoridlösung eingelegt werden (BJORVATN und MASSLER 1971, SELVIG et al. 1990), was im Tierversuch zu einer Verzögerung und Reduktion der Ersatzresorptionen führte. Diese Ergebnisse konnten im Rahmen einer klinischen Studie von COCCIA (1980) bestätigt werden.

In Bezug auf endodontische Maßnahmen ist bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum eine abwartende Haltung angebracht, da eine Revaskularisierung unter günstigen Bedingungen in etwa 20% möglich ist (KLING et al. 1986). Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum hingegen zeigen keine Revaskularisation der Pulpa (KLING et al. 1986). Die daraus resultierende Notwendigkeit einer endodontischen Intervention ist unbestritten, jedoch werden unterschiedliche Behandlungszeitpunkte und Therapieverfahren diskutiert. Einerseits wird eine intraorale endodontische Therapie, ein bis zwei Wochen nach der Reposition beginnend, empfohlen (TROPE 1996, PAVEK und RADTKE 2000). Andererseits wird dagegen eine extraorale endodontische Intervention nach verschiedenen Methoden vor der Replantation propagiert (ANDREASEN und HJÖRTING-HANSEN 1966), KIRSCHNER et al. 1978, POHL et al. 1999).

Nach abgeschlossener Vorbehandlung wird die Alveole vorsichtig mit physiologischer Kochsalzlösung gespült, um das Koagulum sowie eventuell vorhandene Zellabbauprodukte zu entfernen (von ARX et al. 2000). Anschließend wird der Zahn schonend reponiert. Zähne, bei denen der Erhalt vitaler Zementoblasten zu vermuten ist, werden für sieben bis zehn Tage flexibel geschient (ANDREASON et al. 1985, OIKARINEN 1987 b, HOTZ 1990). Zähne, bei denen nach der Entfernung der Wurzelhaut eine Fluoridtherapie durchgeführt wurde, werden nach ANDREASEN et al. (2000) als „körpereigenes Implantat“ angesehen und rigide für 6 Wochen immobilisiert.

Intraalveoläre Zahnwurzelfraktur: Für die Therapiewahl bei Wurzelfrakturen ist eine Betrachtung der verschiedenen Heilungsvarianten notwendig. ENGELHARDT und HAMMER (1959) stellten fest, dass eine restitutio ad integrum, wie beispielsweise bei der Heilung knöcherner Verletzungen, am Zahn nicht erwartet werden kann. Im Rahmen einer tierexperimentellen Studie konnte HAMMER (1939) schon sehr frühzeitig verschiedene Möglichkeiten der Wurzelfrakturheilung nachweisen. Eine Variante der Konsolidierung erfolgt hauptsächlich durch Heilungspotenzen aus der Pulpa als sogenannter Dentinkallus, mit zeitlich verzögerter Einlagerung von Dentin in den Bruchspalt. Als zweite Variante wurde die Verkittung der Fragmente mittels Osteozement beobachtet (LINDEMANN 1938, HAMMER 1939). In ungünstigeren Fällen wurde eine Interposition von straffem Bindegewebe gefunden. Bei Zähnen mit primärer Pulpanekrose erscheint eine Konsolidierung nicht möglich, da für alle angegebenen Möglichkeiten die Vitalität der Pulpa Voraussetzung ist. CALISKAN und

PEHLIVAN 1996 sowie CVEK et al. 2001 untersuchten klinisch und radiologisch die Heilung von horizontalen Wurzelfrakturen. In 34-36% wurde ein bindegewebige Interposition, in 27-33% eine Hartgewebsbarriere sowie in zwei bis acht Prozent eine Einlagerung von Knochen gefunden. Infektionen mit nachfolgender Pulpanekrose zeigten 23-37% der untersuchten Zähne.

Im Falle einer vitalen Pulpa sollte eine sorgfältige Reposition der Fragmente, mit dem Ziel, den Frakturspalt so klein wie möglich zu gestalten, durchgeführt werden (KRENKEL und GRUNERT 1986, CVEK et al. 2001). Üblicherweise sollte die Immobilisation des koronalen Fragmentes über eine rigide Draht-Komposit-Schiene für mindestens drei Monate erfolgen (EBELESER und GLOCKNER 1998, KRENKEL und GRUNERT 1986), um die Voraussetzung für eine hartgewebliche Überbrückung zu schaffen (ANDREASEN 1981), jedoch fanden sich in Untersuchungen von CVEK et al. (2001) Hinweise, dass sowohl die Art als auch die Dauer der Schienung keinen Einfluss auf das Heilungsergebnis haben sollen.

Bei pulpatoten Zähnen mit einer intraalveolären Fraktur im apikalen Drittel wird in der neueren Literatur eine endodontische Behandlung des koronalen Fragmentes angestrebt, ohne das apikale Fragment, welches in fast allen Fällen vital bleibt, durch Wurzelspitzenresektion zu entfernen (CVEK 1994). Im Falle einer Fraktur im mittleren oder koronalen Drittel kann ebenfalls das koronale Fragment wurzelgefüllt werden, eine Konsolidierung der Fragmente wird allerdings ausbleiben, was in einer erhöhten Beweglichkeit des Fragmentes resultiert. EBELESER und GLOCKNER (1998) empfehlen die Erhaltung als „körpereigenes Zwischenglied“ durch Fixation mittels Draht-Komposit-Schiene. Weiterhin ist bei nekrotischer Pulpa und Frakturen im koronalen Wurzel Drittel nach erfolgter endodontischer Therapie eine kieferorthopädische Extrusion der verbliebenen Wurzel mit nachfolgender prothetischer Versorgung anzudenken (BONDEMARK et al. 1997, VALERIO et al. 2000). Auch die Methode der intentionellen Replantation mit retrograder Stiftinsertion (KIRSCHNER et al. 1978, POHL et al. 1999) erscheint zum Erhalt von pulpatoten Zähnen mit Frakturen im mittleren und koronalen Wurzel Drittel geeignet.

2. Zielstellung

Ziel der Arbeit sollte es sein, anhand einer retrospektiven Auswertung der traumatologischen Patientenklientel des Zentrums für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde der MLU Halle-Wittenberg im Zeitraum von 1995 bis 1999 die Häufigkeit des Auftretens sowie die Arten dentoalveolärer Verletzungen und deren Therapie darzustellen.

Weiterhin sollten auf Grundlage der internationalen Literatur Therapieprinzipien nach Zahntraumata sowie die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schienungsvarianten aufgezeigt werden.

Für die Versorgung dentoalveolärer Verletzungen sollten zwei neue Draht-Komposit-Schienen eingeführt werden, welche vor der klinischen Anwendung in vitro getestet werden sollten.

Nachfolgend sollten diese beiden Schienen im Rahmen einer prospektiven klinischen Untersuchung bei der Behandlung von Zahntraumata eingesetzt werden. Neben der klinischen Erprobung der flexiblen und rigiden Draht-Komposit-Schiene sollten ein Ausgangsindex zur objektiven Bewertung der Unfallfolgen sowie ein neu entwickelter Heilungsindex zur Begutachtung der Heilungsergebnisse eingeführt werden.

Basierend auf den gewonnenen Ergebnissen sollte ein Vorschlag zur Schienungsbehandlung dentoalveolärer Verletzungen vorgelegt sowie die Praktikabilität und die Integrationsmöglichkeit dieser Therapiestrategie in der studentischen Ausbildung untersucht werden.

3. Material und Methode

3.1 Retrospektive Auswertung der traumatologischen Patientenklintel im Zeitraum von 1995 bis 1999

Material

Patientenselektion

Es wurden alle zahnärztlich oder kieferchirurgisch behandelten traumatologischen Patienten (n= 1195) des Zentrum für ZMK der Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg im Zeitraum vom 01.01.1995 bis 31.12.1999, welche die Einschlusskriterien erfüllten, ausgewählt. Einschlusskriterien waren das Auftreten von dentalen oder dentoalveolären Traumata (Zahnhartsubstanzfrakturen, Zahnluxationen, Alveolarfortsatzfrakturen) oder eine Kombination dieser Verletzungen. Es waren 221 (18,5 %) Patienten aus dem Jahr 1995, 251 (21,0 %) aus 1996, 249 (20,8 %) aus 1997, 235 (19,7 %) aus 1998 und 239 (20,0%) aus dem Jahr 1999.

Methode

Datengewinnung

Die Daten wurden den ambulanten und stationären Krankenakten sowie den Konsiliarberichten entnommen. Angaben zur Diagnose (Verletzungen der Zahnhartsubstanz, des Zahnhalteapparates, der umgebenden Knochen- und Weichteilstrukturen sowie Kombinationsverletzungen) und zur durchgeführten Therapie wurden für die Auswertung herangezogen. Die Klassifikation der Verletzungen entsprach der in diesem Zeitraum in unserer Einrichtung angewandten Nomenklatur. Entsprechend ihres Verletzungsgrades wurden die Zahnhartsubstanzverletzungen nach ELLIS (1970), die Luxationsverletzungen nach MÜLLER und TAATZ (1969) eingeteilt.

Datenauswertung

Die Daten wurden numerisch verschlüsselt und in das computergestützte Statistikprogramm SPSS 10.0 eingegeben. Die Auswertung erfolgte mit den Methoden der deskriptiven Statistik, wie der Feststellung von Ereignishäufigkeiten, Häufigkeitsverteilungen und Merkmalskombinationen. Zur Bewertung beobachteter Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen wurde der *Pearson-Chi-Quadrat-Test* in Verbindung mit einer Kreuztabellenanalyse genutzt.

3.2 In vitro Untersuchung zweier neuer Schienen nach dem Prinzip der Draht-Komposit-Schienung

Material

Flexible Draht-Komposit-Schiene

1. Dentaflex[®] superfederhart 0.45 mm, sechsfach verseilte Stangendrähle (Fa. Dentaureum; Pforzheim, D)
2. Vococid[®] Phosphorsäureätzgel 34,6% (Fa. Voco; Cuxhaven, D)
3. Cavifil-Injektor (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
4. Vivadent Applikator (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
5. Syntac[®] Single-Component[™] (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
6. Tetric[®] Flow, lichthärtendes Feinhybridkomposit mit niedriger Viskosität (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
7. Lichthärtegerät Optilux 401, gemessene Leistung 650 W/mm² (Fa. Kerr; Karlsruhe, D)
8. Seitenschneider zum Drahtschneiden

Rigide Draht-Komposit-Schiene

1. Drahteinlagen 0,8 x1,8, dreifach geflochten (Fa. Dentaureum; Pforzheim, D)
2. Vococid[®] Phosphorsäureätzgel 34,6% (Fa. Voco; Cuxhaven, D)
3. Cavifil-Injektor (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
4. Vivadent Applikator (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
5. Syntac[®] Single-Component[™] (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
6. Tetric[®] Flow, lichthärtendes Feinhybridkomposit mit niedriger Viskosität (Fa. Vivadent; Ellwangen, D)
7. Lichthärtegerät Optilux 401, gemessene Leistung 650 mW/mm² (Fa. Kerr; Karlsruhe, D)
8. Seitenschneider zum Drahtschneiden

Rigiditätsuntersuchung

1. Von Gingiva und Periost bedeckte Schafsmantibula (Alter ca. 11 Monate) eines im Schlachthof Jena 10 Stunden vor Versuch geschlachteten Schafes
2. 2 Schraubklemmen
3. Bosworth Trim[®] (Bosworth Company; Skokie, USA)
4. Periotest-Gerät[®] (Fa. Gulden; Bensheim, D)

Methode

Auf Basis der Draht-Komposit-Schienen-Technik sollen zwei neue Schienungen entwickelt werden, wobei eine Schiene flexibel und eine rigide gestaltet werden soll.

Draht-Komposit-Schienen bestehen prinzipiell aus einem Verstärkungsdraht, welcher nach Konditionierung der Zahnoberfläche durch Säure-Ätz-Technik mittels Kunststoff an den verletzten Zähnen sowie deren unverletzten Nachbarzähnen befestigt wird.

Herstellung und Befestigung der Draht-Komposit-Schienen

1. Abmessen und Vorbiegen des Drahtes
2. Konditionierung der Schmelzoberfläche der dentoalveolär verletzten sowie jeweils zweier gesunder Nachbarzähne durch Anätzen mit Vococid[®] Ätzgel für 30 Sekunden
3. Abspülen und Trocknen der Oberfläche
4. Auftragen des Bondings mittels Applikators, nach zehn Sekunden Überschüsse mit Luft verblasen
5. 20 Sekunden Lichtpolymerisation
6. Vorsichtige Grobreposition der verletzten Zähne
7. Auftragen eines Kompositpunktes mittels Cavifil und Cavifil-Injektor an einem der äußeren unverletzten Zähne, Drahtende einlegen, Lichtpolymerisation für 40 Sekunden
8. Befestigung des anderen Drahtendes wie unter Punkt sieben beschrieben.
9. Befestigung des Drahtes an allen unverletzten Zähnen
10. Vorsichtige digitale Reposition der einzelnen dislozierten Zähne, Auftragen des Komposits auf Zahn und Draht, Lichtpolymerisation unter beständigem digitalen oder instrumentellen Druck

Rigiditätsuntersuchung

Die Untersuchung der Rigidität der beiden entwickelten Schienen wurde, in Anlehnung an den von OIKARINEN et al. (1992) beschriebenen Versuchsaufbau, in vitro vorgenommen. Für den Versuch wurde eine von Gingiva und Periost bedeckte isolierte Mandibula eines zehn Stunden vorher im Schlachthof Jena geschlachteten Schafes mit Hilfe zweier Klemmen fest am Tisch fixiert. Die bereits von OIKARINEN et al. (1992) beschriebene starke physiologische Lockerung der Frontzähne beim Schaf wurden auch in diesem Fall gefunden. Die von OIKARINEN et al. (1992) zur Verringerung der Zahnlockerung angebrachten chirurgischen Klemmen im Bereich des Alveolarfortsatzes

wurden in diesem Versuch durch eine vestibulär und lingual durchgehende Unterstützung mit Bosworth Trim® im Bereich der Gingiva ersetzt, was zu der gewünschten geringeren primären Lockerung der zu untersuchenden Zähne führte. In den Abbildungen 1 und 2 ist der Versuchsaufbau dargestellt.



Abb. 1 Aufsicht auf die fixierte Schafsmandibula mit Trim®-Unterstützung im Bereich des Alveolarfortsatzes



Abb. 2 Ansicht der fixierten Schafsmandibula von vestibulär mit eingegliedertem rigider Schiene

Es wurden nacheinander jeweils drei Schienen des flexiblen und drei des rigiden Typs nach dem unter *Herstellung und Befestigung der Draht-Komposit-Schienen* bereits beschriebenen Vorgehen angebracht.

Mittels Periotest-Gerät® wurde horizontal und vertikal die Lockerung der Zähne vor Schienung und nach Befestigung des Schienen je Zahn dreimal bestimmt und der Mittelwert registriert.

Datenauswertung

Für die statistische Auswertung wurde das computergestützte Programm SPSS 10.0 genutzt. Alle Messreihen wurden mittels *Kolmogorov-Smirnov-* und *Shapiro-Wilk-Test* auf Normalverteilung geprüft. Für den Vergleich abhängiger gepaarter Stichproben bei fehlender Normalverteilung wurde der nichtparametrische *Test nach Wilcoxon* gewählt. Des weiteren wurden die Mittelwerte der gepaarten Differenzen aus Periotest-Ausgangswert und Periotest-Wert bei eingegliedertem Schiene bestimmt und ebenfalls mittels *Test nach Wilcoxon* verglichen.

3.3 Prospektive in vivo Untersuchung der neuen Draht-Komposit-Schienen bei Patienten mit dentoalveolären Verletzungen

Material

Patientenselektion

In die Untersuchung wurden 46 Patienten mit 101 verletzten Zähnen einbezogen, die sich im zweiten Halbjahr 1999 mit traumatisch bedingten dentoalveolären Verletzungen (Zahnluxationen, Alveolarfortsatzverletzungen, intraalveoläre Frakturen) im Zentrum für ZMK der Martin-Luther-Universität Halle/ Wittenberg vorstellten.

Der Auswertung wurden nur die 31 Patienten mit insgesamt 67 behandelten Zähnen zugeführt, welche regelmäßig zu den Verlaufskontrollen erschienen.

Schienenmaterial

Für die Schienentherapie wurden die bereits in Kapitel 3.2 unter den Punkten *Flexible Draht-Komposit-Schiene* und *Rigide Draht-Komposit-Schiene* beschriebenen Materialien genutzt.

Diagnostik und Nachuntersuchung

1. Dentalfilme Insight Super Poly Soft (Fa. Kodak; Rochester, USA)
2. Dentalröntgengerät Heliodont MD (Fa. Siemens; Erlangen, D)
3. Endo-Frost Kältespray, -50°C (Fa. Roeko; Langenau, D)
4. Periotest-Gerät® (Fa. Gulden; Bensheim, D)

Methode

Durchführung der Therapie

Die Behandlung, Folgebetreuung und Auswertung der Therapieergebnisse erfolgte durch die gleiche Person, was eine Kalibrierung verschiedener Untersucher überflüssig machte. Am Tag der Erstvorstellung erfolgte eine eingehende Anamneseerhebung, Diagnosestellung, die Bewertung der verletzten Zähne mittels Ausgangsindex (FILIPPI et al. 2000) und eine der jeweilige Diagnose entsprechende Erstversorgung (siehe Tabelle 2).

Für die Fixation der Zähne wurden die zwei unter Punkt 3.2 bereits beschriebenen Schienen der jeweiligen Indikation entsprechend eingesetzt. Es wurden Röntgenaufnahmen vom Ausgangszustand, Zustand nach Versorgung sowie bei Bedarf während der Nachuntersuchungen angefertigt. Regelmäßige Kontrolluntersuchungen fanden nach 1, 2, 4, 8, 26 und 52 Wochen statt, bei denen klinische Parameter wie

	Reposition	Endodontie	Schienenart	Schienungs- dauer	Antibiose	Sonstige Therapie
Konkusion/ Lockerung	Keine	Keine	Flexibel	1-2 Wochen		CHX-Spülung
Laterale Luxation	Ja	*Abwarten einer Revaskularisierung;	Flexibel	2-4 Wochen		CHX-Spülung
Intrusion	*ev. spontane Reeruption; sonst sekundär KFO **chirurgische Reposition	sekundäre Endodontie bei Pulpanekrose **positive Vitalität keine Endodontie;	Flexibel	2-4 Wochen		CHX-Spülung
Extrusion	Ja	negative Vitalität	Flexibel	2-4 Wochen		CHX-Spülung
Avulsion	Ja	Endodontie nach ca. 7 Tagen	Flexibel	1 Woche	Lokal und systemisch	ART *** CHX-Spülung
Wurzelfraktur	Ja	Keine;	Rigide	3-9 Monate		CHX-Spülung
Alveolarfort- satzfraktur	Ja	ggf. Endodontie bei Pulpanekrose	Rigide	4-6 Wochen	bei komplizierten Frakturen systemisch	CHX-Spülung

* Zähne mit offenem Apex

** Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum

*** ART= Antiresorptive Therapie: Dentosafe®+ Cortison+ Tetracyclin Lagerung des Zahnes für ca. 30 Minuten (Pohl et al. 2001)

CHX-Spülung Chlorhexamed Mundspülung zur Verbesserung der Mundhygiene während der Schienungsperiode

Tabelle 2 **Therapieschema bei dentoalveolären Verletzungen**

Sensibilität, Lockerung mittels Periotest[®], Perkussionsempfindlichkeit und Klopfeschall bestimmt wurden. Nach einem Jahr wurde die Heilung nach erfolgter radiologischer und klinischer Untersuchung mittels eines speziell entwickelten Heilungsindex beurteilt.

Ausgangsindex

Auf Grundlage der Ergebnisse aus der klinischen (Inspektion, Palpation, Sensibilitätsprobe, Perkussion, Klopfeschall) und radiologischen Untersuchung wurden die fünf Zahn- und zahnumgebenden Gewebe Zahnhartsubstanz (Z), Endodont (E), Parodont (P), Alveolarknochen (A) sowie Gingiva (G) nach den Kriterien des von FILIPPI et al. (2000 a) beschriebenen Index bewertet. Jedes Gewebe erhält eine dem Schädigungsgrad entsprechende Punktzahl zwischen „0“ (nicht therapierbar oder Gewebsverlust) und „5“ (unverletzt). Die Bewertungskriterien sowie die Formel zur Berechnung des Index sind in Übersicht 1 dargestellt.

Z	Zahnhartsubstanz	X⁵	unverletzt
E	Endodont	X⁴	unerheblich verletzt
P	Parodont	X³	verletzt, mit gewöhnlichen Methoden therapierbar
A	Alveolarknochen	X²	verletzt, mit Spezialmethoden therapierbar
G	Gingiva	X¹	verletzt und infiziert, Erhaltungsversuch
		X⁰	nicht therapierbar, Gewebe ist verloren
Ausgangsindex = Niedrigster Wert x Summe der restlichen Werte			

Übersicht 1 Allgemeine Bewertungskriterien für die Zahn- und zahnumgebenden Gewebe sowie die Formel zur Berechnung des Ausgangsindex (FILIPPI et al. 2000 a)

Die errechneten Werte können zwischen 0 (massive Schäden) und 100 (intakter Zahn) rangieren.

Zusätzlich zur Berechnung des Index wurden die untersuchten Zähne entsprechend der Werte des Ausgangsindex in fünf Gruppen eingeteilt (Gruppe 1: 0-19; Gruppe 2: 20-39; Gruppe 3: 40-59; Gruppe 4: 60-79; Gruppe 5: 80-100).

Heilungsindex

Für die Beurteilung der Heilungsergebnisse nach einem Jahr wurde in Anlehnung an den von FILIPPI et al. (2000 a) vorgeschlagenen Ausgangsindex ein entsprechender Heilungsindex entwickelt. Ebenso wie für den Ausgangsindex wurden die Strukturen Zahnhartsubstanz (Z), Endodont (E), Parodont (P), Alveolarknochen (A) und Gingiva

(G) untersucht und den Bewertungskriterien entsprechend mit einer Punktzahl zwischen „0“ (Verlust des Gewebes) und „5“ (unverletzt, funktionelle restitutio ad integrum) bewertet. Übersicht 2 zeigt die Bewertungskriterien für die einzelnen Strukturen sowie die Formel zur Berechnung des Heilungsindexes.

Z	Hartsubstanz	X⁵	unverletzt, funktionelle Restitutio ad integrum
		X⁴	annähernd Restitutio ad integrum
E	Endodont	X³	Heilung mit geringen Restschäden ohne Funktionsstörung
P	Parodont	X²	schwere Schäden mit funktioneller oder ästhetischer Störung
A	Alveolarknochen	X¹	schwere Schäden, die mit höchster Wahrscheinlichkeit zum Gewebsverlust führen
G	Gingiva	X⁰	Verlust des Gewebes

Heilungsindex = Niedrigster Wert x Summe der restlichen Werte

Übersicht 2 Allgemeine Bewertungskriterien für die Zahn- und zahnungebenden Gewebe sowie die Formel zur Berechnung des Heilungsindex

Die Einteilung in die Heilungsindexgruppen erfolgte analog zu den Ausgangsindexgruppen (Gruppe 1: 0-19; Gruppe 2: 20-39; Gruppe 3: 40-59; Gruppe 4: 60-79; Gruppe 5: 80-100).

Bewertung der Praktikabilität und Trageeigenschaften der Schienen

Neben den zu untersuchenden Behandlungserfolgen sollte auch die Praktikabilität der Therapiemethode evaluiert werden. Hierfür wurden die benötigten Zeiten zum Anlegen der Schienen gemessen sowie eine Einschätzung zur Schwierigkeit der Schieneneingliederung durch den Behandler gegeben. Die Bewertung der Schwierigkeit der Schieneneingliederung erfolgte mittels einer Punkteskala von „Eins“ bis „Fünf“ (1 = sehr schwierig, 2 = schwierig, 3 = mäßig schwierig, 4 = einfach, 5 = sehr einfach).

Mit Hilfe der von den Patienten zu beantwortenden Fragen wurde versucht, Hinweise auf die Trageeigenschaften der Schienen zu erhalten. Als Kriterien wurden der Tragekomfort (Tk), die Hygienefähigkeit (Hf), das Auftreten von Schmerzen (Dz), das Allgemeinbefinden (Ab) sowie die Ästhetik (Äs) eingeführt. Alle Kriterien waren mit einer Note von eins bis fünf zu bewerten (1= sehr gut; 2= gut; 3= befriedigend; 4= genügend; 5= ungenügend). Abschließend sollten die Patienten durch Vergabe einer Gesamtnote einen subjektiven Eindruck zu den Trageeigenschaften der Schienen vermitteln.

Datengewinnung

Die der Auswertung zuzuführenden Daten, wie Alter, Geschlecht, Diagnose, Ausgangsindex, Therapie Maßnahmen sowie Heilungsindex, wurden den ambulanten Krankenunterlagen entnommen.

Datenauswertung

Alle Daten wurden numerisch verschlüsselt und in eine Datenmatrix des Statistikprogramms SPSS 10.0 eingegeben. Die Auswertung erfolgte mit den Methoden der deskriptiven Statistik, wie Feststellung von Ereignishäufigkeiten, Häufigkeitsverteilungen und Merkmalskombinationen. Die Datenreihen wurden mittels *Kolmogorov-Smirnov-Test mit Signifikanzkorrektur nach Lillifors* auf Normalverteilung geprüft. Zur Untersuchung von Unterschieden zwischen einzelnen Gruppen wurde der *Pearson-Chi-Quadrat-Test* in Kombination mit einer Kreuztabellenanalyse genutzt. Für den Vergleich zweier verbundener Stichproben bei fehlender Normalverteilung wurde der nichtparametrische *Test nach Wilcoxon* genutzt.

3.4 Untersuchungen zur Integration der neuen Draht-Komposit-Schienen sowie der freihändigen Drahtbogenschienen in die studentischen Ausbildung

Material

Teilnehmer

An dieser Untersuchung nahmen 60 Zahnmedizinstudenten des 9. Semesters aus zwei Jahrgängen (35 Studenten WS 1999/ 2000; 25 Studenten WS 2000/20001) teil.

Versuchsaufbau

Die Übungen wurden an 20 Phantomköpfen und den dazugehörigen Phantommodellen und -zähnen (Fa. KaVo EWL; Leutkirch, D) im Saal der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde/ Parodontologie durchgeführt. Für die Schienungen wurden die Oberkieferzähne genutzt. An jedem Arbeitsplatz standen eine Multifunktionsspritze, ein Winkelstück sowie entsprechende rotierende Schleifinstrumente zur Verfügung.

Schienenungen

Für die Draht-Komposit-Schienen wurden sämtliche bereits im Kapitel 3.2. unter Material (*Flexible Draht-Komposit-Schiene, Rigide Draht-Komposit-Schiene*) beschriebenen Utensilien genutzt.

Für die freihändige Drahtbogenschiene kamen folgende Materialien zum Einsatz:

1. Remanium® Halbrunddraht 2,0 mm, weich (Fa. Dentaforum; Pforzheim, D)
2. Remanium® Ligaturendraht weich 0,4 mm (Fa. Dentaforum; Ispringen, D)
3. Bosworth Trim® (Bosworth Company; Skokie, USA)
4. Seitenschneider, Waldsachsange, Scaler, Heidemannspatel, Drahtschere, Ligaturenzange nach Korkhaus, Dappenglas, Anmischspatel

Methode

Im Rahmen der studentischen Ausbildung wurde für die genannten Jahrgänge ein eintägiger Kurs am Phantomkopf zum praktischen Erlernen verschiedener Schienungstechniken nach Zahn- und Kiefertrauma eingeführt. Es wurden die freihändig gebogene Drahtbogenschiene sowie die rigide und flexible Draht-Komposit-Schiene, für welche das Vorgehen bereits unter Methode in Kapitel 3.2. (*Flexible Draht-Komposit-Schiene, Rigide Draht-Komposit-Schiene*) beschrieben wurden, demonstriert und geübt.

Schienenungen

Das Vorgehen zum Anlegen der beiden Draht-Komposit-Schienen wurde bereits unter Punkt 3.2. beschrieben.

Das Vorgehen für die freihändige Drahtbogenschiene wurde wie folgt angegeben:

1. Draht für den Bogen zuschneiden und dem Zahnbogen anliegend anbiegen (Länge = verletzte Zähne und jeweils zwei unverletzte Nachbarzähne)
2. An den beiden äußeren einzubindenden unverletzten Zähnen Drahtligaturen locker an den Zahn legen, dann Drahtbogen einlegen und Ligaturen „andriellen“ (Cave: Ligaturen oral gingival des Zahnäquators; Vermeidung von Gingivatraumatisierung durch den Drahtbogen)
3. Anlegen der Ligaturen an den übrigen unverletzten Nachbarzähnen in gleicher Weise, Kontrolle der Schienenposition, danach endgültig festziehen
4. Anlegen der Ligaturen an den verletzten Zähnen, wobei der Draht oral inzisal des Zahnäquators liegen muss, Ligatur verdrillen
5. Abschneiden und Anbiegen der Drahtenden, Kunststoffverkleidung der Enden

Datenerhebung

Von den Studenten wurde in einem standardisierten Fragebogen Angaben zu Zeitaufwand, Praktikabilität und Anwenderfreundlichkeit der einzelnen Schienenvarianten gemacht. Als Kriterien für die Anwenderfreundlichkeit der Schienen wurde der Schwierigkeitsgrad des Drahtvorbiegens sowie des Befestigens und Entfernens der Schiene berücksichtigt. Sowohl für diese Rubriken als auch für die Praktikabilität wurden von den Studenten Punkte von „1“ bis „5“ vergeben (1 = Sehr schwierig, 2 = Schwierig, 3 = Mittel, 4 = Einfach, 5 = Sehr einfach). Neben den Fragen zur Anwenderfreundlichkeit wurden die Teilnehmer angehalten, die benötigte Zeit zum Eingliedern und Entfernen der einzelnen Schienen festzuhalten.

Sämtliche Schienen wurden vor Ort auf Lagestabilität geprüft und fotografiert. Die Arbeiten wurden mit Hilfe der Dias von drei Zahnärzten unserer Klinik nach den Kriterien Lage der Schiene, Traumatisierung der Gingiva, Position des Befestigungs- und Verkleidungskunststoffes sowie gegebenenfalls der Lage der Drahtligaturen qualitativ begutachtet und anschließend mit einer Gesamtnote von „1“ bis „5“ (1 = Sehr gut, 2 = Gut, 3 = Befriedigend, 4 = Genügend, 5 = Ungenügend) bewertet. Aus den drei vergebenen Noten wurde der Mittelwert gebildet und für die statistische Auswertung herangezogen.

Datenauswertung

Alle Daten wurden numerisch verschlüsselt und in das Computerprogramm SPSS 10.0 eingegeben. Die Methoden der deskriptiven Statistik, wie Feststellung von Ereignishäufigkeiten, Häufigkeitsverteilung und Merkmalskombinationen, wurden genutzt. Die Datenreihen wurden mittels *Kolmogorov-Smirnov-Test mit Signifikanzkorrektur nach Lillifors* auf Normalverteilung geprüft. Bei fehlender Normalverteilung wurde zur Untersuchung von Unterschieden bei gepaarten Stichproben der nichtparametrische *Wilcoxon-Test* herangezogen.

4. Ergebnisse

4.1 Traumatologische Patienten der Jahre 1995 bis 1999

Es wurden 1195 Patienten, davon 816 männliche und 379 weibliche, mit einem Durchschnittsalter von 23,0 Jahren (min. 1,0; max. 89,7) erfasst, welche dentale oder dentoalveoläre Verletzungen aufwiesen. Ambulant wurden 877 Fälle, stationär im Haus 186 und konsiliarisch in anderen Kliniken 132 Patienten versorgt.

Diagnostizierte Verletzungen

In einem ersten Schritt wurde die Häufigkeitsverteilung von Verletzungen an einem, zwei oder mehreren Zähnen analysiert. Dabei wurden dentale und dentoalveoläre Verletzungen zusammengefasst sowie differenziert als Zahnluxationen und Zahnfrakturen betrachtet. Für die Rubrik Zahnverletzungen zeigt sich, dass Patienten etwa gleich häufig Verletzungen an einem (n= 373) oder zwei Zähnen (n= 351) erlitten. Jedoch findet man öfter Patienten mit drei oder mehr verletzten Zähnen (n= 458). Bei der differenzierten Betrachtung hingegen erkennt man, dass Patienten häufiger Zahnluxationen an einem (n= 317) und zwei Zähnen (n= 319), seltener jedoch an drei oder mehr Zähnen (n= 250) aufwiesen. Patienten mit Zahnfrakturen an nur einem Zahn (n= 339) waren etwa doppelt so häufig vertreten wie Patienten mit Frakturen an zwei (n= 162) oder mehr (n= 125) Zähnen.

Interessant erschien die Frage, in welcher Häufigkeit die einzelnen Zahntypen dentoalveoläre- oder Zahnhartsubstanzverletzungen erlitten. In Diagramm 1 ist die Anzahl der frakturierten Zähne in Prozent nach den einzelnen Zahntypen in Ober- und Unterkiefer dargestellt. Am häufigsten waren die oberen mittleren Schneidezähnen mit 42%, gefolgt von den oberen seitlichen Schneidezähnen mit 15% betroffen. Fasst man die oberen und unteren Schneidezähne zusammen, ergibt sich für diesen Bereich eine Häufigkeit von insgesamt 72%, für den Eckzahnbereich von 8% und für die Molaren und Prämolaren von insgesamt 22%. Die Zähne des Oberkiefers waren mit Ausnahme der Eckzahnregion deutlich stärker von Frakturen betroffen als die entsprechenden Unterkieferzähne.

Eine ähnliche Verteilung findet sich bei den in Diagramm 2 dargestellten Luxationsverletzungen. Die oberen mittleren Schneidezähne erlitten mit 51% am häufigsten dentoalveoläre Verletzungen. Die Zusammenfassung der Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers zeigt eine Häufigkeit von insgesamt 91%.

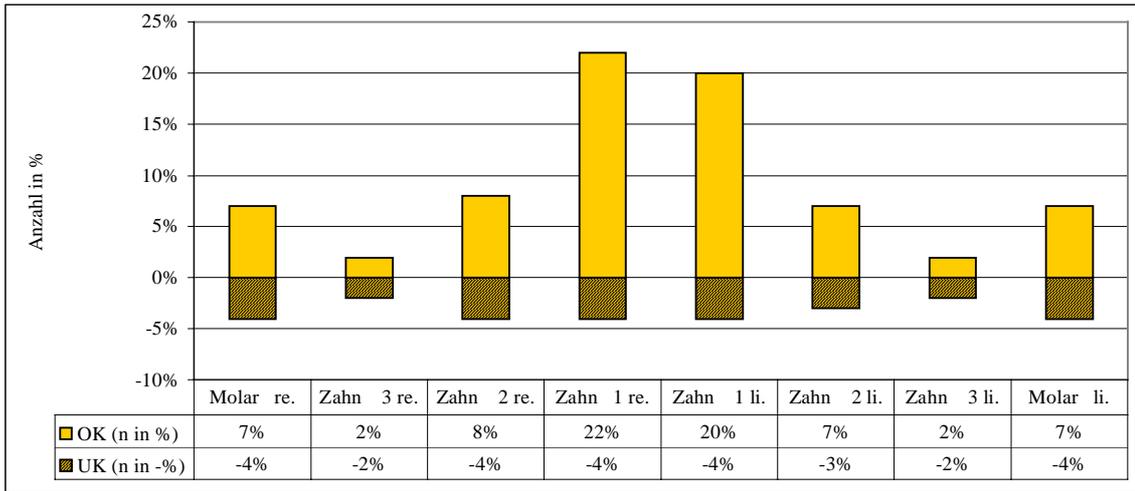


Diagramm 1 Häufigkeit von Zahnhartsubstanzverletzungen nach Zahntypen in Prozent

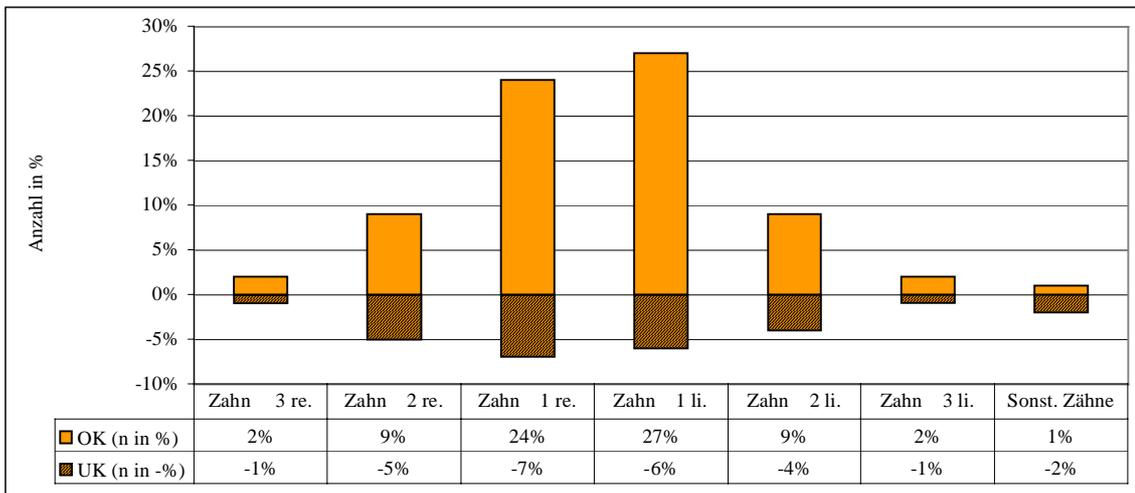


Diagramm 2 Häufigkeit dentoalveolärer Verletzungen nach Zahntypen in Prozent

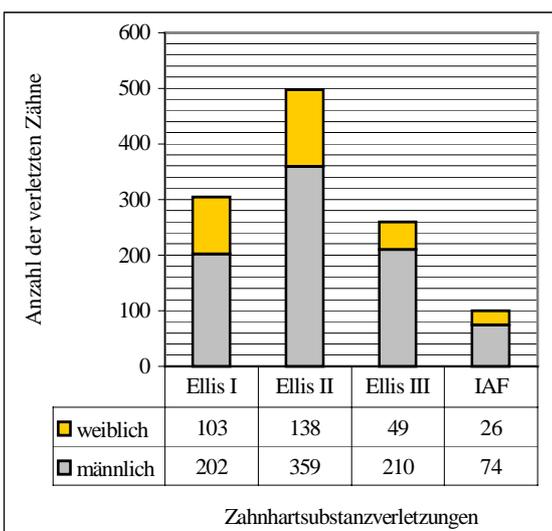


Diagramm 3 Zahnhartsubstanzverletzungen Anzahl der verletzten Zähne nach Schweregrad und Geschlecht

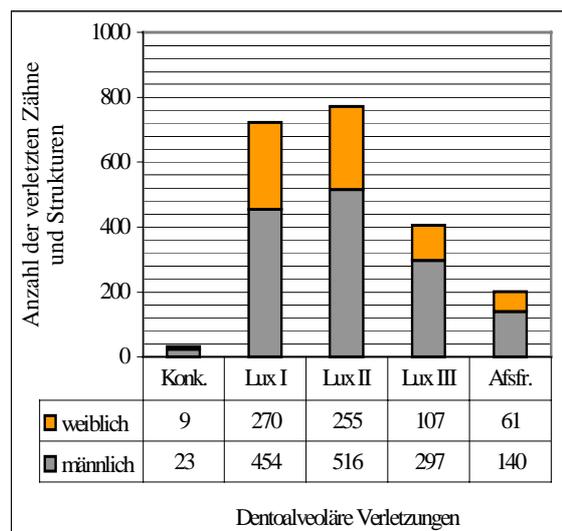


Diagramm 4 Dentoalveoläre Verletzungen Anzahl der verletzten Zähne nach Grad und Geschlecht

Im Gegensatz zu den Zahnhartsubstanzverletzungen waren Prämolaren und Molaren mit insgesamt drei Prozent nur sehr selten betroffen. Ein deutlicher Unterschied in der Häufigkeitsverteilung zwischen rechter und linker Kieferhälfte konnte für beide Verletzungsarten nicht gefunden werden.

In Diagramm 3 und 4 wurde die Anzahl der verletzten Zähne, sowohl für die Luxationsverletzungen als auch für die Zahnfrakturen, nach Schweregraden und Geschlecht aufgeschlüsselt, graphisch dargestellt. Bei den Hartschubstanzverletzungen dominierten mit einer Anzahl von insgesamt 497 die Schmelz-Dentin-Frakturen (Ellis II), gefolgt von den Schmelzfrakturen (Ellis I) mit 305 und den Frakturen mit Pulpaeröffnung (Ellis III) mit 259 Zähnen. Intraalveoläre Frakturen traten mit 100 Zähnen am seltensten auf. Bei steigendem Schweregrad der Verletzung war ein deutlicher Anstieg im Verhältnis Frauen zu Männer zu erkennen (Ellis I 1:2; Ellis II 1:2,6; Ellis III 1:4,3).

In der Rubrik der dentoalveolären Verletzungen wurden insgesamt 32 Zähne mit einer Konkussion registriert, 724 mit einer Luxation I.°, 771 mit einer Luxation II.°, 404 mit einer Luxation III.°. Bei 201 Patienten wurde eine Alveolarfortsatzfraktur diagnostiziert. Ebenso wie in der Gruppe der Zahnfrakturen waren männliche Patienten häufiger als weibliche betroffen. Bei den Luxationsgraden I- III ist, wie bereits für die Zahnfrakturen festgestellt, ein Anstieg des Frauen-Männer-Verhältnisses bei höheren Schweregraden zu beobachten (Lux I.° 1:1,7; Lux II.° 1:2; Lux III.° 1:2,7).

Durchgeführte Therapie

Die primäre Versorgung der koronalen Zahnhartsubstanzverletzungen erfolgte den Verletzungsgraden entsprechend durch Maßnahmen zur Vitalerhaltung der Pulpa, endodontische Intervention oder Extraktion der betroffenen Zähne.

Diagramm 5 zeigt die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Behandlungsvarianten, welche im Rahmen der Erstversorgung durchgeführt wurden, aufgeschlüsselt nach den Verletzungsgraden. Die unter Ellis I aufgeführten reinen Schmelzfrakturen wurden nur bei 32 Zähnen mittels Füllungstherapie behandelt, 273 Zähne blieben unversorgt. Die Ellis II-Gruppe umfasste undifferenziert sowohl die pulpafernen als auch die pulpanahen Schmelz-Dentin-Frakturen, was sich in der Therapiewahl niederschlug. Bei 178 Zähnen erfolgte eine provisorische oder definitive Füllungstherapie sowie an 319 Zähnen eine zusätzliche Abdeckung der Dentinwunde mit Calciumhydroxid-Präparaten. In der Ellis III-Gruppe wurden Zähne mit komplizierten Schmelz-Dentin-Frakturen

aufgenommen. Entsprechend der Indikation wurde an 89 Zähnen eine direkte Überkappung und Füllungstherapie vorgenommen, 126 wurden endodontisch mittels Vitalexstirpation behandelt. 44 Zähne waren aufgrund von Begleitverletzungen oder vorbestehenden Erkrankungen nicht erhaltungswürdig und wurden extrahiert.

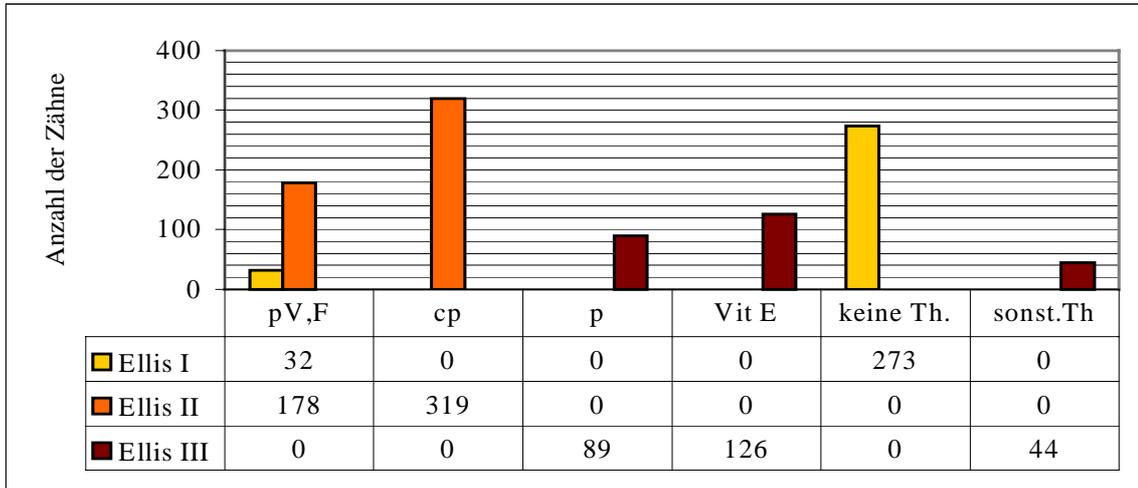


Diagramm 5 Häufigkeit (Anzahl der Zähne) der einzelnen Therapiemöglichkeiten bei koronalen Zahnhartsubstanzerletzungen unter Berücksichtigung des Verletzungsgrades

In Diagramm 6 ist die Häufigkeitsverteilung der Therapievarianten für dentoalveoläre Verletzungen der unterschiedlichen Schweregrade gezeigt. Dabei ist zu beachten, dass neben isolierten Einzelzahnverletzungen häufig auch Luxationsverletzungen mehrerer Zähne auftraten. Für die Auswertung wurden alle Zähne einzeln betrachtet, jedoch wurde die Therapie oftmals durch die Komplexität der Verletzungen beeinflusst.

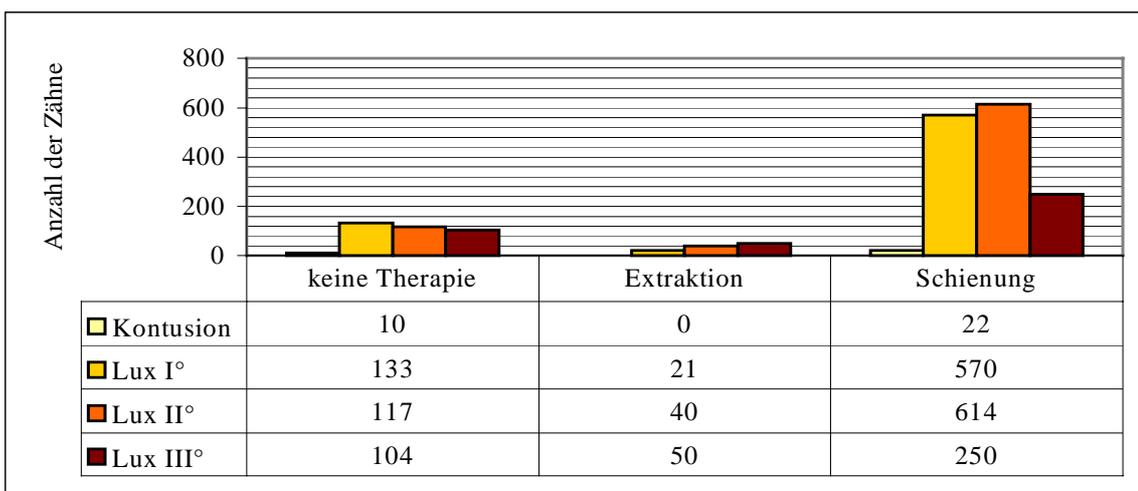
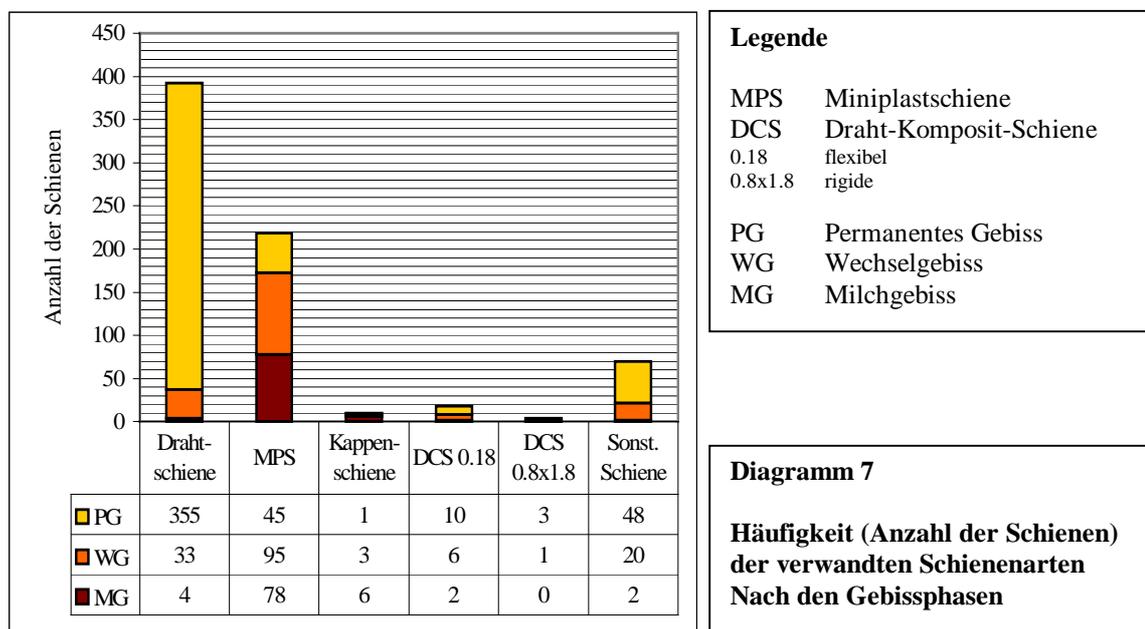


Diagramm 6 Häufigkeit (Anzahl der Zähne) der einzelnen Therapiemöglichkeiten bei dentoalveolären Verletzungen unter Berücksichtigung des Verletzungsgrades

Konkussionen wurden in 22 Fällen mittels Schienung versorgt, in 10 Fällen wurde auf eine Therapie verzichtet. Luxationen ohne Dislokation wurden bei 133 Zähnen nicht behandelt, 570 Zähne wurden geschient und 21 Zähne extrahiert. Eine ähnliche Verteilung findet man bei Luxationsverletzungen mit Dislokationen. 117 wurden nicht therapiert, 40 extrahiert und 614 wurden einer Schienungstherapie unterzogen. In allen Verletzungsgruppen waren solche Zähne, die extrahiert oder nicht therapiert wurden in den meisten Fällen Milchzähne vor dem physiologischen Zahnwechsel. Bei Avulsionen findet man eine andere Verteilung der Therapiemöglichkeiten. 104 Zähne wurden nicht behandelt, 50 entfernt und nur 250 wurden reponiert und fixiert. Die Gruppe der unbehandelten Zähne setzte sich fast ausschließlich aus nicht auffindbaren Zähnen nach Avulsion und avulsierten Milchzähnen zusammen.

In Diagramm 7 sind die angewandten Schienenarten nach den einzelnen Gebissphasen differenziert aufgeschlüsselt. Dabei zeigt sich für den untersuchten Zeitraum, dass das permanente Gebiss dominierendes Anwendungsgebiet für freihändig gebogene Drahtschienen war, wohingegen Miniplast- und Kappenschienen häufiger im Milch- und Wechselgebiss ihre Indikation hatten.



4.2 In vitro Untersuchung zur Rigidität der neuen Schienen

Abbildung 3 und 4 zeigen die neuen Draht-Komposit-Schienen am Phantommodell. Die dazu verwandten Drähte wurden mittels Säure-Ätz-Technik und einem niedrigviskösen Komposit an den Zähnen befestigt.



Abbildung 3 Draht-Komposit-Schiene (flexibel) am Phantommodell



Abbildung 4 Draht-Komposit-Schiene (rigide) am Phantommodell

Flexible Draht-Komposit-Schiene

Tabelle 3 zeigt die ermittelten Mittelwerte der Periotest[®]-Werte (PW) für die drei getesteten flexiblen Schienen.

Schiene 1 (flexibel) PW				Schiene 2 (flexibel) PW				Schiene 3 (flexibel) PW			
oS h	mS h	oS v	mS v	oS h	mS h	oS v	mS v	oS h	mS h	oS v	mS v
6	4,7	6	5,3	6,3	4	6	6	5,3	6	6,3	6
9,3	3,7	11,7	10,3	13	3,3	12,3	8,3	7,7	5,7	9,3	7,3
9,7	6	17,3	6,3	7,3	3,7	8,3	7,3	6	6	14,7	13
18,3	6,3	18,7	9	10,7	6,6	14,7	10,3	7	5,7	14	9
3	3,3	5	4	4,3	2	5,3	5	5,3	4,3	6,7	3,3
5	5	4,3	4,3	5,7	2	4,7	3,7	5,7	2,7	4,3	3
2,3	1	4,7	3,3	2	1	3,7	3,7	3,3	3,2	3,7	3

Tabelle 3 Horizontale (h) und vertikale (v) Periotest[®]-Werte (PW) vor (oS) und nach (mS) Anlegen der flexiblen Schienen

Tabelle 4 zeigt die mit Hilfe des *Kolmogorov-Smirnov-Tests* sowie den *Shapiro-Wilk-Test* ermittelten Signifikanzen, wobei die rot dargestellten Werte $p < 0,05$ sind.

	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
PW oS h	p= 0,1	p= 0,014
PW mS h	p= 0,2	p= 0,231
PW oS v	p= 0,06	p= 0,01
PW mS v	p= 0,2	p= 0,086

Tabelle 4 Ergebnisse der Normalverteilungsanalysen für die Periotest[®]-Werte der einzelnen Messreihen aus Tabelle 3

Für den Vergleich der horizontalen und vertikalen Periotest[®]-Werte vor Fixation und bei eingegliedertter Schiene mit Hilfe des *Wilcoxon-Tests* ergaben sich sowohl für die horizontalen ($p < 0,001$) als auch für die vertikalen ($p < 0,001$) Messungen eindeutige Unterschiede. Die Mittelwerte der gepaarten Differenzen (PW vor Schienung- PW nach Schienung) lagen für die horizontalen Werte mit 2,8 etwas höher als bei den vertikalen Messungen mit 2,4.

Rigide Draht-Komposit-Schiene

In Tabelle 5 sind analog zum Vorgehen bei der flexiblen Schiene die Mittelwerte der Periotest[®]-Werte für die rigide Schienung dargestellt.

Schiene 1 (rigide) PW				Schiene 2 (rigide) PW				Schiene 3 (rigide) PW			
oS h	mS h	oS v	mS v	oS h	mS h	oS v	mS v	oS h	mS h	oS v	mS v
8,3	1,3	8,3	7	8	6	6,7	5,3	9,1	1	8	7
10,7	0,7	11	7,3	11	-0,3	12,3	7,3	7,3	2,3	14,6	9
7,3	2	11,3	6,7	9	2,3	20,3	7,7	12,3	3,3	23	12
7,3	2,3	14,3	7,3	6,7	3	10,3	10	7,7	3	17	9,6
5,7	0,7	5,3	3,3	5,7	2,7	7	3,7	5,3	1,3	5	3,7
6	0,7	5	0,3	5,7	2	6	3	5,7	2,7	5	2
5	0,3	4	1,7	3,3	2,3	3,7	2,3	4	0,3	5	4

Tabelle 5 Horizontale (h) und vertikale (v) Periotest[®]-Werte (PW) vor (oS) und nach Anlegen (mS) der rigiden Schiene

Die gemessenen Werte wurden mittels *Kolmogorov-Smirnov*- sowie *Shapiro-Wilk-Test* auf Normalverteilung untersucht und die Ergebnisse in Tabelle 8 dargestellt. Für die Messreihe „PW oS v“ war der p-Wert kleiner 0,05.

	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
PW oS h	p= 0,2	p= 0,56
PW mS h	p= 0,2	p= 0,79
PW oS v	p= 0,118	p= 0,016
PW mS v	p= 0,2	p= 0,615

Tabelle 6 Ergebnisse der Normalverteilungsanalysen für die Periotest[®]-Werte der einzelnen Messreihen aus Tabelle 5

Die horizontalen und vertikalen Ausgangs- und Endwerte wurden mittels *Wilcoxon-Test* verglichen. Für die horizontalen ($p < 0,001$) und vertikalen ($p < 0,001$) Messungen ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen den Periotest[®]-Werten vor Immobilisation und bei liegender Schiene. Die Mittelwerte der so gepaarten Differenzen (PW vor Schienung- PW nach Schienung) lagen für die horizontalen Messwerte bei 5,3 und für die vertikalen Werte bei 3,9.

Vergleich der Rigidität beider Schienenvarianten

Um die Unterschiede beider Schienungsvarianten in Bezug auf die Rigidität zu prüfen wurden die Differenzen aus den Ausgangswerten minus den Endwerten für die vertikalen und horizontalen Messungen für jede Schienenart gebildet.

Die errechneten Differenzen wurden wiederum mittels *Kolmogorov-Smirnov*- und *Shapiro-Wilk-Test* auf Normalverteilung überprüft und die Ergebnisse in Tabelle 7 aufgeschlüsselt, wobei die rot dargestellten Werte kleiner 0,05 sind, was eine Normalverteilung nicht erwarten lässt.

	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
Diff F h	p= 0,013	p= 0,278
Diff F v	p= 0,2	p= 0,01
Diff R h	p= 0,039	p= 0,01
Diff R v	p= 0,0004	p= 0,01

Tabelle 7 Ergebnisse der Normalverteilungsanalyse für die Differenzen (Diff) von Ausgangs- und Endwerten aus Tabelle 3 und 5 bei flexibler (F) und rigider (R) Schienung für die horizontalen (h) sowie vertikalen (v) Messungen

Für den Rigiditätsvergleich der beiden Schienenarten wurde der nichtparametrische Test für zwei verbundene Stichproben nach *Wilcoxon* gewählt, wobei sich für die Differenzen der horizontalen Messungen bei flexibler und rigider Schiene einem p-Wert von 0,004 eindeutige Unterschiede ergaben. Für die vertikalen Messungen war bei einem p-Wert von 0,058 nur tendenzielle Unterschiede erkennbar.

Der Mittelwert der gepaarten Differenzen lag für die horizontalen Messungen bei 2,5, für die vertikalen Messungen dagegen nur bei 1,5.

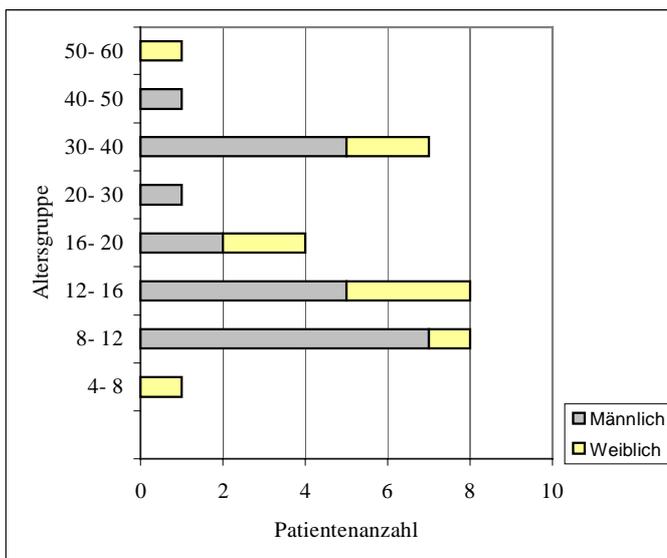
4.3 Klinische Anwendung der flexiblen und rigiden Draht-Komposit-Schienen bei dentoalveolären Verletzungen

Es wurden 46 Patienten, davon 32 männliche und 14 weibliche mit 101 verletzten Zähnen im Rahmen dieser Studie versorgt. Nur jene 31 Patienten, davon 21 männliche und zehn weibliche (67 verletzte Zähne), welche regelmäßig zu den Nachuntersuchungen erschienen, wurden der Auswertung zugeführt. Es ergab sich eine patientenbezogene Ausfallrate von 32,6%, was auf die verletzten Zähne bezogen 33,7% entsprach. Das Durchschnittsalter lag bei 20,2 Jahren (min. 7; max. 52,7 Jahre).

Altersverteilung der Patienten

Angaben in der Literatur (WEPNER et al. 1987) zu verschiedenen Gipfeln der Inzidenz von Traumata, führten zu einer Unterteilung in Altersklassen, die zwischen dem ersten und 20. Lebensjahr jeweils vier und ab dem 20. Lebensjahr jeweils zehn Jahre umfasste.

Diagramm 8 zeigt die Unfallhäufigkeit in den einzelnen Altersgruppen.



Alter in Jahren	Männlich	Weiblich
	n	n
4- 8	0	1
8- 12	7	1
12- 16	5	3
16- 20	2	2
20- 30	1	0
30- 40	5	2
40- 50	1	0
50- 60	0	1

Diagramm 8 Darstellung der Verletzungshäufigkeit (Anzahl der Patienten) in den Altersgruppen nach dem Geschlecht

Etwa fünfzig Prozent aller Patienten verunfallte im Alter von 8 bis 16 Jahren. Ein weiterer Inzidenzpeak war in der Altersgruppe der 30-40jährigen zu beobachten, Kleinkinder und Rentner waren in der untersuchten Gruppe nicht vertreten. Es herrscht ein durchschnittliche Verhältnis von Männer zu Frauen von zwei zu eins, jedoch war das männliche Geschlecht in den Altersgruppen von 8-16 Jahren sowie 30-40 Jahren überdurchschnittlich häufiger vertreten als deren weibliche Altersgenossen.

Diagnostizierte Verletzungen

In Diagramm 9 ist die Anzahl dentoalveolärer Verletzungen, speziell Zahnluxationen und intraalveoläre Frakturen, je Patient nach dem Geschlecht dargestellt.

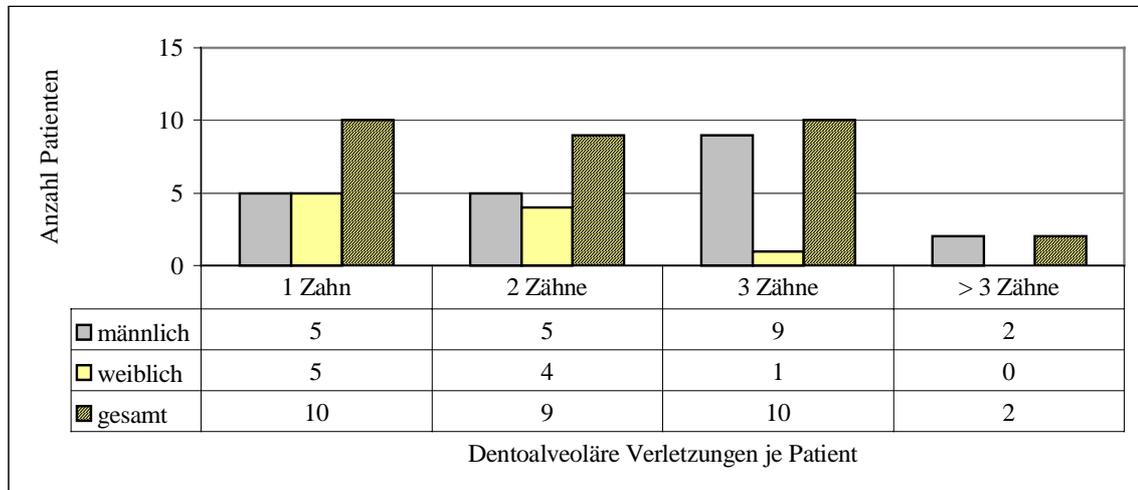


Diagramm 9 Anzahl der Zähne mit dentoalveolären Verletzungen bei männlichen und weiblichen Patienten

Betrachtet man die Verteilung nach dem Geschlecht, zeigten weibliche Patienten fast ausschließlich Verletzungen an ein oder zwei Zähnen. Männliche Patienten waren etwa ebenso häufig von Verletzungen an ein oder zwei Zähnen betroffen, jedoch erlitten die Männer häufiger umfangreiche Traumata an drei und mehr Zähnen als die Frauen dieser Studie. Bei der Analyse der gesamten Patienten war eine gleichmäßige Häufigkeitsverteilung in den Gruppen mit ein, zwei oder drei verletzten Zähnen zu erkennen. Luxationstraumata an mehr als drei Zähne waren selten.

Zahnluxationen treten selten als alleinige Verletzung auf. Oft sind sie mit Zahnhartsubstanz- oder Alveolar Knochenfrakturen sowie Schädigungen der umgebenden Weichgewebe vergesellschaftet und es werden, wie bereits in Diagramm 9 dargestellt, häufig mehrere benachbarte Zähne in Mitleidenschaft gezogen.

Diagramm 10 zeigt das Vorkommen isolierter Luxationen sowie deren Kombination mit Zahnhartsubstanz- und Alveolarfortsatzverletzungen. Ferner wurde eine Differenzierung in Einzel- und Mehrzahnverletzungen vorgenommen.

Im vorliegenden Patientengut traten isolierte Zahnluxationen sowie die Kombination mit Alveolarfortsatzfrakturen an zwei und mehr benachbarten Zähnen etwa dreimal häufiger auf als Luxationen in Verbindung mit Zahnhartsubstanzverletzungen oder die Kombination aller drei Strukturen.

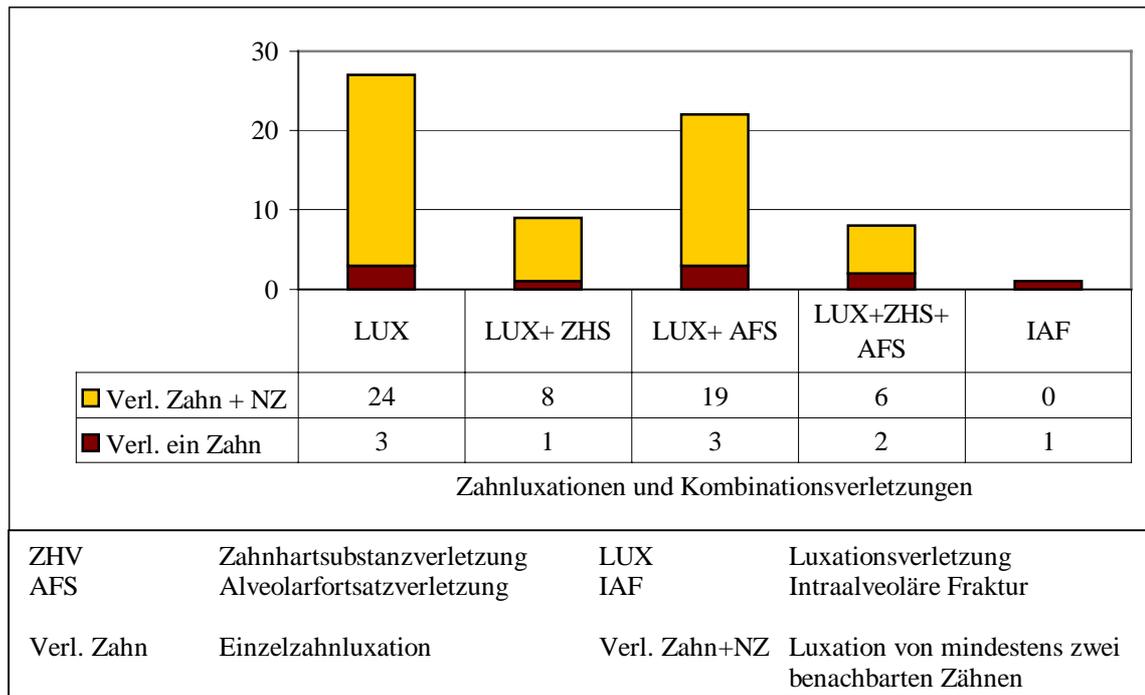


Diagramm 10 Luxationsverletzungen sowie deren Kombinationen mit Zahnhartsubstanz- und Alveolarverletzungen differenziert nach Einzel- und Mehrzahnbeteiligung

Der Anteil von Einzahnbeteiligungen war bei diesen Verletzungsmustern verhältnismäßig gering. Neben den Patienten mit Luxationsverletzungen, welche mittels Schienungstherapie versorgt wurden, konnte als Besonderheit eine Patientin mit einer intraalveolären Fraktur unter Verwendung eines der zu untersuchenden Schienungsbehelfe behandelt werden.

Wurde in der retrospektiven Studie noch eine Einteilung der Luxationsverletzungen in die Grade I-III (MÜLLER und TAATZ 1969) vorgenommen, so wurde für die vorliegende Untersuchung die Nomenklatur nach ANDREASEN et al. (2000) eingeführt. Sie umfasst fünf Verletzungsmuster, wobei die Lockerung einer Luxation I.°, die laterale Luxation, Intrusion sowie die Extrusion dem Luxationsgrad II und die Avulsion einer Luxation III.° entsprechen.

Diagramm 11 zeigt die Häufigkeit der einzelnen Verletzungsmuster im untersuchten Patientengut.

Lockerungen wurden bei 38 Zähnen als häufigste Verletzungsart diagnostiziert, gefolgt von lateralen Luxationen an zwölf Zähnen sowie Avulsionen bei elf Zähnen. Extrusionen waren mit fünf Zähnen relativ selten, Intrusionen wurden bei dieser Patientengruppe nicht gefunden.

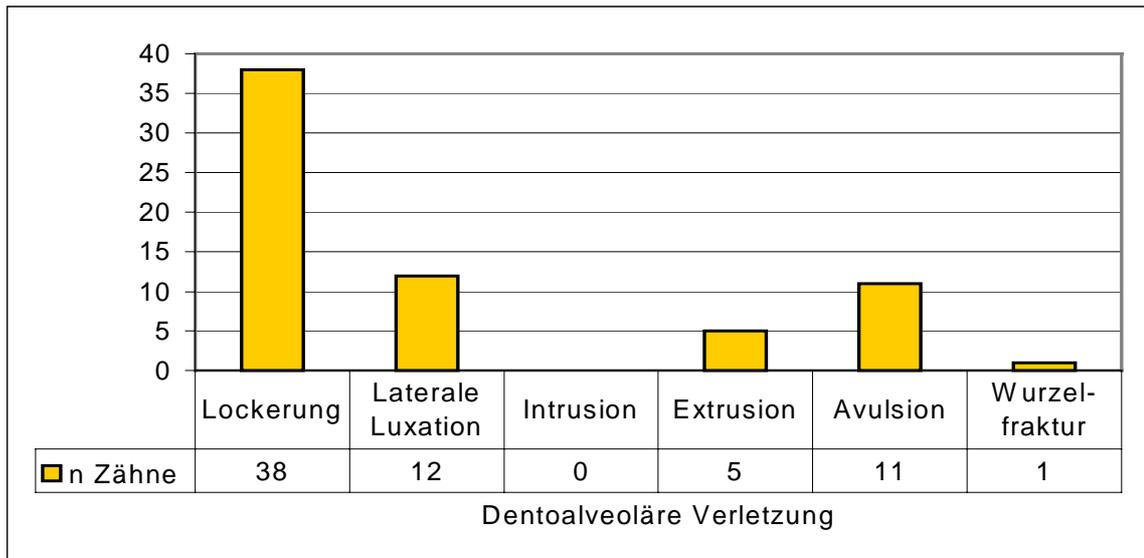


Diagramm 11 Häufigkeit (Anzahl der Zähne) der dentoalveolären Verletzungsmuster

Neben der Diagnose der dentoalveolären Verletzungen wurde der Ausgangsindex nach FILIPPI et al. (2000 a) berechnet.

In Diagramm 12 ist die Häufigkeit der einzelnen Indexwerte für alle siebenundsechzig untersuchten Zähne in Prozent dargestellt.

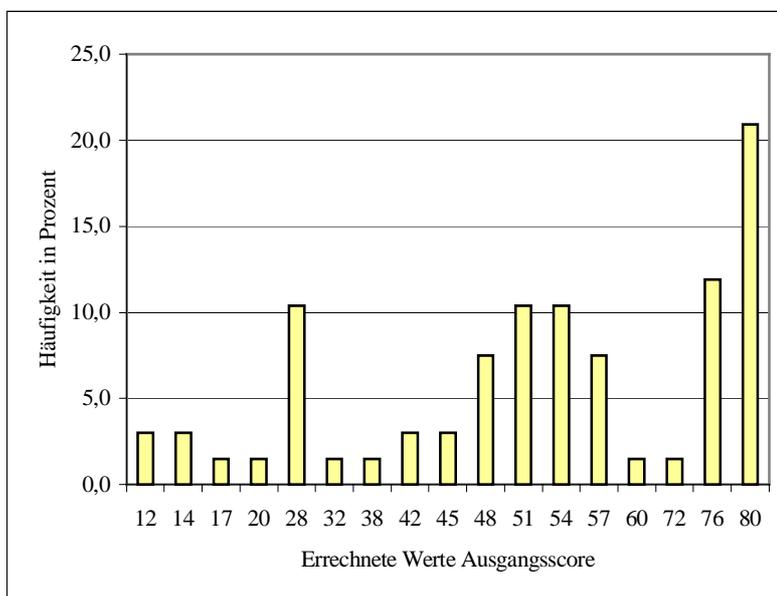
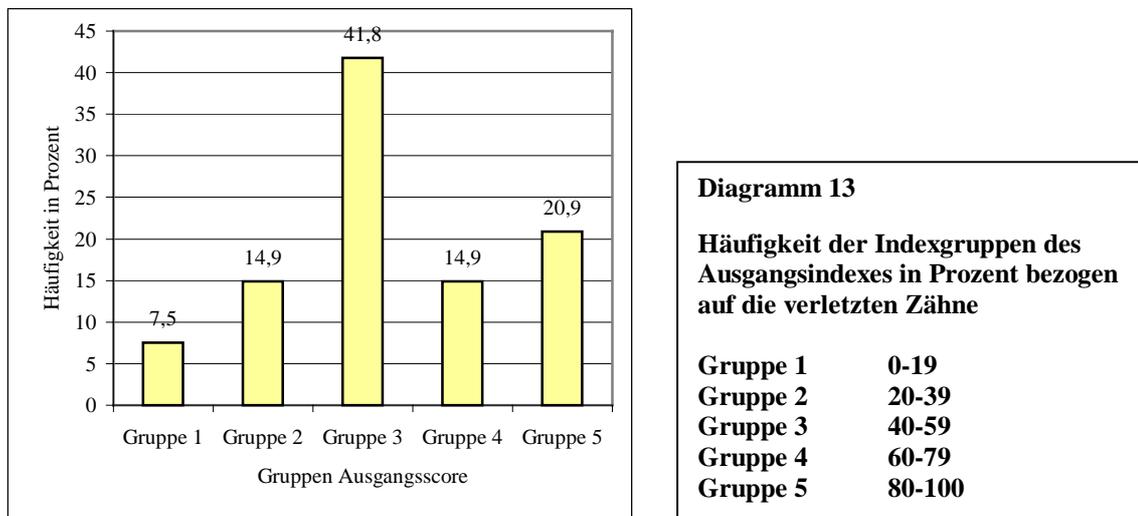


Diagramm 12 Häufigkeit der errechneten Werte für den Ausgangsindex bezogen auf die verletzten Zähne

Mittels *Kolmogorov-Smirnov-Test* wurden die errechneten Indexwerte auf Normalverteilung geprüft, wobei ein p-Wert von 0,032 keine Normalverteilung erwarten ließ. Betrachtet man die graphische Darstellung, zeigt sich, dass im Bereich der höheren Werte eine größere Häufung anzutreffen ist.

Deutlicher wird die Verteilung der Indexwerte nach Einordnung in die entsprechenden Indexgruppen. Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Gruppen ist in Diagramm 13 dargestellt.

Anhand der Graphik lässt sich ablesen, dass die verletzten Zähne in über 40% der Fälle mit Werten zwischen 40 und 59 bewertet wurden, Indexwerte zwischen 80-100 traten in etwa 20% auf, Werte zwischen 20-39 und 60-79 hingegen nur in etwa 15%. Am seltensten wurden Werte zwischen 0 und 19 gefunden. Weiterhin ist im Diagramm eine tendenzielle Verschiebung der Häufigkeit hin zu den höheren Indexwerten auszumachen. Der errechnete Mittelwert von 54,5 bestätigt diesen Eindruck.



Durchgeführte Therapie

Alle Patienten wurden nach dem unter Material und Methode beschriebenen Therapieschema behandelt, jedoch musste bei Verletzungen mehrerer Zähne die Wahl der Schiene sowie die Schienungsdauer, unter Vernachlässigung der Indikation für den einzelnen Zahn, der Gesamtsituation angepasst werden. Weitere Abweichungen vom Therapieschema im Sinne einer Behandlungsverzögerung traten aufgrund mangelnder Patientencompliance auf.

In Diagramm 14 ist die Häufigkeit der eingesetzten Schienungen nach den einzelnen Verletzungsgruppen dargestellt.

Die flexible Schiene kam in fast allen Fällen von Luxationstraumata zur Anwendung, jedoch wurde in Einzelfällen eine Behandlung mit einer rigiden Schiene notwendig, da entweder eine begleitende Alveolarfortsatzverletzung vorlag oder die Verletzung der Nachbarzähne eine Versorgung mittels rigider Schiene erforderte.

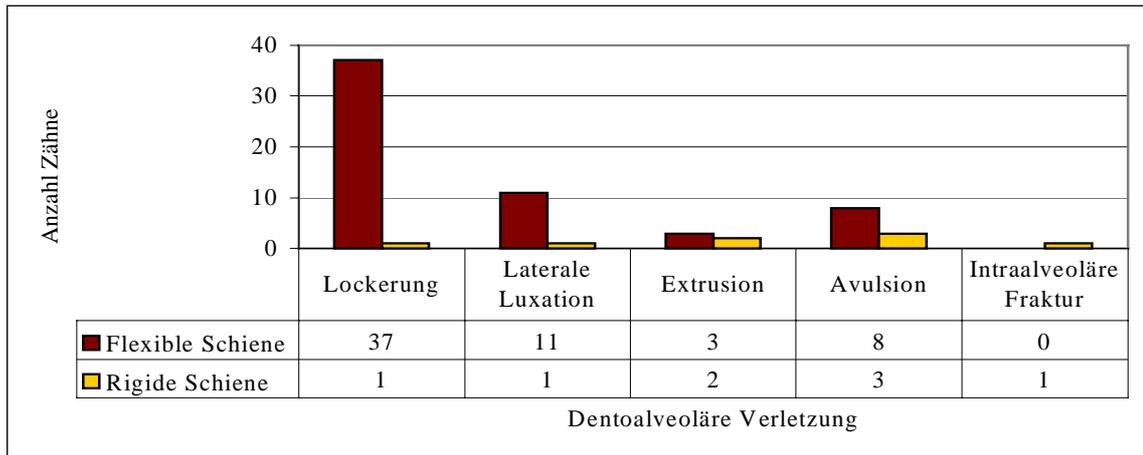


Diagramm 14 Häufigkeit der verwandten Schienungsbehelfe nach den einzelnen Verletzungsgruppen

Ein Patient mit intraalveolärer Fraktur wurde der Indikation entsprechend ebenfalls mit einer rigiden Schiene therapiert. Insgesamt wurden 59 Zähne flexibel und acht Zähne rigide geschient.

Die Dauer der Schienungsperiode richtete sich im allgemeinen nach der entsprechenden Indikation, jedoch waren Abweichungen aus unterschiedlichen Gründen möglich. Diagramm 15 zeigt die Streubreite der Schienungszeiten als Boxplot.

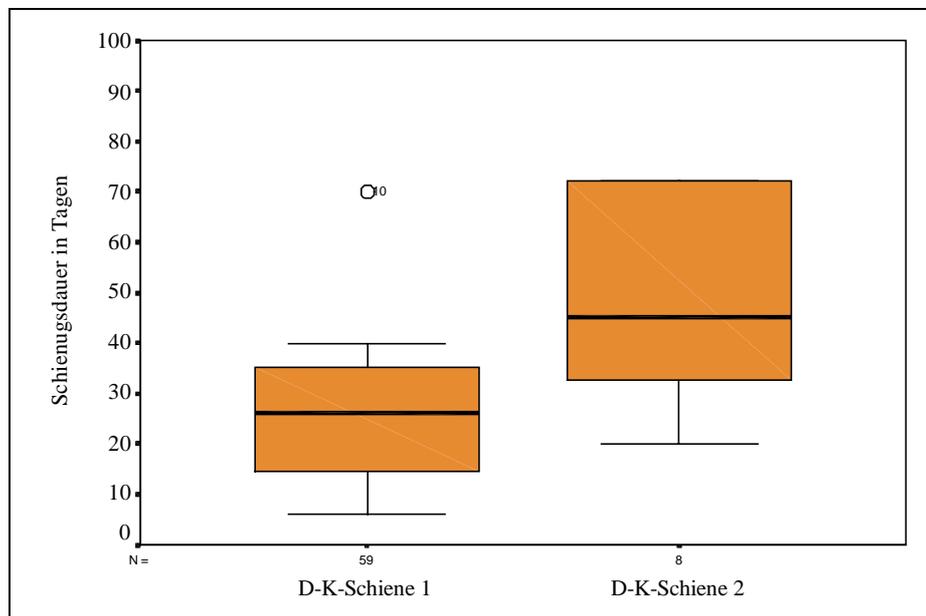


Diagramm 15 Darstellung der Schienungszeiten für die Draht-Komposit-Schienen D-K-Schiene 1 (0,45 mm) und D-K-Schiene 2 (0,8 x 1,8)

Für Schiene 1 (Draht-Komposit-Schiene flexibel) lag der Medianwert bei 26 Tagen, der Mittelwert bei 25,4 Tagen, mit einer minimalen Schienungsdauer von sechs und einem

Maximumwert von 70 Tagen. Die fünfzig Prozent aller Werte, welche sich innerhalb der Spanne von 25 bis 75 Prozent um den Medianwert gruppieren, lagen zwischen 14,5 und 35 Tagen. Die Draht-Komposit-Schiene 2 (rigide) mit einer Drahtstärke von 0,8 x 1,8 mm wurde den Indikationen entsprechend für längere Schienungsperioden eingegliedert. Der Medianwert lag bei 45, der Mittelwert bei 74,1 Tagen, die kürzeste Schienungszeit betrug 20, die längste 274 Tage. Alle Werte, die sich innerhalb der Spanne von 25 bis 75 Prozent befanden, lagen zwischen 32,5 und 72 Tagen.

In Diagramm 16 sind die benötigten Zeitspannen zum Anlegen der Schienen für beide Arten mittels Boxplot graphisch dargestellt.

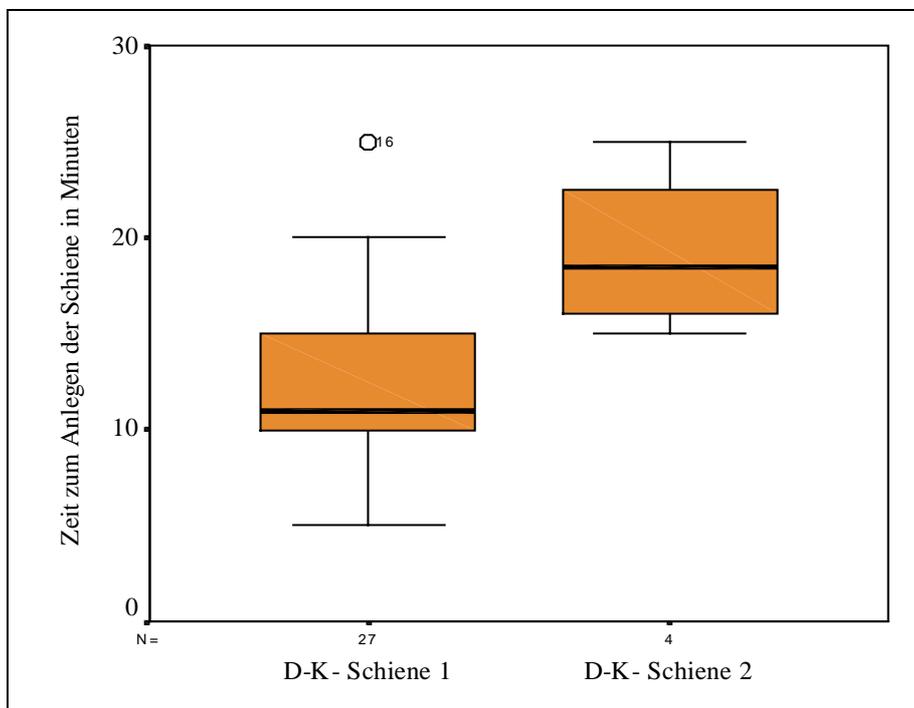


Diagramm 16 Darstellung der benötigten Zeit zum Anlegen der Schienen

Für die Draht-Komposit-Schiene 1 (flexibel) lag der Medianwert bei 11 Minuten, die minimal benötigte Zeit betrug fünf Minuten, der Maximalwert lagen bei 25 Minuten. Der Medianwert für Schiene 2 (rigide) lag bei 18, 5 Minuten, mit einem Minimum bei 15 und einem Maximum bei 25 Minuten.

Die Schwierigkeit der Eingliederung der flexiblen Draht-Komposit-Schiene wurde zweimal mit drei Punkten, neunmal mit vier Punkten und 15 mal mit fünf Punkten bewertet. Die rigide Draht-Komposit-Schiene erhielt einmal die Bewertung „3“, zweimal „4“ und einmal „5“.

Die Ergebnisse der Patientenbefragung zu den Trageeigenschaften der Draht-Komposit-Schienen sind in Diagramm 17 graphisch dargestellt.

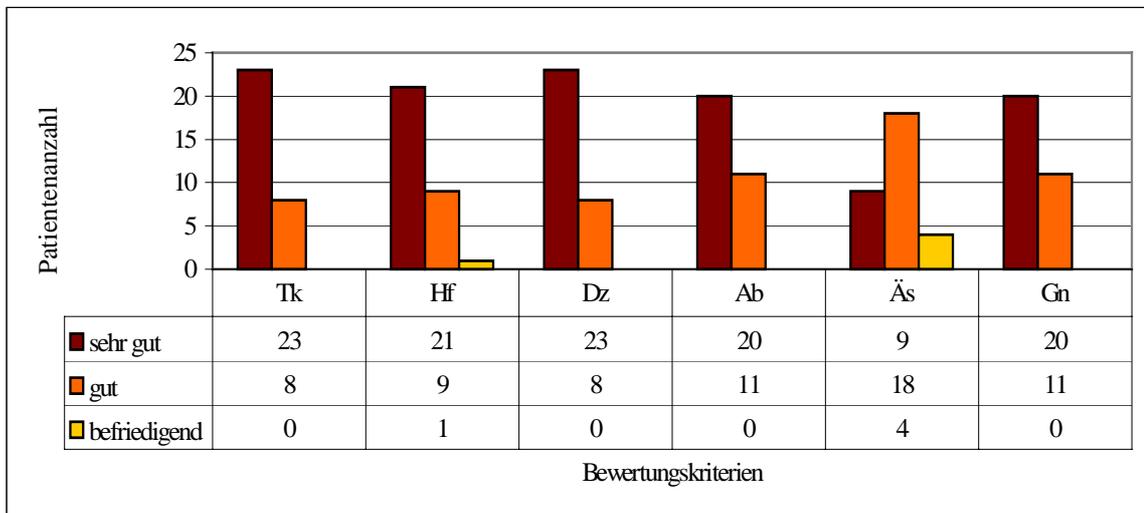


Diagramm 17 Häufigkeit der vergebenen Noten nach den einzelnen Bewertungskriterien (Tk= Tragekomfort, Hf= Hygienefähigkeit, Dz= Dolenz, Ab= Allgemeinbefinden, Äs= Ästhetik, Gn= Gesamtnote) zu den Trageeigenschaften der Schienen

Augenfällig war, dass für die Bewertung der Kriterien nur Noten zwischen eins und drei vergeben wurden.

In den Rubriken Tragekomfort, Hygienefähigkeit, Schmerzhaftigkeit und Allgemeinbefinden dominierte „Sehr gut“ als Bewertung und wurde etwa doppelt so häufig vergeben als „Gut“. Ästhetische Einschränkungen wurden von 71 Prozent der Patienten angegeben, wobei neun Patienten diesen Punkt mit „Sehr gut“, 18 Patienten mit „Gut“ und nur vier mit „Befriedigend“ bewerteten.

Die Gesamteinschätzung der Trageeigenschaften der Schienen ist mit 20 mal „Sehr gut“ und elf mal „Gut“ als positiv zu bewerten.

Nachuntersuchung

Die auf Basis der klinischen und radiologischen Untersuchungen gewonnenen Bewertungen der einzelnen Gewebe wurden genutzt, um den Heilungsindex jedes verletzten Zahnes zu errechnen.

Diagramm 18 zeigt die Häufigkeit der errechneten Heilungsindexwerte für alle 67 untersuchten Zähne in Prozent.

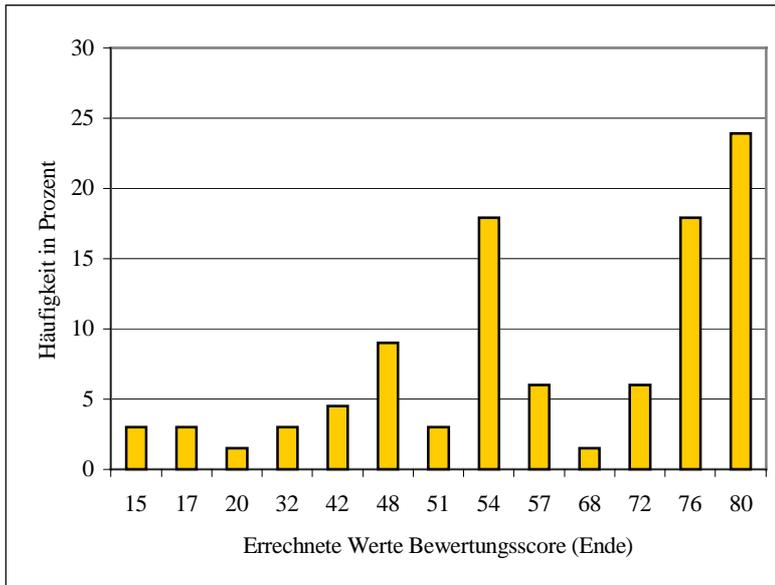


Diagramm 18 Häufigkeit der errechneten Werte für den Heilungsindex bezogen auf die verletzten Zähne

Für die Untersuchung auf Normalverteilung wurde der *Kolmogorov-Smirnov-Test* herangezogen, wobei ein errechneter p-Wert von 0,007 keine Normalverteilung erwarten ließ. Betrachtet man die einzelnen Indexwerte zeigt sich, dass eine größere Häufung im Bereich der höheren Bewertungen, was für eine gute Prognose spricht, anzutreffen ist.

Die Häufigkeit der fünf Heilungsindexgruppen ist in Diagramm 19 dargestellt.

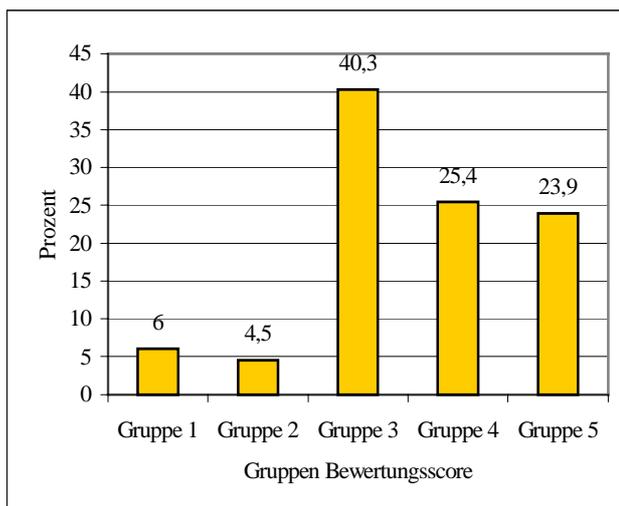


Diagramm 19

Häufigkeit der Indexgruppen des Heilungsindex in Prozent bezogen auf die verletzten Zähne

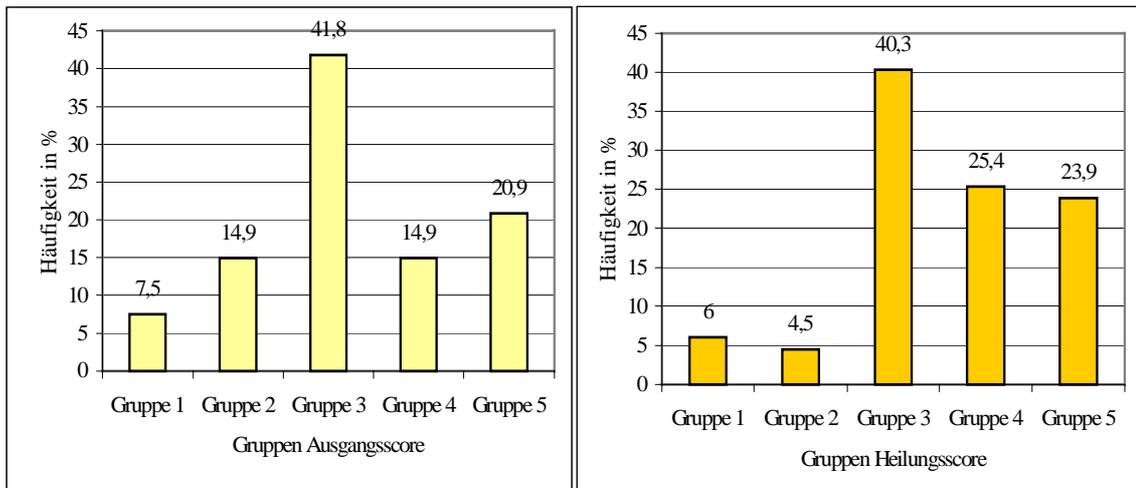
Gruppe 1	0-19
Gruppe 2	20- 39
Gruppe 3	40-59
Gruppe 4	60-79
Gruppe 5	80-100

Die Graphik zeigt, dass nach einer einjährigen Heilungsperiode über 40% der Fälle mit Werten zwischen 40 und 59 bewertet wurden, Indexwerte zwischen 60-79 wurden in 25% der Fälle errechnet, Werte von 80-100 in etwa 20 Prozent. Werte zwischen 0-39

waren mit insgesamt 10,5 Prozent seltener vertreten. Eine Verschiebung der Häufigkeit hin zu höheren Indexwerten ist zu erkennen.

Vergleich von Ausgangszustand und Heilungsergebnis

In einem ersten Schritt wurden die Häufigkeiten der Indexgruppen von Ausgangs- und Heilungsindex verglichen. Übersicht 3 zeigt die graphische Gegenüberstellung der Häufigkeiten der Indexgruppen zum Vergleich von Ausgangs- und Endzustand (Diagramm 13 und 19).



Übersicht 3 Vergleichende Darstellung von Diagramm 13 und 19 zur Beurteilung von Unterschieden in der Häufigkeitsverteilung der Gruppen von Ausgangs- und Heilungsindex bezogen auf die verletzten Zähne

Bei der Betrachtung der graphischen Darstellung zur Häufigkeitsverteilung der einzelnen Gruppen fällt auf, dass für den Heilungsindex im Vergleich zum Ausgangsindex eine Rechtsverschiebung der Kurve zu Gunsten der besseren Heilungsergebnisse eingetreten ist.

Dieser Sachverhalt wurde statistisch unter Voraussetzung der Unterschiedshypothese mittels *Wilcoxon-Test* geprüft. Die angenommenen Unterschiede zwischen Ausgangs- und Heilungsindex konnten bestätigt werden ($p=0,001$).

Auch die Hypothese, dass zwischen Ausgangs- und Endzustand signifikante Zusammenhänge bestehen, konnte mittels *Pearson-Chi-Quadrat-Test* bei einem p-Wert von 0,001 als richtig angenommen werden.

Die Gruppenzuordnung für Ausgangs- und Endzustand wurde für alle Zähne überprüft, wobei in 77,6 Prozent der Fälle eine Übereinstimmung vorlag. In 22,4 Prozent der Fälle war eine Gruppenverschiebung eingetreten.

Die Kreuztabellenanalyse (Tabelle 8) zeigt hier mit blauen Zahlen die Fälle, welche bei der Bewertung des Ausgangs- und Endzustandes in ein und der selben Gruppe blieben. Rot dargestellt sind Zähne, die in die nächst tiefere Gruppe eingestuft wurden, dunkelgrüne Zahlen stellen eine Verbesserung um eine Gruppe, hellgrüne eine Verbesserung um zwei Gruppen dar.

			Heilungsindex Gruppen					Gesamt
			1	2	3	4	5	
Ausgangs- index Gruppen	1	Anzahl	3		2			5
		%	60,0%		40,0%			100,0%
	2	Anzahl	1	3	4	2		10
		%	10,0%	30,0%	40,0%	20,0%		100,0%
	3	Anzahl			21	5	1	27
	%			77,8%	18,5%	3,7%	100,0%	
	4	Anzahl				10		10
		%				100,0%		100,0%
	5	Anzahl					15	15
		%					100,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	4	3	27	17	16	67
		%	6,0%	4,5%	40,3%	25,4%	23,9%	100,0%

Tabelle 8 Kreuztabellenanalyse zur Feststellung von Gruppenverschiebungen zwischen Ausgangs- und Heilungsindex

Interessant erschien nun die Analyse, welche Gewebe durch ihre unterschiedliche Anfangs- und Endbewertung eine Differenz zwischen Ausgangs- und Heilungsindex bewirkten. In Tabelle 9 ist die Anzahl der Fälle, aufgeschlüsselt nach den Geweben, welche einer Gruppenverschiebung unterlagen, angezeigt.

Gewebe	Aigr + 1= Higr	Aigr + 2= Higr	Aigr - 1= Higr	Gesamt
Gingiva	3	5	0	8
Parodont	5	0	1	6
Endodont	1	0	0	1

Tabelle 9 Darstellung der einzelnen Gewebe, die auf Grund der Bewertung bei einzelnen Zähnen zu einer Verschiebung zwischen Ausgangsindexgruppe (Aigr) und Heilungsindexgruppe (Higr) führten

Besonders deutlich tritt die Rubrik „Gingiva“ hervor, in der es bei drei Fällen zur Verschiebung um eine Gruppe und in fünf Fällen um zwei Gruppen nach oben kam. In der Rubrik Parodont ist in fünf Fällen ein Aufsteigen in eine höhere Gruppe zu verzeichnen, jedoch auch in ein Abstieg um eine Gruppe. Die Gruppenverschiebung in der Rubrik Gingiva mit insgesamt acht Fällen deutet auf einen möglichen Korrekturbedarf bei der Bewertung des Ausgangszustandes dieser Gewebsstruktur hin.

4.4 Qualitative und quantitative Bewertung der Schienungskonzepte in der studentischen Ausbildung

Die im Rahmen des Schienenphantomkurses von den Studenten beantworteten Fragebögen wurden nach den Kriterien Anwenderfreundlichkeit, Praktikabilität und Zeitaufwand ausgewertet. In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse der Bewertung der studentischen Arbeiten dargestellt.

Anwenderfreundlichkeit, Praktikabilität und Zeitaufwand

Tabelle 11 zeigt die Häufigkeit der Bewertungen für die einzelnen Schienen nach den Kriterien Schwierigkeit des Drahtvorbiegens, der Befestigung und der Entfernung der Schienen sowie der Praktikabilität.

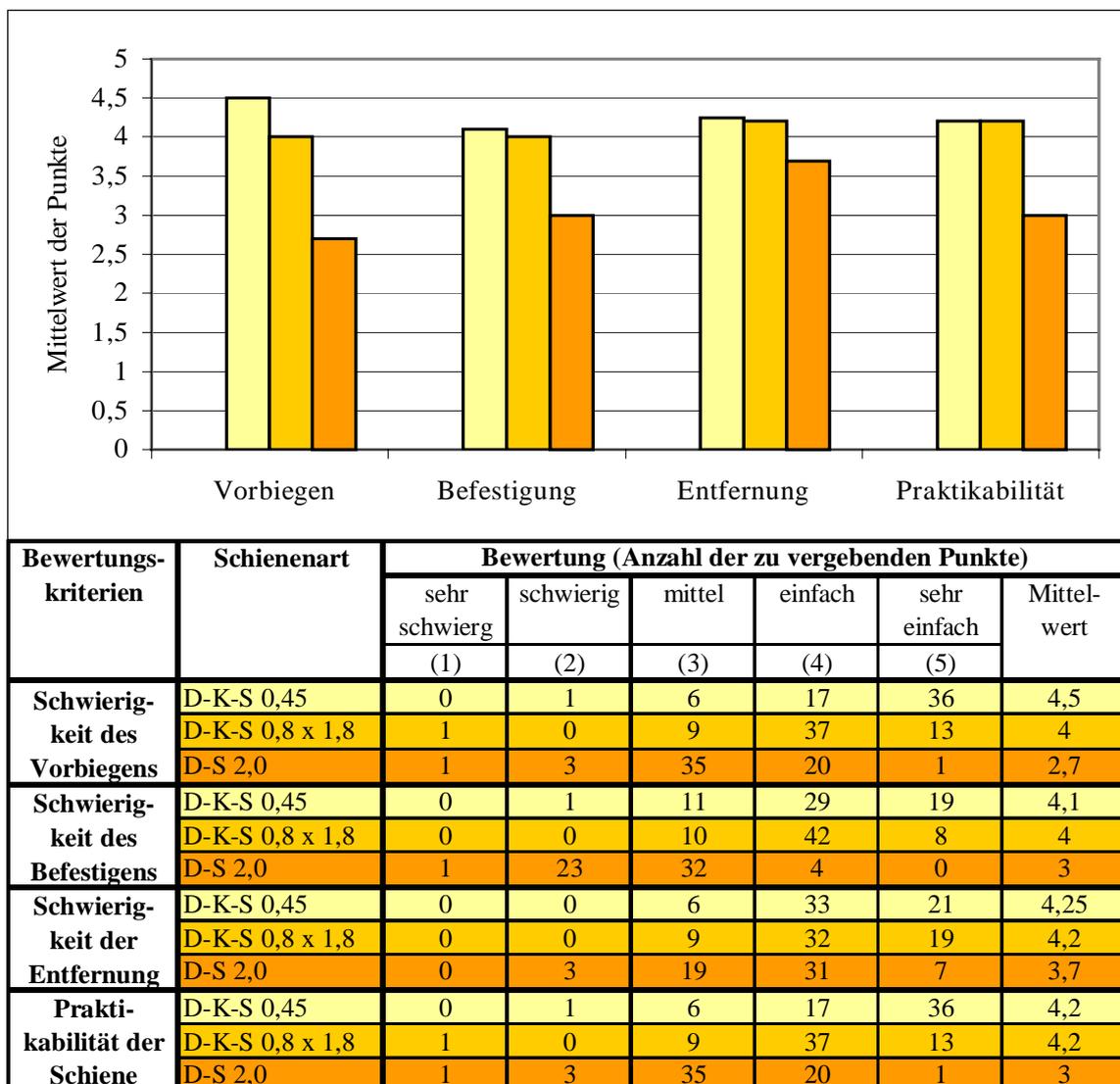


Diagramm 20 Häufigkeitsverteilung der Bewertungen (Punkte) nach den Kriterien für die flexible Draht-Komposit-Schiene (D-K-S 0,45), die rigide Draht-Komposit-Schiene (D-K-S 0,8 x 1,8) sowie die freihändig gebogene Drahtbogenschienen (D-S 2,0)

Es zeigte sich, dass für alle Rubriken sowohl für die flexible, als auch für die rigide Draht-Komposit-Schiene höhere Punktzahlen vergeben wurden als für die freihändig gebogene Drahtschiene. Die Datenreihen wurden mittels *Kolmogorov-Smirnov-Test* auf Normalverteilung geprüft. Da alle errechneten p-Werte kleiner 0,05 waren, konnte von einer Normalverteilung nicht ausgegangen werden. Für die Untersuchung auf Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Schienen wurde der Test nach *Wilcoxon* herangezogen. Für alle Bewertungskriterien wurden die drei Schienen jeweils paarweise verglichen. Dabei zeigte sich, dass zwischen den beiden Draht-Komposit-Schienen keine statistisch nachweisbaren Unterschiede auftraten, jedoch wurden im Vergleich der Draht-Komposit-Schienen mit der freihändig gebogenen Drahtschiene deutliche Unterschiede ($p < 0,001$) sichtbar. In Diagramm 20 sind die Mittelwerte der Bewertungspunkte der einzelnen Rubriken, welche der Tabelle zu entnehmen sind, nach den drei Schienen graphisch dargestellt.

Für alle Bewertungskriterien war ein deutlicher Unterschied zwischen den Draht-Komposit-Schienen mit durchschnittlichen Werten von 4,2 und der freihändig gebogenen Drahtbogenschiene mit einem Durchschnittswert von 3,1 zu erkennen, welche in allen vier Kategorien schlechter abschnitt.

In Beantwortung der Frage, welche Schienenvarianten in der späteren Praxis für die Versorgung von dentoalveolären Verletzungen genutzt werden würden, entschieden sich von 60 Teilnehmern 58 für die flexible Draht-Komposit-Schiene und 59 für die rigide Draht-Komposit-Schiene. Die freihändig gebogene Drahtschiene wurde nur 53 als zukünftige Schienungsmöglichkeit in Erwägung gezogen.

Neben den Fragen zur Anwenderfreundlichkeit wurden die Teilnehmer angehalten, die benötigten Zeiten zum Eingliedern und Entfernen der einzelnen Schienungsbehelfe festzuhalten. Diagramm 21 zeigt die Zeitspannen zum Anlegen der drei geübten Schienen.

Die Zeiten zum Anlegen der beiden Draht-Komposit-Schienen unterschieden sich bei einem Medianwert von 15 Minuten und einem Mittelwert von 16,4 Minuten für die flexible und 16,7 Minuten für die rigide Schiene kaum.

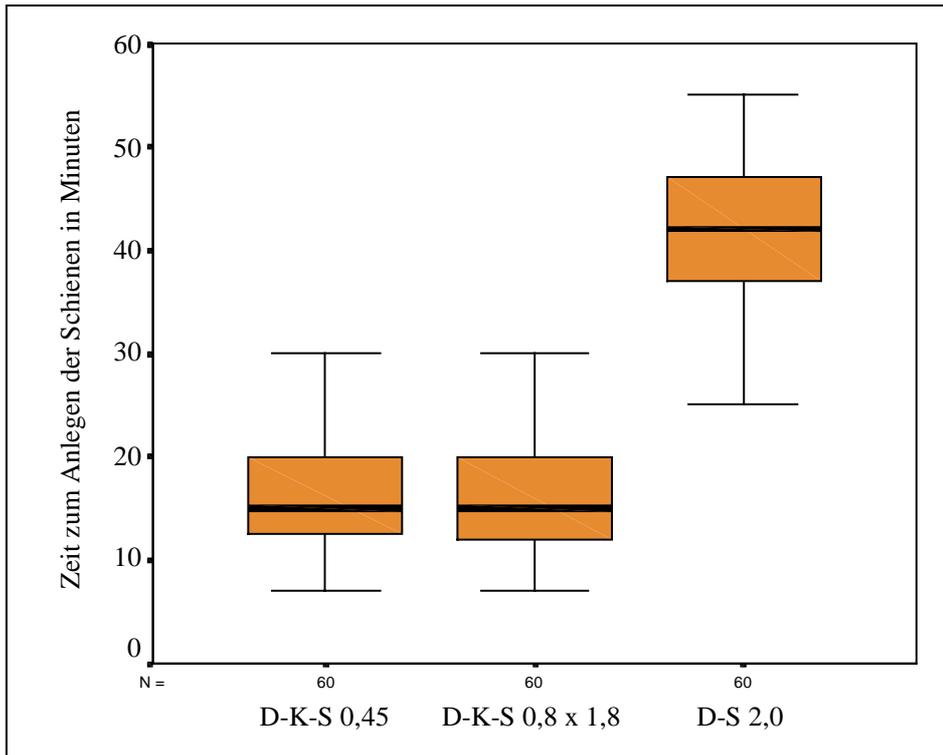


Diagramm 21 Benötigte Zeiten zum Anlegen der flexiblen (D-K-S 0,45), und rigiden (D-K-S 0,8 x 1,8) Draht-Komposit-Schiene sowie der freihändig gebogenen Drahtbogenschiene (D-S 2,0)

Diese Annahme konnte mittels *Wilcoxon-Test* bei einem errechneten p-Wert von 0,96 statistisch nachgewiesen werden. Die benötigten Zeiten zur Eingliederung der freihändig gebogenen Drahtbogenschienen zeigten bei einem Medianwert von 42 Minuten und einem Mittelwert von 41,6 Minuten deutliche Unterschiede gegenüber den Draht-Komposit-Schienen. Mittels *Wilcoxon-Test* wurde die Unterschiedshypothese geprüft und konnte bei errechneten p-Werten kleiner 0,001 angenommen werden.

Auch für die Zeiten zum Entfernen wurden eindeutige Unterschiede ($p < 0,001$) zwischen den Draht-Komposit-Schienen und der freihändig gebogenen Drahtbogenschiene gefunden. Zwischen der flexiblen und der rigiden Drahtschiene war bei einem p-Wert von 0,52 kein statistischer Unterschied nachweisbar. Der Medianwert lag für alle drei Schienenvarianten bei fünf Minuten, der Mittelwert variierte jedoch und lag für die flexible Draht-Komposit-Schiene bei 4,7 Minuten, für die rigide Schiene bei 4,9 Minuten und für die freihändig gebogene Drahtbogenschiene bei 6,6 Minuten.

Die graphische Darstellung dieser Sachverhalte gibt Diagramm 22 wieder.

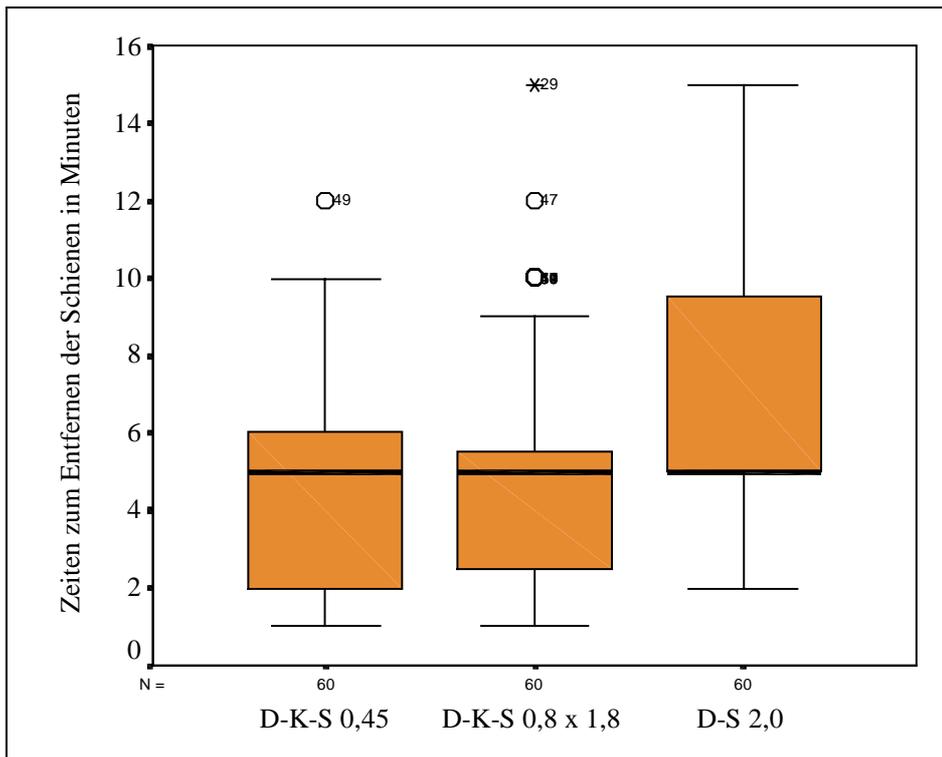


Diagramm 22 Benötigte Zeit zum Entfernen der flexiblen (D-K-S 0,45), und der rigiden (D-K-S 0,8 x 1,8) Draht-Komposit-Schiene sowie der freihändig gebogenen Drahtschiene (D-S 2,0)

Qualitative Bewertung der studentischen Arbeiten

Die Ergebnisse der qualitativen Bewertung der studentischen Arbeiten sollen an dieser Stelle gezeigt werden. Für die statistische Auswertung wurde dazu der Mittelwert aus den Gesamtnoten der drei Prüfer herangezogen.

Der Medianwert für die flexible Schiene lag bei 1,3, der Wert für die rigide Schiene war mit 1,7 etwas höher. Der Medianwert für die freihändige Drahtbogenschiene lag jedoch mit 2,8 wesentlich höher als bei den Draht-Komposit-Schienen. Die Datenreihen wurden auf Normalverteilung untersucht, jedoch konnte diese bei Werten p kleiner 0,001 nicht angenommen werden konnte. Die Mittelwerte der Gesamtnoten der einzelnen Schienen wurden mit Hilfe des *Wilcoxon-Tests* auf Unterschiede untersucht. Die Benotung der beiden Draht-Komposit-Schienen wies keine statistisch nachweisbaren Unterschiede auf ($p > 0,05$), wohingegen der Unterschied zur freihändig gebogenen Drahtschiene mit $p < 0,001$ sehr deutlich war.

5. Diskussion

5.1 Retrospektive Auswertung der traumatologischen Patientenklientel im Zeitraum von 1995 bis 1999

Die retrospektive Auswertung der zahntraumatologischen Patientenklientel sollte einen Eindruck über die diagnostizierten Verletzungen sowie durchgeführten Therapiemassnahmen am Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde in den vergangenen Jahren vermitteln. Basierend auf den so gewonnenen Erkenntnissen sollte ein Schienenkonzept zur Versorgung dentoalveolärer Verletzungen entwickelt werden. Betrachtet man die Verteilung der Patientenzahlen mit Zahntraumata in den einzelnen Jahren (1995: 221; 1996: 251; 1997: 249; 1998: 235; 1999: 239), lassen sich für diesen Zeitraum kaum Unterschiede erkennen. Dagegen zeigte eine retrospektive Untersuchung zum Auftreten von Gesichtsschädelfrakturen im Zeitraum von 1993-1998 an unserer Klinik (EPPENDORF 2000) einen Rückgang der verletzten Personen im Jahr 1997 um etwa ein Viertel und im Jahr 1998 um ein Fünftel zum jeweiligen Vorjahr. Eine Fragebogenaktion unter niedergelassenen Kieferchirurgen im Raum Halle zum Versorgungsverhalten von Gesichtsschädelfrakturen zeigte, dass diese Verletzungen zu 98% an unserer Klinik behandelt wurden (SCHNEIDER 1999) und somit eine Reduzierung des traumatologischen Patientenpools unserer Einrichtung ausgeschlossen werden konnte. Die Diskrepanz zur Retrospektive der Zahntraumata könnte auf eine tendenzielle Verminderung des Schweregrades der traumatologischen Verletzungsbilder im orofazialen System hindeuten.

Da neben dem Schweregrad der einzelnen dentoalveolären Verletzungen auch das Gesamtverletzungsbild entscheidenden Einfluss sowohl auf die einzuleitende Therapie (FISCHER 1970, DEWHURST et al. 1998) als auch auf die Prognose des verletzten Zahnes hat, wurde die Häufigkeitsverteilung der Verletzungen an einem, zwei oder mehreren Zähnen pro Patient analysiert. Betrachtet man die Zahnverletzungen insgesamt, zeigt sich, dass Patienten etwa gleich häufig Verletzungen an einem (31,6%) und zwei (29,7%) Zähnen erlitten, jedoch waren Patienten mit drei und mehr verletzten Zähnen mit 38,7 % deutlich häufiger vertreten. FISCHER (1970) fand in seinen Untersuchungen eine Beteiligung von einem Zahn in 24%, von zwei in 31% sowie von drei und mehr Zähnen in 45% der Fälle. Betrachtet man dagegen die Zahnluxationen isoliert, so zeigt sich, dass diese Verletzungen häufiger an einem (35,8%) und zwei (36%) Zähnen, seltener jedoch an drei und mehr Zähnen (28,2%) auftraten. Ein anderes

Verteilungsmuster wurde für die Zahnhartsubstanzverletzungen gefunden, wobei Frakturen an nur einem Zahn (54,1%) etwa doppelt so häufig waren, als Frakturen an zwei (25,9%) oder drei und mehr Zähnen (20%). Diese Diskrepanz zwischen den Werten der allgemeinen und differenzierten Darstellung zeigt, dass häufig eine Nebeneinander der verschiedenen Verletzungsmuster an ein und dem selben Patienten vorlag.

Interessant erschien die Frage nach der Häufigkeit der verletzten Zahntypen. In der Literatur schwankten die Angaben für die oberen mittleren Schneidezähne zwischen 67 und 80% (SCHÜTZMANSKY 1963, MÜLLER und OVERDIEK 1965, von ARX 1999). Seitliche Oberkieferschneidezähne waren in sieben bis 20% der Fälle betroffen (SCHÜTZMANSKY 1963, CORNELIUS et al. 1987). Die Häufigkeiten für die unteren Schneidezähne lagen in der Spanne von einem bis 14 Prozent (MÜLLER und OVERDIEK 1965, VON ARX 1999). All diese Angaben gelten für die Gesamtheit der Zahnverletzungen. In unserer Untersuchung wurden die Häufigkeiten der einzelnen verletzten Zahntypen nach Zahnhartsubstanz- und Luxationsverletzungen differenziert aufgeschlüsselt, da die klinische Erfahrung Unterschiede in der Lokalisationsverteilung für diese Verletzungsmuster vermuten liess. Von Zahnhartsubstanzverletzungen waren die oberen mittleren Schneidezähne in 42%, die oberen seitlichen Schneidezähne in 15%, die mittleren Unterkieferschneidezähne in acht Prozent und die seitlichen unteren Schneidezähne in sieben Prozent betroffen. In der Summe wiesen mit 57% die oberen Schneidezähne eindeutig am häufigsten Zahnfrakturen auf, gefolgt von den Unterkieferschneidezähnen mit insgesamt 15%. Die Eckzähne waren sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer nur in vier Prozent beteiligt, die oberen Molaren hingegen nahmen mit 14% im Gegensatz zu den Molaren im Unterkiefer (8%) einen höheren Anteil ein.

Ein differentes Verteilungsmuster wurde für die Gruppe der Luxationsverletzungen gefunden, da die oberen mittleren Incisivi mit 51% und die oberen seitlichen Incisivi mit 18% in der Summe (69%) deutlich häufiger von Zahnluxationen als von Zahnfrakturen betroffen waren. Auch im Bereich der Unterkieferschneidezähne war die Verletzungshäufigkeit mit einem Anteil der mittleren (13%) und seitlichen (9%) Schneidezähne höher als für die Zahnhartsubstanzverletzungen. In der Eckzahnregion waren für beide Verletzungsmuster in Bezug auf die Schädigungshäufigkeit kaum Differenzen nachweisbar. Ausgeprägte Unterschiede konnten jedoch für die Molaren deutlich gemacht werden, wobei diese in der Gruppe der Zahnhartsubstanzverletzungen

einen Anteil von 22%, in der Gruppe der Zahnluxationen hingegen nur von 3% einnahmen. Für beide Verletzungsarten konnten in unserer Untersuchung keine Unterschiede ($p > 0,05$) zwischen rechter und linker Kieferhälfte nachgewiesen werden. Diese Diskrepanz der Lokalisationshäufigkeiten beider Verletzungstypen könnte mit Hilfe des Verletzungsmechanismus sowie der Richtung der Gewalteinwirkung erklärt werden. Nach MÜLLER und TAATZ (1969) sowie DEWHURST et al. (1998) führen direkte Kraftübertragung unter Umgehung des Oberlippenpolsters sowie scharfe und harte Gewalteinwirkung auf die Zähne in der Regel zu einer Fraktur der Zahnhartsubstanz, während indirekte, stumpfe oder abgepolsterte Krafteinwirkungen meist Zahnluxationen zur Folge haben. Kronenfrakturen im Molarenbereich sind oft Folge von Stürzen auf die Kinnregion (DEWHURST et al. 1998, SASAKI et al. 2000), welchen ein unkontrolliertes Aufschlagen der Unterkieferzähne gegen die Oberkieferzähne folgt, was häufig zu Abscherfrakturen der palatinalen Höcker oberer sowie der vestibulären Höcker unterer Molaren führen kann (ANDREASEN 1970 c). In den meisten Fällen werden für diesen Verletzungsmechanismus multiple Frakturen gefunden (SASAKI et al. 2000).

Die Ausprägung der Schädigung nach einem Zahntrauma kann durch die Einteilung in verschiedene Schweregrade erfolgen. Zu diesem Zweck wurde eine Vielzahl von Traumaindices entwickelt und beschrieben (ELLIS 1970, WHO 1978, ANDREASEN 1981, GARCIA-GODOY 1981, VON ARX et al. 2000).

In unserer Klinik wurden über den Zeitraum der retrospektiven Untersuchung die Zahnhartsubstanzverletzungen nach ELLIS (1970) eingeteilt. Zur Klassifizierung der Luxationsverletzungen wurde der Vorschlag von MÜLLER und TAATZ (1969) zur Einteilung in drei Schweregrade genutzt. Die Daten beider Verletzungsgruppen wurden nach Schweregraden und Geschlecht differenziert analysiert. Die Zahnhartsubstanzverletzungen waren in 26,3% als Schmelzfrakturen (Ellis I), in 42,8% als Schmelz-Dentin-Frakturen (Ellis II), in 22,3% als Schmelz-Dentin-Frakturen mit Eröffnung der Pulpa (Ellis III) sowie in 8,6% als intraalveoläre Frakturen zu klassifizieren. Zwischen der Zunahme des Verletzungsgrades und dem Anstieg des Männer-Frauen-Verhältnisses war eine positive Korrelation nachweisbar, was bedeutet, dass schwerere Verletzungen deutlich häufiger bei männlichen Patienten anzutreffen waren. Bei den Luxationsverletzungen entfielen 38,1% auf den Grad I (Luxation ohne Dislokation), 40,6% auf den Grad II (Luxation mit Dislokation) sowie 21,3% auf den Grad III (Luxation mit Ausstoßung des Zahnes aus der Alveole). Der Anstieg des

Verhältnisses von männlichen zu weiblichen Patienten in Abhängigkeit vom Schweregrad war ebenso wie für die Zahnhartsubstanzverletzungen nachzuweisen.

Sowohl für die Zahnhartsubstanz- als auch für die Luxationsverletzungen wurden die primären Therapiemaßnahmen nach den Schweregraden untersucht. Die reinen Schmelzfrakturen (Ellis I) wurden in 89,5 % der Fälle nicht versorgt und nur in 11,5% erfolgte im Rahmen der Erstversorgung ein provisorischer Verschluss oder eine Füllungstherapie. Die bei den Schmelz-Dentin-Frakturen (Ellis II) vorliegende Dentinwunde bedarf einer frühestmöglichen Desinfektion und Abdeckung gegen das Mundmilieu (VON ARX et al. 2000), um eine weitere Kontamination mit Bakterien und Toxinen, welche zur Pulpanekrose führen kann, zu verhindern (EBELESEDER und GLOCKNER 1999). Diese Prinzipien der Infektionsprophylaxe schlugen sich in den durchgeführten Therapiemaßnahmen bei Zähnen mit Ellis II-Frakturen nieder. So wurden 64,2% der Zähne mit Hilfe eines Kalziumhydroxid-Präparat sowie einer Deckfüllung behandelt, 35,8% der Zähne wurden provisorisch oder definitiv mittels Füllungstherapie versorgt. Die Unterschiede in der Versorgung sind durch die fehlende Differenzierung von pulpanahen und –fernen Dentinwunden in unserem Patientengut zu erklären. Im Rahmen der Erstversorgung von komplizierten Schmelz-Dentin-Frakturen (Ellis III) empfahlen EBELESEDER und GLOCKNER (1998) Zurückhaltung bei „prophylaktischen“ und übereilten Pulpaexstirpationen, insbesondere bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum. Die Verfahren der direkten Überkappung sowie der Pulpotomie erscheinen in diesen Fällen sinnvoll (ANDREASEN et al. 2000). In der Ellis III-Gruppe wurden bei 48,6% der Zähne eine Vitalexstirpation durchgeführt, 34,4% der frakturierten Zähne wurde mittels direkter Überkappung oder Pulpotomie versorgt und 17% wurden extrahiert. Der hohe Prozentsatz der primären Behandlung durch Pulpaexstirpation erklärt sich durch den großen Anteil erwachsener Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum. Bei geringfügiger Eröffnung der Pulpa oder Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum wurden Maßnahmen zur Vitalerhaltung der Pulpa durchgeführt. Zähne, die auf Grund vorbestehender Erkrankungen oder ungünstiger Frakturverläufe nicht zu erhalten waren, wurden entfernt.

Im Gegensatz zur Therapie der Zahnhartsubstanzverletzungen ist bei der Versorgung von Luxationsverletzungen eine Betrachtung einzelner Zähne schwierig, da häufig mehrere Zähne betroffen sind und sich die Behandlungsmaßnahmen an der Komplexität des gesamten Verletzungsbildes orientieren müssen. Konkussionen

bedürfen in vielen Fällen keinem invasiven Vorgehen, jedoch kann in Einzelfällen der Patientenkomfort durch die Eingliederung einer Schiene verbessert werden (EBELESEDER und GLOCKNER 1998). In dieser Untersuchung wurden 68,7% solcherart verletzte Zähne mit einer Schiene versorgt, 31,3% erhielten keine spezielle Therapie. Der große Anteil von Schienungen ist in den meisten Fällen durch eine notwendige Schienentherapie von zusätzlichen luxierten Nachbarzähnen zu begründen. Für die Versorgung erstgradig luxierte Zähne ohne Dislokation wird eine Schienung für die Dauer von sieben bis zehn Tagen empfohlen (DEWHUST et al.1998). In unserer Klinik wurden 78,7% mit einer Schiene versorgt, 18,4% wurden nicht therapiert und in 2,9% wurde der Zahn extrahiert. Die unversorgten und entfernten Zähne waren in fast allen Fällen Milchzähne vor dem physiologischen Zahnwechsel, entsprechend den in der Literatur vorgeschlagenen Therapieprinzipien (von ARX 1999). Sowohl für die Luxationen II° (mit Dislokation) als auch für die Luxationen III° (mit Ausstoßung des Zahnes aus der Alveole) wird eine Reposition mit anschließender Schienung propagiert (EBELESEDER und GLOCKNER 1998, ANDREASEN et al. 2000). Luxationen II° wurden in 79,6% und Luxationen III° in 61,9% einer Schienungsbehandlung unterzogen. Der Prozentsatz unbehandelter drittgradig luxierter Zähne war mit 25,7% deutlich höher als bei zweitgradig luxierten Zähnen (15,2%). Auch die Entfernung der verletzten Zähne überwiegt nach Luxationen III° (12,4%) gegenüber der nach Luxationen II°. Zu begründen sind diese Zahlen durch die bereits erwähnten nicht zu versorgenden Milchzahnluxationen oder durch Zähne, welche massive parodontale Vorerkrankungen aufwiesen sowie Zähnen mit zusätzlichen ungünstigen Frakturverläufen der Zahnhartsubstanz.

Die Häufigkeit der angewandten Schienen wurden nach den Gebissphasen differenziert analysiert. Dabei wurde deutlich, dass die freihändige Drahtschiene (SAUER 1889, REICHENBACH 1943) mit einem Anteil von 55,1% dominierendes Behandlungsmittel während des Untersuchungszeitraumes war, wobei 90,6% der Schienen im permanenten Gebiss zum Einsatz kamen. An zweiter Stelle standen die Miniplastschienen (DRUM 1966) mit einem Anteil von insgesamt 30,7%, wobei 79,4 % allein im Milch- und Wechselgebiss Anwendung fanden. Kappenschienen, Kompositverblockungen und andere Schienen wurden nur in Ausnahmen eingesetzt. Der geringe Anteil an Draht-Komposit-Schienen (3,1%) am Behandlungsspektrum lässt sich durch den im Untersuchungsintervall nur kurzen Anwendungszeitraum von drei Monaten erklären.

5.2 In vitro Untersuchung der zwei neuen Draht-Komposit-Schienen

Basierend auf den Ergebnissen einer Verletzungsanalyse der traumatologischen Patientenklientel aus den Jahren 1995-1999 sowie den Erkenntnissen aus der Literatur zur Schienentherapie nach Zahntrauma sollte ein Schienungskonzept für unsere Klinik erstellt werden. Die zu entwickelnden Schienen sollten den von ANDREASEN (1981), OIKARINEN (1990) sowie EBELESEDER und GLOCKNER (1998) gestellten Anforderungen bestmöglich genügen. Weiterhin sollten sie sowohl zur Versorgung von Zahntraumata als auch von Alveolarfortsatzverletzungen geeignet sein.

In der Vergangenheit folgten die Eigenschaften von Zahntraumaschienen meist den Prinzipien der Kieferbruchschiene, wobei eine starre Fixation der Fragmente als Voraussetzung der primären Knochenheilung angestrebt wurde (SPIESSL 1972). In den frühen siebziger Jahren zeigten jedoch klinische Untersuchungen von ANDREASEN (1970 b), dass eine rigide Immobilisation sowie ausgedehnte Schienungszeiten zu einem Anstieg der Inzidenzrate externer Wurzelresorptionen (Ankylose) bei replantierten Zähnen führten. Nachfolgende in vivo Studien am Tier (ANDREASEN 1975 a, NASJILETI et al. 1982, ANDERSSON et al. 1985) bestätigten die Hypothese aus den klinischen Untersuchungen. In den folgenden Jahren wurde eine funktionelle Belastung (BARBAKOW und IMFELD 1980 a und b), welche durch eine semi-rigide oder flexible Schienung mit unterschiedlichen Materialien erreicht werden kann, für die Behandlung von Zahntraumata gefordert (HOTZ 1990, OIKARINEN et al. 1987 a, OIKARINEN 1990, FILIPPI 2000, VON ARX et al. 2001 a und b). Auch auf dem Gebiet der Behandlung von Knochenfrakturen zeigten Untersuchungen am Tier, dass geringfügige, axial applizierte funktionelle Belastungen während der Immobilisationsperiode zu qualitativ besseren Heilungsergebnissen führen können (DAUM et al. 1983, LARSSON et al. 2001).

Im Gegensatz zu einer geforderten semi-rigiden oder flexiblen Schienung nach Zahntraumata, sollten jedoch im Rahmen der Therapie von Alveolarfortsatz- und horizontalen Zahnwurzelfrakturen rigide Schienen zur Stabilisierung der Fragmente eingesetzt werden (ANDREASEN 1970 a, KRENKEL und GRUNERT 1986, EBELESEDER und GLOCKNER 1998, ANDREASEN et al. 2000). Da das zu entwerfende Schienungskonzept sowohl für die Luxationsverletzungen, als auch für die Alveolarfortsatz- und Wurzelfrakturen Gültigkeit besitzen sollte, erschien die Entwicklung einer flexiblen und einer rigiden Schiene sinnvoll.

Vergleicht man die verschiedenen Schienungsmethoden aus der Literatur, zeigte sich, dass Draht-Komposit-Schienen (FISCHER et al. 1977, OIKARINEN 1990, EBELESEDER et al. 1995, FILIPPI 2000) den Anforderungen an Zahntraumaschienen in fast allen Punkten genügen. Sie sind einfach und kostengünstig direkt am Patienten zu applizieren, traumatisieren nicht die Gingiva oder das Parodont, führen im Normalfall zu keiner Beeinträchtigung der Okklusion, ermöglichen eine adäquate Mundhygiene und lassen Sensibilitätsprüfungen und endodontische Interventionen zu. Weiterhin ist eine sichere Fixation im Immobilisationszeitraum gegeben. Die Rigidität der Schienen ist entsprechend der Indikation durch die Wahl der verwandten Materialien steuerbar. Als nachteilig wird die notwendige Schmelzätzung zur Befestigung sowie die anspruchsvolle Entfernung der Schienen angegeben.

Die verwandten Drähte wurden auf Grund ihres Rigiditätsverhaltens, ihrer retentiven Geometrie sowie ihrer Biokompatibilität ausgewählt. Das zur Befestigung der Drähte genutzte Kompositmaterial sollte gut applizierbar, fließfähig und in gewissen Grenzen elastisch sein sowie ästhetischen Ansprüchen genügen. Diesen Forderungen entsprachen verschiedene niedrigvisköse Komposits aus dem Spektrum der Füllungsmaterialien.

Vor dem klinischen Einsatz sollten Untersuchungen zur Rigidität der entwickelten Schienen durchgeführt werden. Studien zur Starrheit verschiedener Fixationssysteme sind sowohl für die Versorgung von Knochenfrakturen (FINLAY et al. 1987, BOUVY et al. 1993, DICHARD und KLOTCH 1994, LIM et al. 2001), als auch für Behandlung von Zahntraumata bekannt (OIKARINEN 1988, OIKARINEN et al. 1992, EBELESEDER et al. 1995, FILIPPI 2000, VON ARX et al. 2001 b). OIKARINEN (1988) und FILIPPI (2000) nutzten Kunststoff-Phantommodelle (Fa. Frasco, Pettngang, D), wobei die Zahnbeweglichkeit entweder durch das Einlegen von Silikonstücken zwischen Wurzel und „Alveolenwand“ oder durch Schrauben im apikalen Bereich exakt eingestellt werden konnte. Eine Schmelzkonditionierung zur Verbesserung der Hafteigenschaften (BUONOCORE 1955) von Kompositen ist hier nicht möglich. Weiterhin erscheint das Fehlen eines parodontalen Faserapparates als nachteilig. Das von OIKARINEN et al. (1992) eingeführte Modell eines isolierten Schafunterkiefers hat den Vorteil, dass die Frontzähne in Form und Kronen-Wurzel-Verhältnis denen des Menschen ähnlich sind, einen parodontalen Faserapparat besitzen und eine Schmelzkonditionierung möglich ist.

VON ARX et al. (2001 b) führten ihre Rigiditätsuntersuchungen an freiwilligen unverletzten Probanden in vivo durch. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse erscheint

günstig, jedoch ist der hohe Aufwand sowie eventuell eintretende Schäden an den geschienten Zähnen anzumerken. In unseren Untersuchungen zur Rigidität der entwickelten Schienen wurde das von OIKARINEN et al. (1992) vorgeschlagene Modell des isolierten Schafsunterkiefers gewählt.

Für die Bestimmung der Zahnbeweglichkeit standen verschiedene in der Literatur beschriebene Methoden zur Verfügung (MÜHLEMANN 1960, D'HOEDT 1985). OIKARINEN et al. (1992) stellten fest, dass eine direkte Korrelation zwischen den gemessenen Werten mittels Mühlemann-Periodometers und Periotest[®]-Gerätes bestand. Weiterhin führten sie aus, dass die Periotest[®]-Methode einfacher durchzuführen sei und weniger Erfahrung nötig ist, um reproduzierbare Werte zu erreichen. Dennoch wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf eine sorgfältige Positionierung des Handstückes in einem Winkel von 90° sowie einem Abstand von 0,5-2,5 mm im mittleren Kronendrittel geachtet, um primäre Verfahrensfehler zu reduzieren. Des Weiteren wurde eine dreifache Bestimmung der Periotest[®]-Werte durchgeführt sowie nochmalige Messungen beim Auftreten von Differenzen zwischen den einzelnen Werten, die größer zwei waren. Da eine Änderung der Zahnbeweglichkeit durch Manipulationen, wie Anlegen und Entfernen der Schienen, möglich erschien, wurden die Mobilitätswerte vor jeder Schieneneingliederung erneut bestimmt. In unserer Studie wurden zusätzlich zu den horizontalen auch die vertikalen Periotest[®]-Werte bestimmt (EBELESEDER und GLOCKNER 1999, FILIPPI et al. 2000).

Mit Hilfe des *Kolmogorov-Smirnov*- sowie des *Shapiro-Wilk-Tests* wurden die gewonnenen Werte der einzelnen Messreihen (Tabelle 3 und 5) auf Normalverteilung geprüft, welche bei p-Werte kleiner 0,05 nicht angenommen werden konnte. Da für beide Schienenarten einzelne Messreihen keiner Normalverteilung unterlagen, wurde zum Vergleich der Ausgangs- (vor Schienung) und Endwerte (bei eingegliedert Schiene) der nichtparametrische Test für zwei verbundene Stichproben nach *Wilcoxon* gewählt. Für beide Schientypen ergaben sich sowohl für die horizontalen als auch für die vertikalen Messungen eindeutige Unterschiede ($p < 0,001$) zwischen Ausgangs- und Endwerten, was allgemein auf einen Immobilisationseffekt der Schienen hinweist.

Als Maß des Schienungseffekts wurden sowohl für die flexible, als auch für die rigide Schiene die Mittelwerte der gepaarten Differenzen der Periotest[®]-Werte vor und nach Fixation bestimmt. Je höher dieser Wert war, desto größer war der Schienungseffekt. Für die flexiblen Schienen lag der horizontale Wert mit 2,8 etwas höher als der vertikale mit 2,4, was zeigt, dass die horizontale Beweglichkeit der Zähne durch die Schiene

stärker eingeschränkt wurde als die vertikale. Ein gleiches Bild ergab sich auch für die rigide Schienenvariante, wobei hier der horizontale Wert bei 5,3 und der vertikale bei 3,9 lag.

Neben dem Nachweis eines allgemeinen Immobilisationseffektes, sollte ein Unterschied im Rigiditätsverhalten beider Schienen gezeigt werden. Dazu wurden die Differenzen der Periotest[®]-Messungen (Ausgangs- minus Endwert) gebildet. Diese wurden mittels *Wilcoxon-Test* für beide Schientypen verglichen. Für die horizontalen Messungen ergaben sich bei einem p-Wert von 0,004 eindeutige Unterschiede, für die vertikalen Messungen war dagegen bei einem Wert $p=0,058$ nur ein tendenzieller Unterschied erkennbar. Dies bedeutet, dass die rigiden Schienen in der horizontalen Dimension einen höheren Schienungseffekt erreichten, als die flexiblen Schienen, dagegen bestanden nur geringe Unterschiede zwischen beiden Schienen in Bezug auf den Immobilisationseffekt in der vertikalen Dimension. Dieses Ergebnis wurde auch durch die Mittelwerte der gepaarten Differenzen bestätigt, die für die horizontalen Messungen bei 2,5 und für die vertikalen Messungen bei 1,5 lagen.

Die aus dem Elastizitätsverhalten sowie der Geometrie der Drähte abgeleitete Hypothese über ein unterschiedliches Rigiditätsverhalten der flexiblen und der rigiden Schienen konnte somit experimentell bestätigt werden.

5.3 Prospektive in vivo Untersuchung der neuen Draht-Komposit-Schienen bei Patienten mit dentoalveolären Verletzungen

Da im Rahmen der in vitro Untersuchung die gewünschten Eigenschaften beider entwickelter Schienen nachgewiesen werden konnten, sollten diese in vivo, bei Patienten mit dentoalveolären Verletzungen, eingesetzt werden.

Es wurden 46 Patienten mit 101 verletzten Zähnen, welche einer Schienentherapie bedurften, versorgt. Nur jene 31 Patienten (67 Zähne), welche regelmäßig zu den Nachkontrollen erschienen, wurden in die Auswertung einbezogen.

Angaben in der Literatur zu verschiedenen Inzidenzgipfeln von Zahntraumata folgend (SCHNEIDER 1981, WEPNER et al. 1987, FLINZBERG et al. 1999), wurde eine Einteilung in Altersklassen vorgenommen. Übereinstimmend mit unseren Ergebnissen für die 8-12jährigen, gaben SCHNEIDER (1981) Inzidenzgipfel für die 10-12jährigen und DEWHUST et al. (1998) für die 9-10jährigen an. Ähnlich häufig wie die 8-12jährigen waren die 12-16jährigen und 30-40jährigen vertreten. Ein Anstieg in der

Unfallhäufigkeit zwischen dem zweiten und vierten (SCHNEIDER 1981, WEPNER et al. 1987, DEWHURST et al. 1998, VON ARX 1999) sowie 15. und 20. Lebensjahr (FISCHER 1970) wurde in dieser Patientengruppe nicht gefunden. Das Fehlen von Kindern zwischen dem ersten und siebten Lebensjahr ist möglicherweise durch die räumliche Trennung der kinderzahnärztlichen Einrichtung zu erklären. Des weiteren liess die geringe Patientenzahl keine statistisch verwertbaren Aussagen über epidemiologische Daten zu. Das in unserer Untersuchung errechnete durchschnittliche Verhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten von 2,1:1, wurde mit 2:1 auch von SCHNEIDER (1981) beschrieben. Geringere Unterschiede zwischen den Geschlechtern finden sich mit Werten von 1,7:1 bei FISCHER (1970) und HULLA et al. (1999) sowie mit 1,8:1 bei FLINZBERG et al. (1999). Für die USA fanden ELLIS et al. (1970) ein Verhältnis von 2,5:1. Für Dänemark (ANDREASEN und ANDREASEN 1994), Wales (HUNTER et al. 1990) und Schweden (FORSBERG und TEDESTAM 1990) wurde jeweils ein Wert von 3:1 angegeben.

Die Abklärung nach erfolgtem Zahntrauma sollte dem bewährten Schema Anamnese, Untersuchung und Diagnosestellung folgen. Die Untersuchung umfasste eine sorgfältige klinische Inspektion und Palpation, Röntgendiagnostik sowie Perkussions- und Sensibilitätsprobe (ANDREASEN und ANDREASEN 1994, EBELESEDER und GLOCKNER 1998, VON ARX et al. 2000).

Da die Anzahl der traumatisierten Zähne Einfluss auf die Prognose der Zähne sowie die Schientherapie hat (FISCHER 1970), wurde die Häufigkeit der Anzahl verletzter Zähne untersucht. Es zeigte sich, dass Verletzungen an ein, zwei, und drei Zähne gleich häufig auftraten, dagegen waren Traumata mit Beteiligung von mehr als drei Zähnen selten. Im Gegensatz dazu stehen die eigenen Ergebnisse der retrospektiven Untersuchung unserer traumatologischen Patientenkollektive, bei der Luxationen von ein und zwei Zähnen gleich häufig (36%), Verletzungen an drei und mehr Zähnen jedoch seltener (28%) gefunden wurden.

Isolierte Luxationen traten bei den hier versorgten Patienten in 40 Prozent auf, 60 Prozent der Dislokationsverletzungen waren hingegen mit zusätzlichen Schädigungen der Zahnhartsubstanz oder des Alveolarfortsatzes kombiniert.

Neben den durch den Unfall hervorgerufenen Begleitschäden ist vor allem der Schweregrad der dentoalveolären Verletzung sowohl in Bezug auf die Therapiewahl als auch auf die Prognose entscheidend. Für diese Untersuchung wurde die Nomenklatur nach ANDREASEN et al. (2000) eingeführt. Der Vorteil dieser Klassifikation liegt in

der deutlicher therapiebezogenen Einteilung der traumatisch bedingten Schäden begründet. Häufigste Verletzung war die Zahnlockerung (n= 38), gefolgt von lateralen Luxationen (n= 12) und Avulsionen (n=11). Seltener waren Extrusionen (n= 5) und Zahnwurzelfrakturen (n=1).

In den letzten Jahren findet man in der Literatur häufiger Hinweise, dass dentoalveoläre Verletzungen nicht nur nach dem Schweregrad der Hauptverletzung beschrieben werden sollten, sondern eine Einbeziehung der Begleitverletzungen umgebender Gewebe in die Diagnose sinnvoll erscheint (EBELESER 1994, TROPE 1998, EBELESER und GLOCKNER 1999). VON ARX et al. (2000) schlugen eine „ZEPAG-Klassifikation“ für die Diagnose jedes traumatisierten Zahnes vor, welche den Zustand der Zahnhartsubstanz (Z), des Endodonts (E), des Parodonts (P), des Alveolarknochens (A) sowie der Gingiva (G) untersucht und beschreibt. Basierend auf dieser Klassifikation wurde von FILIPPI et al. (2000 a) ein Index zur Beurteilung traumatisch bedingter Zahnverletzungen entwickelt. Dieser unter Material und Methode (S.23) beschriebene Ausgangsindex erschien für unsere Studie geeignet, da eine Vielzahl, heilungsbeeinflussender Faktoren bereits im Rahmen der Diagnose erfasst werden konnte und ein Vergleich verschiedener verletzter Zähne mit Hilfe des errechneten Indexwertes auf einfache Weise möglich war. Auf Grundlage der Ergebnisse aus Anamnese und Untersuchung wurde den Geweben eine entsprechende Bewertungszahl zugeordnet und der Ausgangsindex berechnet. Die Werte lagen zwischen 12 und 80, wobei hohe Werte eine gute Prognose, niedrige dagegen eine unklare oder schlechte Prognose bedeuteten (FILIPPI et al. 2000 a). In unserer Untersuchung lag die Häufigkeit der Indexwerte zwischen 0-33 bei 21%, zwischen 34-74 bei 45% und zwischen 75-100 bei 34%. Vergleicht man die Ergebnisse mit denen der retrospektiven Studie von FILIPPI et al. (2000 a), zeigt sich, dass im Bereich von 34-74 gleiche Häufigkeiten auftraten (44%), dagegen waren die Häufigkeiten der Werte zwischen 0-33 (35%) und zwischen 75-100 (21%) unterschiedlich, was einerseits durch die differente Patienten Klientel, andererseits aber auch durch eventuelle Fehleinschätzung einzelner Gewebe im Rahmen der retrospektiven Bewertung erklärt werden könnte. Um eine differenziertere Übersicht zur Häufigkeit der Ausgangsindexwerte zu erhalten, wurden fünf Gruppen (S.23) gebildet. Auch hier war ein Überwiegen höherer (Gruppe 5: 21%) gegenüber niedrigeren Werten (Gruppe 1: 7%) zu erkennen. Die Gruppen zwei und vier waren mit jeweils 15% gleich verteilt, in Gruppe drei waren 42% der Zähne eingeteilt.

Das Therapieschema (S. 22) wurde basierend auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu Beginn der Studie festgelegt. Die einzelnen Therapiemaßnahmen, die Schienungszeiten sowie die Wahl der Schienenrigidität wurden bereits in Kapitel eins (Einleitung und Vorbetrachtungen) ausführlich diskutiert. Alle Patienten wurden einheitlich nach diesem Therapieschema behandelt, jedoch musste bei Verletzungen mehrerer Zähne die Wahl der Schiene sowie die Immobilisationsdauer, unter Vernachlässigung der Indikation für den einzelnen Zahn, der Gesamtverletzungssituation angepasst werden. Weiterhin traten Abweichungen vom Therapieschema, im Sinne verlängerter Schienungszeiten, durch mangelnde Patientencompliance auf.

In 59 Fällen, der 66 von Luxationsverletzungen betroffenen Zähne, wurde eine flexible Schienung durchgeführt. Sieben Fälle wurden auf Grund begleitender Alveolarfortsatzfrakturen, ebenso wie eine intraalveoläre Wurzelfraktur, der Indikation entsprechend, rigide geschient.

Die mittlere Immobilisationsdauer für die flexible Schiene lag, dem Therapieschema folgend, bei 25 Tagen, wobei die kürzeste Dauer sechs und die längste 70 Tage betrug. Konkussionen und Avulsionen wurden dabei etwa eine Woche, alle anderen Luxationsverletzungen etwa 3 Wochen geschient. Längere Schienungsperioden waren in allen Fällen Folge mangelnder Patientencompliance.

Für die rigide Schiene differierten Median (45 Tage) und Mittelwert (74 Tage). Die kürzeste Schienungsdauer waren 20, die längste 274 Tage. Der deutliche Unterschied zwischen Median und Mittelwert ist durch die geringe Fallzahl (8) und die ausgedehnte Immobilisationsperiode der intraalveolären Wurzelfraktur (274 Tage) zu erklären.

Die Schwierigkeit der Schieneneingliederung wurde subjektiv vom Behandler mittels einer Punkteskala bewertet (S.24), wobei höhere Werte eine geringe Schwierigkeit anzeigten. Allen Schienungen wurden nur Werte zwischen 3 (mittel) und 5 (sehr einfach) zugeordnet. Die gemessenen Zeiten zum Anlegen der Schienen lagen für die flexible Variante bei durchschnittlich elf und für die rigide bei 18 Minuten. Diese Zeiten können nur Tendenzen wiedergeben, da sowohl das Ausmaß der Begleitverletzungen als auch die Ausdehnung der einzelnen Schienen unterschiedlich waren.

Verschiedene Kriterien, wie Tragekomfort, Hygienefähigkeit, Ästhetik und Schmerzhaftigkeit wurden von den Patienten bewertet. Alle Punkte wurden überwiegend mit „Sehr gut“ oder „Gut“ bewertet, „Genügend“ oder „Ungenügend“ wurde nicht angegeben. Die alleinige Vergabe der Gesamtnoten „Sehr gut“ (n= 20) und „Gut“ (n= 11) spiegeln die Patientenzufriedenheit deutlich wieder.

Die Nachuntersuchung erfolgte nach 1, 2, 4, 8, 26 und 52 Wochen. Es erfolgte eine Anamneseerhebung, klinische Untersuchung, Perkussions- und Sensibilitätsprobe, die Bestimmung des Klopfschalls sowie der Periotest[®]-Werte (ANDREASEN und ANDREASEN 1994, EBELESEDER und GLOCKNER 1998, VON ARX et al. 2000). Das Periotest[®]-Gerät (D`HOEDT et al.1985) besteht aus einem Handstück und der Steuerungselektronik. Mit Hilfe des im Handstück integrierten Stößels werden die Zähne im rechten Winkel und einem Abstand von 0,5 bis 2,5 mm definiert perkutiert. Das Gerät misst die Dämpfungseigenschaften des Zahnhalteapparates. Diese werden erfasst und durch einen entsprechenden Wert zwischen „-8“ und „+50“ wiedergegeben. Da eine breite biologische Schwankung der Werte für die einzelnen Zähne angegeben wird, ist die Feststellung der Werte unverletzter Nachbarzähne als Referenz angezeigt (D`HOEDT et al. 1985, FILIPPI et al. 2000 b). Durch die Anwendung des Periotest[®]-Verfahrens in der zahotraumatologischen Nachsorge und Verlaufskontrolle können pathologische Veränderungen im Bereich des Parodonts frühzeitig festgestellt werden, wobei die Bestimmung der Werte sowohl in horizontaler, als auch in vertikaler Dimension durchgeführt werden sollte (EBELESEDER und GLOCKNER 1999, FILIPPI et al. 2000 b).

Für die Beurteilung des Heilungsergebnisses nach einem Jahr erschien es sinnvoll, in Anlehnung an den bereits angewandten Ausgangsindex (FILIPPI et al. 2000 a) einen entsprechenden Heilungsindex (S.46) zu entwickeln. Hierfür wurden wiederum alle fünf Gewebe untersucht und entsprechend des Heilungsergebnisses mit einem Wert von „0“ bis „5“ bewertet. Aus den so gewonnen Werten konnte der Heilungsindex berechnet werden.

Bei der Betrachtung der errechneten Indexwerte zeigte sich eine Häufung im Bereich der höheren Bewertungen, was tendenziell für ein gutes Heilungsergebnis spricht. Wie bereits für den Ausgangsindex erfolgte die Einteilung der Zähne entsprechend ihrer Heilungsindexwerte in fünf Gruppen (S. 24). Die Gruppen eins und zwei, welche tendenziell Zähne mit einem schlechten Heilungsergebnis oder einer unsicheren Prognose repräsentierten, wurden mit insgesamt elf Prozent nur selten gefunden. Der Gruppe drei wurden 40% der Zähne sowie Gruppe vier und fünf insgesamt 49% zugeordnet. Dies bedeutet, dass 89% aller behandelten Zähne mit dentoalveolären Verletzungen nach einem Jahr mittlere bis sehr gute Heilungsergebnisse aufwiesen.

Wie für alle therapeutischen Maßnahmen ist auch in der Zahntraumatologie eine Vorhersagbarkeit des Heilungsergebnisses wünschenswert. Aus diesem Grund sollte

geprüft werden, ob der Ausgangsindex (FILIPPI et al. 2000 a) als praktikabler Prognoseindex geeignet ist. Hierzu wurden die Häufigkeitsverteilung der Gruppen von Ausgangs- und Heilungsindex verglichen, wobei sich zeigte, dass für den Heilungsindex eine Rechtsverschiebung zugunsten der höheren Werte gegenüber dem Ausgangsindex eingetreten war. Die Überprüfung der Gruppenzuordnung aller Zähne für Ausgangs- und Endzustand zeigte, dass in 52 Fällen eine Übereinstimmung vorlag. Eine Gruppenverschiebung war in 15 Fälle eingetreten. Für diese Zähne wurde analysiert, welche Gewebe durch ihre unterschiedliche Anfangs- und Endbewertung eine Gruppenverschiebung zwischen Ausgangs- und Heilungsindex bewirkt hatten. Deutlich trat dabei die Rubrik „Gingiva“ hervor, bei der es in drei Fällen zu einer Verschiebung in die nächst höhere und in fünf Fällen um zwei Gruppen nach oben kam. In der Rubrik „Parodont“ trat bei fünf Zähnen eine Verbesserung um eine Gruppe ein. Diese Resultate könnten als möglicher Korrekturbedarf bei der Bewertung des Ausgangszustandes in der Rubrik „Gingiva“ interpretiert werden, jedoch sollten zur Verifizierung dieser Hypothese weiterführende Untersuchungen mit größeren Patientenzahlen durchgeführt werden. Die Eignung des Ausgangsindex (FILIPPI et al. 2000 a) als prognostisches Mittel sollte jedoch nicht in Frage gestellt sein, da eine Übereinstimmung von 78% als ausreichend bewertet werden kann und die eingetretenen Gruppenverschiebungen (22%) fast ausschließlich hin zu besseren Heilungsergebnissen erfolgte. Allerdings ist zu bemerken, dass die gezeigten Aussagen nur für die beschriebenen Indikationen unter Verwendung der beiden Draht-Komposit-Schienen Gültigkeit besitzen.

Weiterhin deuten die gefundenen Heilungsergebnisse nach einem Jahr auf die Eignung des angewandten Therapieschemas sowie der untersuchten Draht-Komposit-Schienen zur Versorgung von Patienten mit dentoalveolären Verletzungen hin.

Eine einheitliche Bewertung von Patienten mit Zahntraumata durch den Ausgangs- und Heilungsindex könnte als Mittel zur Evaluierung unterschiedlicher Therapieprinzipien genutzt werden. So wäre es möglich, den Einfluss diverser Schienungsmethoden, bei Verwendung des gleichen Therapieschemas, zu untersuchen.

Da sich auf Grund der relativ geringen Fallzahlen bisher nur Tendenzen erkennen lassen, wird eine weiterführende breit angelegte prospektive Studie die Eignung der beiden Indices für das gesamte Spektrum traumatisch bedingter dentoalveolärer Verletzungen untersuchen.

5.4 Untersuchungen zur Integration der unterschiedlichen Schienungskonzepte in die studentischen Ausbildung

Wie bereits durch VAN WAES et al. (1987) beschrieben, wurde ab 1999 im Rahmen der studentischen Ausbildung des Faches „Traumatologie der Kiefer- Gesichtsregion“ an unserer Einrichtung ein Phantomkurs zum praktischen Erlernen verschiedener Schienungsmethoden eingeführt. Basierend auf Hinweisen in der Literatur erschien hierfür die Nutzung von Kunststoffmodellen- und zähnen sinnvoll (VAN WAES et al. 1987, OIKARINEN 1988, FILIPPI 2000). Die Studenten der Jahrgänge 1999 und 2000 beantworteten während dieses Kurses Fragen zur Anwenderfreundlichkeit, Praktikabilität und zum Zeitaufwand der drei geübten Schiegungsvarianten. Um einen statistischen Einfluss des möglicherweise eintretenden Übungseffektes auszuschließen, wurden die Studenten in sechs Gruppen, welche die unterschiedliche Reihenfolge der Schieneneingliederung festlegten, eingeteilt.

In Beantwortung der Fragen zu Anwenderfreundlichkeit und Praktikabilität der einzelnen Schienen wurden Bewertungspunkte zwischen „1“ (sehr schwierig) und „5“ (sehr einfach) vergeben. In allen Rubriken wurden die Draht-Komposit-Schienen mit deutlich höheren Punktzahlen als die freihändige Drahtbogenschiene bewertet ($p < 0,001$). Weiterhin wurden die Zeiten zum Eingliedern und Entfernen der Schienen bestimmt. Da alle Schienen die gleiche Ausdehnung aufwiesen, war ein direkter Vergleich dieser Zeiten möglich. Die Eingliederungszeiten für beide Draht-Komposit-Schienen unterschieden sich mit durchschnittlichen ca. 15 Minuten kaum ($p = 0,96$). Die Zeit für die freihändige Drahtbogenschiene differierte mit einem Durchschnitt von 42 Minuten deutlich ($p < 0,001$). Ein ähnliches Bild, jedoch mit kleineren Differenzen, ergab sich auch für die durchschnittlichen Zeiten zur Schienenentfernung.

Die qualitative Bewertung der studentischen Arbeiten mit einer Gesamtnote, welche nach definierten Kriterien durch drei Untersucher erfolgte, wies geringe Unterschiede zwischen der flexiblen (1,3) und der rigiden (1,7) Draht-Komposit-Schiene auf, dagegen deutliche Unterschiede für die freihändige Drahtbogenschiene mit einem Wert von 2,8.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Draht-Komposit-Schienung für Behandler, ohne oder mit geringer Erfahrung in der Versorgung von Zahntraumata, besser geeignet erscheint, da eine einfache Fixierung der Drähte unter Nutzung alltäglicher zahnärztlicher Materialien möglich ist. Jedoch sollte die freihändige Drahtschiene zur Behandlung von kombinierten Zahn- und Knochenverletzungen auch weiterhin gelehrt werden.

6. Schlussfolgerungen

Die epidemiologische Untersuchung der traumatologischen Patienten Klientel der Jahre 1995-1999 bestätigt die Bedeutung der Schienungstherapie bei der Versorgung dentoalveolärer Verletzungen.

Die unterschiedlichen Indikationen rigider und flexibler Schienungstypen werden in der aktuellen Literatur bestätigt.

Die neu entwickelten und in vitro getesteten zwei Varianten der Draht-Komposit-Schienen, die den Anforderungen der aktuellen Literatur entsprechen, bewährten sich indikationsbezogen im klinischen Einsatz.

Dabei erwies sich der kombinierte Einsatz des Ausgangsindex und des neu entwickelten Heilungsindex als brauchbares Hilfsmittel zur Prognoseeinschätzung der verletzten Zähne sowie zur Beurteilung der Therapieergebnisse.

Tragekomfort und gute Behandlungsergebnisse für die Patienten sowie leichte Anwendbarkeit für den Behandler empfehlen die zwei Varianten der dargestellten Draht-Komposit-Schienen als ein sinnvolles Therapiekonzept für die Versorgung von Zahntraumata sowohl für die zahnärztliche Praxis, als auch für die studentische Ausbildung.

Die einheitliche Bewertung von dentoalveolären Verletzungen durch einen Ausgangs- und Heilungsindex könnte als Mittel zur Evaluierung unterschiedlicher Behandlungsmethoden und Schienungsvarianten dienen. Hier kann die vorliegende Untersuchung allerdings nur Tendenzen wiedergeben, die in einer weiterführenden breit angelegten prospektiven Studie überprüft werden sollten.

7. Zusammenfassung

Im Rahmen einer retrospektiven Studie der traumatologischen Patientenkollektive unserer Klinik im Zeitraum von 1995 bis 1999 wurden die verschiedenen Arten dentoalveolärer Verletzungen sowie die Häufigkeit des Auftretens und deren Therapie untersucht. Es wurden durchschnittlich 239 Patienten im Jahr mit traumatisch bedingten Schäden der Zähne und zahnumgebenden Strukturen behandelt, wobei 68% der Patienten Verletzungen an mehr als einem Zahn aufwiesen. Zahnhartsubstanzverletzungen waren in 80% im Frontzahnbereich und in 20% im Molaren- und Prämolarenbereich lokalisiert, Luxationsverletzungen dagegen betrafen mit 97% fast ausschließlich die Frontzähne. Insgesamt 2232 Verletzungen, davon 1931 Luxationsverletzungen, 201 Alveolarfortsatz- und 100 intraalveoläre Frakturen, bedurften einer Schienentherapie, wobei hauptsächlich freihändige Drahtschienen (55%) und Miniplastschienen (31%) eingegliedert wurden.

All diese Daten ließen eine Evaluierung des genutzten Schienenkonzepts sowie gegebenenfalls dessen Überarbeitung sinnvoll erscheinen.

Anhand der Literatur wurden verschiedene Therapieansätze dargestellt sowie die Vor- und Nachteile diverser Schienenvarianten diskutiert. Es wurde gezeigt, dass Alveolarfortsatz- und intraalveoläre Frakturen mittels rigider, Luxationsverletzungen dagegen mit flexiblen Schienen, nach dem Prinzip der Draht-Komposit-Schienung versorgt werden sollten.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde eine flexible und eine rigide Variante der Draht-Komposit-Schienung entwickelt und am isolierten Schafsunterkiefer *in vitro*, unter Nutzung des Periotest[®]-Verfahrens, einer Rigiditätsprüfung unterzogen.

Da beide Schienen die gewünschten Rigiditätseigenschaften aufwiesen sowie die allgemeinen Anforderungen an Zahntraumaschienen angemessen erfüllten, wurde ihre klinische Eignung prospektiv im Rahmen der Behandlung dentoalveolärer Verletzungen untersucht. Den Angaben aus der Literatur folgend, wurde ein Therapieschema festgelegt. Es wurden 46 Patienten mit 101 verletzten Zähnen versorgt, jedoch wurden nur jene 31 Patienten mit 67 verletzten und behandelten Zähnen (Lockerung n= 38; Laterale Luxation n= 12; Avulsion n= 11; Extrusion n= 5; intraalveoläre Wurzelfraktur n= 1), die regelmäßig zu den Verlaufskontrollen erschienen, der Auswertung zugeführt.

Der Ausgangszustand jedes verletzten Zahnes wurde durch einen Ausgangsindex, welcher auf der Bewertung der Strukturen Zahnhartsubstanz, Endodont, Parodont,

Alveolarknochen und Gingiva basiert, durch einen errechneten Wert zwischen „0“ und „100“ beschrieben. Damit erfolgte gleichzeitig eine Bestimmung der Prognose. Luxierte Zähne wurden dem festgelegten Therapieschema folgend flexibel (n= 59) , intraalveoläre Wurzelfrakturen oder luxierte Zähne mit zusätzlichen Alveolarfortsatzfrakturen wurden rigide (n= 8) geschient.

Die Ergebnisse der klinischen und radiologischen Untersuchung nach einem Jahr wurden genutzt, um das Therapieergebnis durch einen Heilungsindex, der in Anlehnung an den Ausgangsindex entwickelt wurde, zu bewerten. Im Vergleich der Verteilung der errechneten Werte beider Indices zeigte sich, dass die Heilungsindexwerte teilweise besser als waren, als durch den Ausgangsindex prognostiziert. Alle Zähne wurden nach ihren Bewertungen in fünf Gruppen, sowohl für den Ausgangs- als auch für den Heilungsindex eingeteilt. Im Vergleich der Häufigkeitsverteilung von Ausgangs- und Heilungsindexgruppen konnten in 22% der Fälle bessere Heilungsergebnissen, als nach dem Ausgangsindex zu erwarten, gefunden werden. In 78% jedoch stimmten die Gruppenzuordnung für Ausgangs- und Endzustand überein. Bei der Analyse, welche Gewebe durch ihre unterschiedliche Ausgangs- und Endbewertung eine Prognoseverschiebung bewirkten, trat die Rubrik „Gingiva“ deutlich hervor, was auf einen möglichen Korrekturbedarf bei der Ausgangsbewertung dieser Gewebsstruktur hindeutet. Bezogen auf das angewandte Therapie- und Schienungskonzept könnten diese guten Heilungsergebnisse Hinweis auf dessen Eignung sein. Unterstützt wird dies durch die positive Bewertung des Tragekomforts durch die Patienten sowie die einfache Anwendung durch den Behandler.

In die studentischen Ausbildung wurden neben der klassischen Drahtschiene die neuen Draht-Komposit-Schienen im Rahmen eines Phantomkurses eingeführt und nach den Kriterien Anwenderfreundlichkeit, Praktikabilität und Zeitaufwand durch die Studenten bewertet. Dabei schnitten die beiden Draht-Komposit-Schienen deutlich besser ab, als die freihändige Drahtschiene.

All diese Ergebnisse empfehlen die Eignung des Schienungskonzepts sowohl für die zahnärztliche Praxis, als auch für die studentische Ausbildung.

Die Ergebnisse der klinischen Studie können auf Grund der relativ geringen Patientenzahlen nur Tendenzen wiedergeben und sollten in weiteren, breit angelegten prospektiven Studien kritisch geprüft werden.

8. Literatur

1. Al- Majed I, Murray JJ, Maguire A: Prevalence of dental trauma in 5-6- and 12-14- year-old boys in Riyadh, Saudi Arabia. *Dent Traumatol* 17 (2001) 153-8
2. Andersson L, Friskopp J, Blomlöf L: Fibre-glass splinting of traumatised teeth. *ASDC J Dent Child* 50 (1983) 21-4
3. Andersson L, Lindskog S, Blomlöf L, Hedström KG, Hammarström L: Effect of masticatory stimulation on dentoalveolar ankylosis after experimental tooth replantation. *Endod Dent Traumatol* 1 (1985) 13-6
4. Andersson L, Bodin I: Avulsed human teeth replanted within 15 minutes- a long-term clinical follow-up study. *Endod Dent Traumatol* 6 (1990) 37-42
5. Andreasen JO, Hjørting-Hansen E: Replantation of teeth.(I) Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* 24 (1966) 263-86
6. Andreasen JO: Fracture of the alveolar process of the jaw. A clinical and radiographic follow-up study. *Scand J Dent Res* 78 (1970 a) 263-72
7. Andreasen JO: Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *Scand J Dent Res* 78 (1970 b) 273-86
8. Andreasen JO: Etiology and pathogenesis of traumatic dental injuries. A clinical study of 1,298 cases. *Scand J Dent Res* 78 (1970 c) 329-42
9. Andreasen JO: Periodontal healing after replantation of traumatically avulsed human teeth. Assessment by mobility testing and radiography. *Acta Odontol Scand* 35 (1975 a) 325-35
10. Andreasen JO: The effect of splinting upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 33 (1975 b) 313-23
11. Andreasen JO: A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 4 (1980) 101-10
12. Andreasen JO: Traumatic injuries of the teeth. 2.Aufl. Munksgaard, Kopenhagen, 1981
13. Andreasen FM, Pedersen BV: Prognosis of luxated permanent teeth – the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol* 1 (1985) 207-20

14. Andreasen JO: Farbatlas der Replantation und Transplantation von Zähnen. Deutscher Ärzteverlag, Köln 1993
15. Andreasen JO, Andreasen FM: Textbook and colour atlas of traumatic injuries to the teeth. 3.Aufl. Munksgaard, Kopenhagen, 1994
16. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM: Replantation of 400 avulsed permanent incisors . 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 11 (1995) 76-89
17. Andreasen JO, Andreasen FM, Bakland LK, Flores MT: Traumatic dental injuries. A Manual. Munksgaard, Kopenhagen, 2000
18. Ashkenazi M, Sarnat H, Keila S: In vitro viability, mitogenicity and clonogenic capacity of periodontal ligament cells after storage in six different media. *Endod Dent Traumatol* 15 (1999) 149-56
19. Bakland LK, Camp JH; Trope M, Rossmann LE, Walton RE, Dumsha TC: Treating the avulsed permanent tooth. Recommended Guidelines of the American Association of Endodontists. *Endodontics* 1 (1994) 1
20. Barbakow F, Imfeld T: Prinzipien der Replantation permanenter Zähne (I) *Quintessenz* 31 (1980 a) 289-93
21. Barbakow F, Imfeld T: Prinzipien der Replantation permanenter Zähne (II) *Quintessenz* 31 (1980 b) 401-5
22. Berude JA, Hicks ML, Sauber JJ, Li SH: Resorption after physiological and rigid splinting of replanted permanent incisors in monkeys. *J Endod* 14 (1988) 592-600
23. Bjorvatn K, Massler M: Effect of fluorides on root resorption in replanted rat molars. *Acta Odontol Scand* 29 (1971) 17-29
24. Bondemark L, Kurol J, Hallonsten AL, Andreasen JO: Attractive magnets for orthodontic extrusion of crown-root fractured teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112 (1997) 187-93
25. Borer G: Semipermanente Schienung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 101 (1991) 74-82
26. Borssen E, Holm AK: Traumatic dental injuries in a cohort of 16- year- olds in northern Sweden. *Endod Dent Traumatol* 13 (1997) 276-80
27. Bouvy BM, Markel MD, Chelikani S, Egger EL, Piermattei DL, Vanderby R Jr: Ex vivo biomechanics of Kirschner-Ehmer external skeletal fixation applied to canine tibiae. *Vet Surg* 22 (1993) 194-207

28. Buonocore MG: Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res* 49 (1955) 849-51
29. Caliskan MK, Pehlivan Y: Prognosis of root-fractured permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 12 (1996) 129-36
30. Chamberlin JH, Goerig AC: Rationale for treatment and management of avulsed teeth. *J Am Dent Assoc* 101 (1980) 471-5
31. Coccia CT: A clinical investigation of root resorption rates in reimplanted young permanent incisors: A five-year study. *J Endod* 6 (1980) 413-20
32. Cornelius CP, Ehrenfeld M, Umbach T: Replantationssergebnisse nach traumatischer Zahneluxation. *Dtsch Zahnärztl Z* 42 (1987) 211-5
33. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Kling M, Lownie J, Fatti P: Effect of topical application of doxycyclin on pulp revascularisation and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. *Endod Dent Traumatol* 6 (1990) 170-6
34. Cvek M: Endodontic management of traumatised teeth. In: Andreasen JO, Andreasen FM (Hrsg.): *Textbook and colour atlas of traumatic injuries to the teeth*. 3.Aufl. Munksgaard, Kopenhagen, 1994 S. 517
35. Cvek M, Andreasen JO, Borum MK: Healing of 208 intra-alveolar root fractures in patients aged 7-17 years. *Dent Traumatol* 17 (2001) 53-62
36. Daum WJ, Chang SL, Simmons DJ, Webster D, Shoenecker PL: Healing of canine femoral osteotomies. Effects of compression plates versus Eggers' plates. *Clin Orthop* 180 (1983) 291-300
37. Dewhurst SN, Mason C, Roberts GJ: Emergency treatment of orodental injuries: a review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 36 (1998) 165-75
38. d'Hoedt B, Lukas D, Mühlbradt L, Scholz F, Schulte F: Das Periotestverfahren – Entwicklung und klinische Prüfung. *Dtsch Zahnärztl Z* 40 (1985) 113-25
39. Dichard A, Klotch DW: Testing biomechanical strength of repairs for the mandibular angle fracture. *Laryngoscope* 104 (1994) 201-8
40. Dietz G: Apex und periapikales Parodont endodontisch enossal stiftfixierter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 30 (1975) 481-2
41. Douglas BL, Douglas W: Clinical observation on replantation of upper anterior teeth. *Oral Surg* 8 (1954) 27-31
42. Drum W: Die Drum-Miniplast-Schiene. *Dtsch Zahnärztl Z* 21 (1966) 109-12
43. Dumsha T, Hovland EJ: Pulpal prognosis following extrusive luxation injuries in permanent teeth with closed apexes. *J Endod* 8 (1982) 410-2

44. Ebeleseder KA, Weiland F, Glockner K, Städtler P: Schienung traumatisch gelockerter Zähne mittels Draht und Komposit. *Quintessenz* 44 (1993) 841-50
45. Ebeleseder KA: A suggestion of a new classification system of traumatic dental injuries. *Endod Dent Traumatol* 10 (1994) 39
46. Ebeleseder KA, Glockner K, Pertl C, Städtler P: Splints made of wire and composite: an investigation of lateral tooth mobility in vivo. *Endod Dent Traumatol* 11 (1995) 288-93
47. Ebeleseder KA, Glockner K: Therapeutische Prinzipien nach Zahntraumen. *Dtsch Zahnärztl Z* 53 (1998) 238-46
48. Ebeleseder KA, Glockner K: Folgen des dentalen Traumas. *Endodontie* 2 (1999) 113-24
49. Ebeleseder KA, Santler G, Glockner K, Hulla H, Pertl C, Quehenberger F: An analysis of 58 traumatically intruded and surgically extruded permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 16 (2000) 34-39
50. Ellis RG: Classification and treatment of injuries to the teeth of children. The Textbook Publishers, Chicago, 1970
51. Engelhardt HG, Hammer H: Pathologie und Therapie der Zahnwurzelfrakturen. *Dtsch Zahnärztl Z* 14 (1959) 1278-89
52. Eppendorf K: Gesichtsschädelfrakturen durch Rohheitsdelikte – Häufigkeit, Ursachen, soziale Begleitumstände und ökonomische Belastungen. Halle, Univ. Med. Fak., Diss., 2000
53. Filippi A: Reimplantation nach Trauma: Einfluss der Schienung auf die Zahnbeweglichkeit. *Z Zahnärztl Implantol* 16 (2000) 8-10
54. Filippi A, Tschan J, Pohl Y, Berthold H, Ebeleseder K: A retrospective classification of tooth injuries using a new scoring system. *Clin Oral Investig* (2000 a) 173-75
55. Filippi A, von Arx T, Buser D: Externe Wurzelresorptionen nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 110 (2000 b) 713-24
56. Filippi A, Pohl Y, von Arx T: Treatment of replacement resorption with Emdogain®- preliminary results after 10 months. *Dent Traumatol* 17 (2001) 134-8
57. Finlay JB, Moroz TK, Rorabeck CH, Davey JR, Bourne RB: Stability of ten configurations of the Hoffman external-fixation frame. *J Bone Joint Surg Am* 69 (1987) 734-44

58. Fischer R: Nachuntersuchungen geschienter, traumatisch gelockerter Zähne. *Österr Stomatol* 67 (1970) 439-42
59. Fischer R, Schuh E, Zetner K: Die Schienung gelockerter Zähne mit Adhäsive-Composites. *Z Stomatol* 74 (1977) 132-7
60. Flinzberg S, Hellner D, Schnell D, Schmelzle R, Vesper: Retrospektive Studie zu Ursachen und Arten von Zahntraumata bei Verletzungen im MKG- Bereich, im Einzugsgebiet der Nordwestdeutschen Kieferklinik. Abstract. 2. Österreichische Fachtagung für Zahntrauma, Salzburg, 1999
61. Forsberg CM, Tedestam G: Traumatic injuries to teeth in Swedish children living in an urban area. *Swed Dent J* 14 (1990) 115-22
62. Galitzien MA: Die perkanaläre Kompressionsschraube zur Versorgung von Zahnwurzelfrakturen im mittleren Drittel. *Dtsch Zahnärztl Z* 33 (1978) 665-7
63. Garcia-Godoy F: A classification of traumatic injuries to primary and permanent teeth. *J Pedodont* 5 (1981) 295-7
64. Hammarström L: Enamel matrix, cementum development and regeneration. *J Clin Periodontol* 24 (1997) 658-68
65. Hammer H: Die Heilungsvorgänge bei Wurzelbrüchen. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 6 (1939) 297-317
66. Hare GC: Multiple replantation of anterior teeth. *Oral Surg* 11 (1958) 1168-73
67. Hoffmann-Axthelm W: Die Geschichte der Zahnheilkunde. 2.Aufl. Quintessenz-Verlag, Berlin, 1985
68. Hotz PR: Zahnunfälle. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100 (1990) 848-63
69. Hovland EJ, Gutman JL: Atraumatic stabilisation for traumatized teeth. *J Endod* 2 (1976) 390-2
70. Hulla H, Stark S, Ebeleseder KA; Glockner K, Städtler P: Unfallumstände bei jugendlichen Patienten. Abstract. 2. Österreichische Fachtagung für Zahntrauma, Salzburg, 1999
71. Hunter ML, Hunter B, Kingdon A, Adyd M, Dummer PMH, Shaw WC: Traumatic injuries to maxillary incisors in a group of South Wales school children. *Endod Dent Traumatol* 6 (1990) 260-4
72. Hupp JG, Mesaros SV, Aukhil I, Trope M: Periodontal ligament vitality and histologic healing of teeth stored for extended periods before transplantation. *Endod Dent Traumatol* 14 (1998) 79-83

73. Kaste LM, Gift HC, Baht M, Swango PA: Prevalence of incisor trauma in Persons 6 to 50 years of age: United States, 1988-1991. *J Dent Res* 75 (1996) 696-705
74. Kaufmann AY: „Fibre-splint“- A useful technique for splinting teeth. In: International Association of Dental Traumatology, California State Association of Endodontists (Hrsg.): *Treatment Decisions in Dental Trauma*, Mosby Yearbook, St. Louis/ USA, 1994, S.53
75. Kehoe JC: Splinting and replantation after traumatic avulsion. *J Am Dent Assoc* 112 (1986) 224-30
76. Kinirons MJK, Sutcliffe J: Traumatically intruded permanent incisors: a study of treatment and outcome. *Br Dent J* 170 (1991) 144-6
77. Kirschner H, Bolz U, Enomoto S, Hüttemann RW, Meinel W, Sturm J: Eine neue Methode kombinierter auto-alloplastischer Zahnreplantation mit partieller Al₂O₃-Keramikwurzel. *Dtsch Zahnärztl Z* 33 (1978) 594-8
78. Kirschner H, Burkhard W, Pfütz E, Pohl Y, Obijou C: Frontzahntrauma. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 102 (1992) 209-14
79. Kirschner H: *Atlas der chirurgischen Zahnerhaltung*, Hanser, München, 1996
80. Kirschner H, Boll M, Filippi A, Foerster W, Kraus U, Obijou C, Pohl Y, Robert F, Tekin U: Frontzahnverletzungen - Vorbeugen und Retten. *Oralprophylaxe* 20 (1998) 101-6
81. Kling M, Cvek M, Mejare I: Rate and predictability of pulp revascularisation in therapeutically reimplanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 2 (1986) 83-9
82. Krenkel C, Grunert I: Hartgewebliche Ausheilung von Zahnwurzelfrakturen. *Zahnärztl Praxis* 4 (1986) 138-41
83. Krenkel C, Richter M, Röthler G: Die Silicadraht-Klebeschiene - Eine neue Methode zur Behandlung luxierter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 34 (1979) 280-2
84. Kübler AC, Ziegler CM, Barth T, Steveling H: Die 3D-Titan-Ringklebeschiene - Ein Anwendungsbericht. *Quintessenz* 46 (1995) 867-72
85. Lässig HE, Müller RA: *Die Zahnheilkunde in Kunst- und Kulturgeschichte*. Dumont, Köln, 1999
86. Lagvankar SP: A new method for arch bar fixation . *Br J Oral Maxillofac Surg* 28 (1990) 131-2

87. Larsson S, Kim W, Caja VL, Egger EL, Inoue N, Chao EY: Effect of early axial dynamization on tibial bone healing: a study in dogs. *Clin Orthop* 388 (2001) 240-51
88. Lim TH, Kim JG, Fujiwara A, Yoon TT, Lee SC, Ha JW, An HS: Biomechanical evaluation of diagonal fixation in pedicle screw instrumentation. *Spine* 15 (2001) 2498-503
89. Lindemann H: Histologische Untersuchung einer geheilten Zahnfraktur. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 5 (1938) 915-25
90. Luhr HG: Endodontale Kompressionsverschraubung bei Zahnwurzelfrakturen. *Dtsch Zahnärztl Z* 27 (1972) 927-8
91. Miller SC: *Textbook of Periodontia*. 2.Aufl. Blakiston Company, Philadelphia, 1948
92. Mühlemann HR: 10 years of tooth mobility measurement. *J Periodont* 31 (1960) 110-22
93. Müller GH, Overdiek HF: Das parodontale Trauma beim Jugendlichen. *Dtsch Zahnärztl Z* 20 (1965) 10-21
94. Müller W, Taatz H: Die traumatische Verletzung der Zähne und ihre Behandlung. In: Reichenbach E (Hrsg): *Traumatologie im Kiefer-Gesichts-Bereich*. Johann-Ambrosius-Barth-Verlag München, Leipzig, 1969
95. Nasjileti CE, Castelli WA, Caffesse RG: The effects of different splinting times on replantation of teeth in monkeys. *Oral Surg* 53 (1982) 557-66
96. Neaverth EJ, Goerig AC: Technique and rationale for splinting. *J Am Dent Assoc* 100 (1980) 56-63
97. Obijou C: *Frontzahntrauma. Eine epidemiologische Studie in Giessen*. Giessen, Univ., Med. Fak., Diss., 1994
98. Obwegeser H: Über eine einfache Methode der freihändigen Drahtschienung von Kieferbrüchen. *Österr Z Stomatol* 49 (1952) 652
99. Oikarinen K: *Luxierte Zähne: Eine multifaktorielle Analyse von 317 an der Nordwestdeutschen Kieferklinik mit Luxationsschiene behandelten Patienten*. Hamburg, Univ., Med. Fak., Diss., 1987 a
100. Oikarinen K: Functional fixation of traumatically luxated teeth. *Endod Dent Traumatol* 3 (1987 b) 224-8
101. Oikarinen K, Gundlach KK, Pfeifer G: Late complications of luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 3 (1987) 296-302

102. Oikarinen K: Comparisation of flexibility of various splinting methods for tooth fixation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17 (1988) 125-7
103. Oikarinen K: Tooth splinting: a review of the literature and consideration of the versatility of a wire-composite splint. *Endod Dent Traumatol* 6 (1990) 237-50
104. Oikarinen K, Andreasen JO, Andreasen FM: Rigidity of various fixation methods used as dental splints. *Endod Dent Traumatol* 8 (1992) 113-9
105. O`Riordan MW, Ralstrom CS, Doerr SE: Treatment of avulsed permanent teeth: an update. *J Am Dent Assoc* 105 (1982) 1028-30
106. Oulis C, Vadiakas G, Siskos G: Management of intrusive luxation injuries. *Endod Dent Traumatol* 12 (1996) 113- 119
107. Pavek DI, Radtke PK: Post-replantation management of avulsed teeth: an endodontic literature review. *Gen Dent* 48 (2000) 176-81
108. Pfeifer G: Freihändige Kunststoffschienung bei Alveolarfortsatzfrakturen und Luxationen in Milchgebiß. *Kiefer Gesichts Chirurg* 5 (1959) 328-32
109. Petti S, Tarsitani G: Traumatic injuries to anterior teeth in Italian schoolchildren: prevalence and risk factors. *Endod Dent Traumatol* 12 (1996) 294-7
110. Pettiette M, Hupp J, Mesaros S, Trope M: Periodontal ligament healing of teeth stored for extended periods before transplantation. *Endod Dent Traumatol* 14 (1998) 79-83
111. Pohl Y, Tekin U, Boll M, Filippi A, Kirschner H: Investigations on a cell culture medium for storage and transportation of avulsed teeth. *Australian Endod J* 25 (1999) 70-5
112. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H: Results after replantation of avulsed teeth with and without anti-resorptive/ regenerative therapy (ART). Abstract. World Congress on Sports Dentistry and Dental Traumatology, Boston, 2001
113. Reichenbach E: Leitfaden der Kieferbruchbehandlung.4.Aufl. Johann-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig, 1943
114. Richter M, Röthler G: Die Behandlung luxierter Zähne mit Klebeschienen. *Quintessenz* 26 (1975) 9-12
115. Ring ME: Geschichte der Zahnmedizin. Konemann Verlag, Köln, 1997
116. Sae-Lim V, Wang CY, Choi GW, Trope M: The effect of systemic tetracycline on resorption of dried replanted dogs` teeth. *Endod Dent Traumatol* 14 (1998 a) 127-32

117. Sae-Lim V, Metzger Z, Trope M: Local dexamethasone improves periodontal healing of replanted dogs`teeth. *Endod Dent Traumatol* 14 (1998 b) 232-6
118. Sagne S, Lennartsson B, Thilander B: Transalveolar transplantation of maxillary canines. An alternative to orthodontic treatment in adult patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 90 (1986) 149-57
119. Sasaki H, Ogawa T, Kawaguchi M, Sobue S, Ooshima T: Multiple fractures of primary molars caused by injuries to the chin: report of two cases. *Endod Dent Traumatol* 16 (2000) 43-6
120. Sauer C: Notverband bei Kieferbrüchen mit Eisendraht. *Dtsch Monatsschr Zahnheilk* 7 (1889) 381-92
121. Schegg HK: Allgemeines. In: Neuner O (Hrsg): *Maxillo-faciale Traumatologie. Praxis der funktionellen Kieferfrakturbehandlung.* de Gruyter, Berlin, 1977, S. 2
122. Schneider HD: Verletzungen der Zähne und des Alveolarfortsatzes. *Stomatol DDR* 31 (1981) 456-65
123. Schneider HD: Fragebogen zur Häufigkeit traumatologischer Behandlung bei niedergelassenen Kieferchirurgen im Regierungsbezirk Halle. Halle (1999)
124. Schuchardt K: Ein Vorschlag zur Verbesserung der Drahtschienenverbände. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 24 (1956) 39-44
125. Schützmannsky G: Unfallverletzungen an jugendlichen Zähnen. *Dtsch Stomato* 13 (1963) 919-27
126. Selvig KA, Bjorvatn K, Claffey N: Effect of stannous fluoride and tetracycline on repair after delayed replantation of root-planed teeth in dogs. *Acta Odontol Scand* 48 (1990) 107-12
127. Spiessl B: Rigid internal fixation of fractures of the lower jaw. *Reconstr Surg Traumatol* 13 (1972) 124-40
128. Taintor JF, Bonness PW, Bieterfeld RD: The intruded tooth. *Dent Survey* 55 (1977) 30-4
129. Trope M: Protocol for treating the avulsed tooth. *W V Dent J* 70 (1996) 19-23
130. Trope M: Root resorption of dental and traumatic origin: classification based of aetiology. *Pract Periodont Aesthet Dent* 10 (1998) 515-22
131. Trope M, Friedman S: Periodontal healing of replanted dog teeth stored in Viaspan, milk, and Hank´s balanced salt solution. *Endod Dent Traumatol* 8 (1992) 183-8

132. Valerio S, Crescini A, Pizzi S: Hard and soft tissue management for the restoration of traumatised anterior teeth. *Pract Periodont Aesthet Dent* 12 (2000) 143-50
133. van Waes H, Gnoinski W, Ben Zur E: Die Draht-Komposit-Schiene. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 97 (1987) 628-36
134. von Arx T, Wenger P, Hardt N: Spätfolgen nach Traumata bleibender Zähne bei Kindern. Klinische und radiologische Befunde einer retrospektiven Untersuchung. *Acta Med Dent Helv* 3 (1998) 196-202
135. von Arx T: Traumatologie der Milchzähne: Klinische diagnostische und therapeutische Aspekte. *Endodontie* 2 (1999) 125-38
136. von Arx T, Filippi A, Buser D: Avulsion bleibender Zähne: Diagnostische, klinische und therapeutische Aspekte. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 110 (2000) 731-8
137. von Arx T, Filippi A, Buser D: Splinting of traumatised teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). *Dent Traumatol* 17 (2001) 180-4
138. von Arx T, Filippi A, Lussi A: Comparisation of a new dental trauma splint device (TTS) with three commonly used splinting techniques. *Dent Traumatol* 17 (2001) 266-74
139. Wepner F, Fries R, Bukal J, Falkensammer G: Gesichtsverletzungen im Kindesalter. Ätiologie, Lokalisation, Therapie. *Z Stomatol* 84 (1987) 75-84
140. Wigoper L: Tooth replantation. *Br Dent J* 55 (1933) 83
141. Wirz J: Die transkanaläre Verschraubung von Pfeilerzähnen im Unterkiefer. *ZWR* 84 (1974) 405-13
142. World Health Organization: Application of the International Classification of Diseases to Dentistry and Stomatology (ICD-DA) 2.Aufl. World Health Organisation, Geneva, 1978
143. Zurth R, Kleber M: Periodontologie. 2.Aufl. Johann-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig, 1988

9. Thesen

1. Unfallbedingte Verletzungen des orofazialen Systems sind vor allem bei Kindern und Jugendlichen ein häufiges Ereignis, jedoch wurde in den letzten Jahren auch ein Ansteigen im Erwachsenenalter beobachtet.
2. Traumen, die sich auf die Zähne und zahnumgebenden Gewebe beschränken, werden als dentoalveoläre Verletzungen bezeichnet. Die Prävalenz für bleibende Zähne bei Kindern wird zwischen 20-35% angegeben, für Erwachsene bei 28%.
3. Die retrospektive Auswertung der Patientenklientel mit dentoalveolären Verletzungen der Jahre 1995- 1999 belegt die Häufigkeit mit durchschnittlich 239 Patienten pro Jahr und einem hohen Anteil von Mehrfachverletzungen.
4. Neben den traumatisch bedingten Schädigungen der Zahnhartsubstanz haben vor allem die Luxationsverletzungen und deren Folgen große Bedeutung. Außer einer obligaten Schädigung der parodontalen Strukturen kommt es häufig zu einer zusätzlichen Traumatisierung des Endodonts sowie der zahnumgebenden Gewebe.
5. Irreversible pathologische Veränderungen nach Zahnverletzungen können das Kausystem in Bezug auf Ästhetik, Funktion und Phonetik nachhaltig beeinflussen. Ein frühzeitiger Behandlungsbeginn, eine adäquate und minimalinvasive Erstversorgung sowie langfristige Verlaufskontrollen können die Prognose günstig beeinflussen.
6. Einen wesentlichen Teil der Therapie von Luxationsverletzungen stellt die Immobilisation der verletzten Zähne durch Schienen dar. In Abhängigkeit vom Verletzungstyp unterscheidet man heute rigide und flexible Schienungsverfahren.
7. Insgesamt 2232 dentoalveoläre Verletzungen bedurften im Zeitraum von 1995 bis 1999 einer Schienentherapie. Dabei dominierten rigide Schienungsverfahren, wie die freihändige Drahtschiene.

8. Zwei Schienungsvarianten, die den differenzierten Anforderungen der neuen Literatur entsprechend entwickelt wurden, konnten in vitro am Schafsunterkiefer bezüglich ihrer Rigiditätseigenschaften als brauchbar getestet werden.
9. Diese zwei Draht-Komposit-Schienen konnten im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie erfolgreich für die Behandlung dentoalveolärer Verletzungen eingesetzt werden.
10. Der kombinierte Einsatz des Verletzungsindex nach FILIPPI et al. (2000) und des neu entwickelten Heilungsindex macht eine Einschätzung der Prognose und der Therapieergebnisse möglich.
11. Die angewandten Schienenvarianten sind danach als brauchbar einzustufen.
12. Heilungsergebnisse, Tragekomfort und leichte Anwendbarkeit ohne großen materiellen und zeitlichen Aufwand empfehlen die vorgestellten Schienungsvarianten sowohl für die studentische Ausbildung, als auch für die zahnärztliche Praxis.
13. Da die Ergebnisse der klinischen Studie auf Grund relativ geringer Patientenzahlen nur Tendenzen wiedergeben können, sollten weitere klinische Studien folgen.
14. Eine einheitliche Bewertung dentoalveolärer Verletzungen durch einen Ausgangs- und Heilungsindex ist als Mittel der Evaluierung unterschiedlicher Therapiekonzepte und Schienungsvarianten anzustreben.

Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Berthold
Vorname: Christine
Geburtsdatum/-ort: 26.02.1973/ Halle (Saale)
Familienstand: ledig

Schulbildung

09/ 1979 - 07/ 1983 Polytechnische Oberschule in Halle/ Büschdorf
09/ 1983 - 07/ 1989 Polytechnische Oberschule in Halle/ Dölau
09/ 1989 - 07/ 1991 Erweiterte Oberschule „Th. Müntzer“ in Halle (Saale)
07/ 1991 Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Soziales Jahr

01/ 1992 - 08/ 1992 Freiwilliges soziales Jahr im mobilen Krankenpflagedienst der Arbeiterwohlfahrt in Merseburg

Studium

09/ 1992 - 10/ 1997 Zahnmedizinstudium am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg
10/ 1997 Staatsexamen
11/ 1997 Approbation als Zahnärztin
09/ 1999 Beginn eines Zweitstudiums an der TH Merseburg im Studiengang „Biomedizinische Materialien“

Berufstätigkeit

11/ 1997 Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie am Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre Eides Statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Halle, den 25.01.2002

Christine Berthold

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Hiermit erkläre ich, dass ich bisher keine Promotionsversuche unternommen habe. Weder diese, noch eine andere Dissertation wurde von mir an anderer Stelle zu Promotionszwecken eingereicht.

Halle, den 25.01.2002

Christine Berthold

Publikation von Ergebnissen dieser Arbeit

1. Berthold C, Maurer P, Schneider HD: Preliminary short-term results of a new wire-composite-splinting procedure. Poster presentation at the XI. World Congress of Dental Trauma (June 21-24, 2000) Oslo, Norway
2. Berthold C, Schneider HD: Auftreten von Zahntraumata sowie begleitende Knochen- und Weichteilverletzungen an Klinikpatienten. Vortrag auf der 3. Österreichischen Fachtagung für Zahntrauma (04./ 05. Mai 2001) Graz, Österreich
3. Berthold C, Maurer P, Otto C, Schneider HD: Scoregestützte Bewertung des Heilungsverlaufes nach dentalem Trauma unter Verwendung von Draht-Komposit-Schienen. Vortrag auf der 52. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie (24.-26.Mai 2001) Bad Homburg, Deutschland
4. Berthold C, Maurer P, Otto C, Schneider HD: Scoregestützte Bewertung des Heilungsverlaufes nach dentalem Luxationstrauma unter Verwendung von Draht-Komposit-Schienen. Abstract. DZZ 56 (2001) S3

Danksagung

Mein Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. H. D. Schneider für die Überlassung des interessanten Themas, für die umfangreiche Unterstützung, sowie die kritischen und wertvollen Hinweise bei der Erstellung der Arbeit.

Herrn PD Dr. A. Filippi, Dr. C. Gernhardt und Dr. Y. Pohl für die interdisziplinären Gespräche sowie die hilfreichen und kritischen Anmerkungen.

Herrn Prof. Dr. J. Haerting aus dem Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik für die statistische Beratung.

Frau I. Haufe aus dem Universitätsrechenzentrum für die stets freundliche Unterstützung bei der technischen Umsetzung statistischer Probleme.

Herrn Dr. A. Kozlowski für die schnelle und kompetente Hilfe in technischen Fragen.