



#### CME-Punkte sammeln in 3 Schritten

##### 1. Registrieren

Als Mitglied des FVDZ registrieren Sie sich bitte zuerst unter [www.fvdz.de](http://www.fvdz.de). Nach der Zusendung Ihrer persönlichen Zugangsdaten können Sie sich für alle weiteren Teilnahmen unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de) einloggen.

##### 2. Teilnehmen

Nach der Anmeldung unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de) können Sie eine Fortbildungseinheit von „wissen kompakt“ auswählen und diese dann online bearbeiten.

##### 3. CME-Punkte sammeln

Nach erfolgreicher Beantwortung von mindestens 7 der 10 Multiple-Choice-Fragen senden wir Ihnen umgehend eine Teilnahmebestätigung per E-Mail zu, die die zwei CME-Punkte pro Teilnahme ausweist.

Das Fortbildungsangebot der Zeitschrift „wissen kompakt“ wird in Kooperation mit dem Freien Verband Deutscher Zahnärzte e.V. nach den Leitsätzen der Bundeszahnärztekammer zur zahnärztlichen Fortbildung einschließlich der Punktebewertung von BZÄK/DGZMK erstellt. Pro Fortbildungseinheit können 2 Fortbildungspunkte erworben werden.



G. Krastl<sup>1</sup> · A. Filippi<sup>2</sup> · R. Weiger<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zahnunfall-Zentrum und Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie, Universitätskliniken für Zahnmedizin der Universität Basel

<sup>2</sup> Zahnunfall-Zentrum und Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin der Universität Basel

## Therapie von Zahnunfällen beim Kind und Jugendlichen: eine Übersicht

### Zusammenfassung

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind heutzutage einen Zahnunfall erleidet, ist leider größer als davon verschont zu bleiben. Für den Betroffenen ist eine Verletzung im sichtbaren Mundbereich oftmals ein einschneidendes Erlebnis. Für den Zahnarzt ist die Behandlung aufgrund der Komplexität der Verletzungen oftmals spannend und herausfordernd zugleich. Generell geht es darum, alle 5 Gewebe (Zahnhartsubstanz, Endodont, Parodont, angrenzender Alveolarknochen und orale Weichgewebe), die bei einem Zahnunfall betroffen sein können, zu berücksichtigen und für sich adäquat zu behandeln. Einen zentralen Punkt stellt dabei das Entwicklungsstadium des Gebisses bei Kindern und Jugendlichen dar. Werden die Besonderheiten junger Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und insbesondere das noch zu erwartende Kieferwachstum nicht berücksichtigt, kann dies weitreichende Konsequenzen haben. So können Behandlungen, die beim Erwachsenen richtig oder zumindest akzeptabel sind, beim Kind Folgen herbeiführen, die zu einem späteren Zeitpunkt nicht oder nur noch schwer beherrschbar sind. Vor diesem Hintergrund gilt es in der zahnärztlichen Traumatologie vorausschauend zu behandeln, zum richtigen Zeitpunkt die richtige Entscheidung treffen.

### Schlüsselwörter

Zahnunfall · Zahnfrakturen · Dislokationen · Behandlungskonzept nach Zahntrauma

**Der Artikel bietet eine knappe Übersicht des aktuellen Wissens zur Behandlung von Zahnunfällen bei Kindern und Jugendlichen. Gegliedert nach den Verletzungsarten Zahnfraktur und Dislokationen und deren unterschiedlichen Ausprägungen erfährt der Leser die jeweiligen therapeutischen Maßnahmen entsprechend dem Entwicklungsstadium des Gebisses von Kinder und Jugendlichen. Diese klare Gliederung bietet dem Leser eine Entscheidungshilfe für eine schnelle und effiziente Therapie, bei der der Zahnerhalt im Vordergrund steht.**

Epidemiologische Studien zeigen, dass heutzutage jedes zweite Kind potenzielles Opfer eines Zahnunfalls ist. Für den Betroffenen ist eine Verletzung im (sichtbaren) Mundbereich oftmals ein einschneidendes Erlebnis, für den Behandler aufgrund der weitreichenden Konsequenzen einzelner Therapieoptionen vielfach eine Herausforderung. Bereits im Rahmen der Primärtherapie sind schnelle und kompetente Entscheidungen bei vielfältigen Verletzungsmustern gefragt. Sie bilden die Basis für die nachfolgenden Behandlungsschritte. Diese müssen einerseits negative Auswirkungen auf das Kieferwachstum vermeiden – andererseits der noch hohen Lebenserwartung der Patienten Rechnung tragen. Generell hat die moderne Traumatologie das mechanistische Denken längst verlassen und stellt die **biologischen Grundlagen** mit dem Ziel, Heilungsvorgänge zu unterstützen, in den Vordergrund [1, 10].

Die vorgestellten Therapiekonzepte stehen einerseits weitgehend im Einklang mit den aktuellen Richtlinien der „International Association of Dental Traumatology“ (IADT) [5, 6, 7] und spiegeln andererseits die eigenen Erfahrungen und Sichtweisen am Zahnunfallzentrum Basel wider.

## Klassifikation

Nach aktueller Klassifikation werden Zahnunfälle in Frakturen und Dislokationsverletzungen eingeteilt (■ **Tab. 1**). Während **Zahnfrakturen** entsprechend ihrer Lokalisation eingeteilt werden, erfolgt die Klassifikation von **Dislokationsverletzungen** nach Ausmaß und Richtung der traumatisch bedingten Auslenkung des Zahns aus seiner ursprünglichen Position. Letztere werden im Milchgebiss aufgrund der elastischeren Struktur des Alveolarknochens bei Kleinkindern häufiger angetroffen als in der zweiten Dentition.

## Diagnostik

Bei einem **dentoalveolären Trauma** können 5 Gewebe potenziell verletzt sein:

- Zahnhartsubstanz,
- Pulpa,
- Parodont,
- angrenzender Alveolarknochen und
- Mundschleimhaut.

Zur Gesamtbeurteilung des Verletzungsausmaßes sowie für eine adäquate Therapie ist eine ausführliche Diagnostik erforderlich. Die klinische Untersuchung beinhaltet die Feststellung von:

- Zahnlockerungen,
- Dislokationen,
- zirkulären Sondierungstiefen,
- Verletzungen der Weichgewebe sowie
- die Überprüfung von Sensibilität und Perkussion.

Die radiologische Untersuchung schließt sich an. In besonders komplexen Fällen liefern dreidimensionale Volumentomogramme, die in spezialisierten Zentren zu finden sind, wertvolle Informationen für die Entscheidungsfindung. Da häufig mit **kombinierten Verletzungen** zu rechnen ist, dürfen weniger offensichtliche Verletzungen am gleichen Zahn, an Nachbarzähnen oder an antagonistischen Zähnen nicht übersehen werden. Nicht zuletzt aus forensischen Gründen ist ein Ausschluss von Alveolarfortsatz-, Unterkiefer-, Mittelgesichtsfrakturen und weiteren schwerwiegenderen Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich erforderlich.

### ► Biologische Grundlagen

### ► Zahnfrakturen ► Dislokationsverletzungen

### ► Dentoalveoläres Trauma

In besonders komplexen Fällen liefern dreidimensionale Volumentomogramme wertvolle Informationen

### ► Kombinierte Verletzungen

**Tab. 1** Klassifikation von Zahnunfällen

Zahnfrakturen	Dislokationen
<i>Schmelzriss</i> Sichtbarer Riss des Zahnschmelzes ohne Substanzverlust	<i>Konkussion</i> Berührungsempfindlichkeit, keine erhöhte Mobilität
<i>Kronenfraktur (mit und ohne Pulpabeteiligung)</i> Schmelz- oder Schmelz-Dentin-Fraktur mit möglicher Freilegung der Pulpa	<i>Lockerung</i> Erhöhte Mobilität ohne Positionsänderung Perkussionsempfindlichkeit, Blutung aus dem Sulkus möglich
<i>Kronen-Wurzel-Fraktur (mit und ohne Pulpabeteiligung)</i> Bis in die Wurzel extendierte Kronenfraktur. Mobiles Kronenfragment ist oftmals noch an der Gingiva befestigt. Eine Freilegung der Pulpa ist häufig, aber nicht zwingend	<i>Laterale Dislokation</i> Dislokation meist nach oral. Oftmals „Verkeilung“ in dieser Position oder deutlich erhöhte Mobilität bei erweiterter Alveole
<i>Wurzelquerfraktur</i> Horizontale bzw. schräge Fraktur der Zahnwurzel. Oftmals erhöhte Mobilität des koronalen Fragments, ggf. mit Dislokation. In Abhängigkeit von der Lokalisation des Frakturspalts ist eine Kommunikation zur Mundhöhle über den Sulkus möglich	<i>Extrusion</i> Zahn erscheint verlängert bei erhöhter Mobilität
	<i>Intrusion</i> Zahn erscheint verkürzt. Verkeilung im Alveolarknochen bei metallischem Perkussionsschall
	<i>Avulsion</i> Komplette Herauslösung des Zahns aus seiner Alveole

Aus der vollständigen Erfassung und der übersichtlichen Dokumentation aller Befunde leiten sich die Diagnose sowie alle notwendigen Therapieschritte ab. Bewährt hat sich im Zahnunfallzentrum Basel die Verwendung eines einfachen, übersichtlichen, ► **grafischen Traumacharts** ([4]; Download unter <http://www.zahnunfall.unibas.ch> → Zahnärzte → Überweisungen), um auch im Rahmen der Nachkontrollen weniger offensichtliche Verletzungen nicht zu übersehen (► **Abb. 1, 2**).

## Primärtherapie

Die Primärtherapie umfasst Maßnahmen, die der Erstbehandler nach dem Unfall zwingend ergreifen muss. Diese sind in der Regel einfach und schnell umsetzbar. Aus endodontischer Sicht steht die Verhinderung einer Infektion des endodontischen Systems bei Kronenfrakturen im Vordergrund. Dies kann durch eine Abdeckung der Dentinwunden (ggf. nach Überkappung oder partieller Pulpotomie bei freigelegter Pulpa) erzielt werden. Bei Zähnen mit Dislokationsverletzungen wird die ► **parodontale Heilung** durch Reposition/Replantation und Schienung angestrebt. Rechtzeitig und konsequent umgesetzt bildet die Primärtherapie die Basis für einen Erhalt der verletzten Strukturen, hilft bei der Vermeidung von Komplikationen und beeinflusst so maßgeblich die weitere Prognose. Unter diesen Voraussetzungen kann die nachfolgende Therapie zu einem (individuell festzulegenden) späteren Zeitpunkt, ohne Zeitdruck, möglicherweise mit besserer Ausstattung oder in einem spezialisierten Zentrum erfolgen.

Bei Milchzahnverletzungen gelten aus biologischer Sicht bis auf Avulsionsfälle (hier ist eine Replantation nicht indiziert) die gleichen Prinzipien für die Erstversorgung. Allerdings steht die individuelle Behandlungs- und Belastungsfähigkeit des betroffenen Kindes oftmals einer konsequenten Primärtherapie entgegen. Vor diesem Hintergrund und zur Verhinderung einer (weiteren) Schädigung des bleibenden Keims werden tief frakturierte, stark gelockerte oder dislozierte Zähne meistens entfernt.

## Therapie der Zahnfrakturen

Bei der Therapie von Zahnfrakturen stehen endodontische und restaurative Aspekte im Vordergrund. Die ► **Vitalerhaltung des Zahns** ist anzustreben.

## Schmelzriss

Im Regelfall sind keine speziellen Therapiemaßnahmen erforderlich. Eine ► **Versiegelung** unter Anwendung der Säureätztechnik kann bei ausgeprägten Schmelzrissen in Hinblick auf eine evtl. vorhandene Vorschädigung der Pulpa bei gleichzeitiger Dislokationsverletzung sinnvoll sein.

## ► Grafischer Traumachart

Im Vordergrund steht bei Kronenfrakturen die Verhinderung einer Infektion des endodontischen Systems


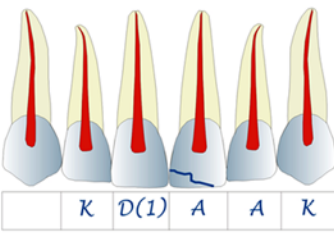
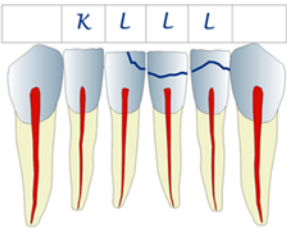
Bei Milchzahnverletzungen gelten aus biologischer Sicht bis auf Avulsionsfälle die gleichen Prinzipien für die Erstversorgung

## ► Vitalerhaltung des Zahns

## ► Versiegelung



**Abb. 1** ◀ Situation ein Jahr nach Therapie eines komplexen Frontzahntraumas mit insgesamt 9 traumatisierten Zähnen

Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde	 Zahnunfallzentrum Universitätskliniken für Zahnmedizin   Universität Basel	Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie
<b>Zahntrauma</b>		
Name, Vorname: <u>XXXXXX</u>	 <p>K D(1) A A K</p> <p><small>Konkussion, Lockerung, Dislokation, Extrusion, Intrusion, Avulsion Ausmass der Dislokationsverletzung angeben (.....mm), Frakturverlauf einzeichnen</small></p>	
Geburtsdatum: <u>29.10.1987</u>		
KG Nr.: <u>XXXXXX</u>		
Unfalldatum: <u>03.09.2005</u> Datum Befund: <u>05.09.2005</u>		
Bemerkungen: <u>Avulierte Zähne 21 und 22: Lagerung 15 Min. trocken und anschliessend für 11 h in Dentosafe</u> <u>Nasenbeinfraktur</u>	 <p>K L L L</p>	
Primärversorgung: <u>Replantation 21, 22, Reposition 11</u> <u>Schienung TTS im XXX Spital</u>		
Weiterbehandlung: <u>Dr. Krastl</u>		

**Abb. 2** ▲ Die übersichtliche Dokumentation anhand eines einfach gestalteten Traumabefundblattes gewährleistet, dass im Rahmen der Nachsorge alle traumatisierten Zähne adäquat nachuntersucht werden

### Kronenfraktur

Frakturen die nur den Zahnschmelz betreffen, bedürfen (wenn ästhetisch vertretbar) keiner restaurativen Versorgung. Scharfe Kanten werden geglättet, poliert und anschliessend fluoridiert. Da bei vorliegenden Dentinwunden mit einer hohen Infektionsgefahr des endodontischen Systems über weit offene Dentintubuli zu rechnen ist, muss im Rahmen der Primärversorgung ein Wundverband erfolgen. Dieser sollte idealerweise adhäsiv an der Zahnhartsubstanz befestigt sein. Zu einem späteren Zeitpunkt kann in diesen Fällen die definitive, möglicherweise zeitaufwendigere Restauration erfolgen.

Eine zusätzliche Schädigung der Pulpa aufgrund einer begleitenden Dislokationsverletzung erhöht die Wahrscheinlichkeit einer ► **infizierten Pulpanekrose** maßgeblich.

Zur Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik kann das frakturierte Zahnfragment adhäsiv wiederbefestigt werden. Die Langzeitprognose unterscheidet sich nicht von der adhäsiver Kompositaufbauten. Die Vergrößerung der Adhäsionsfläche durch präparative Maßnahmen wie Schmelzanschrägungen verbessert zwar die Haftkraft, erschwert aber die Reposition des Fragments. Eine lange trockene Fragmentlagerung führt zum Dehydrieren und kann sowohl die Komposithaftung als auch das ästhetische Ergebnis beeinträchtigen. In diesen Fällen bietet es sich an, das „Reattachment“ erst am Folgetag durchzuführen und zwischenzeitlich das Fragment in Wasser zu lagern.

Bei Dentinwunden muss im Rahmen der Primärversorgung ein Wundverband erfolgen

#### ► Infizierte Pulpanekrose

Das frakturierte Zahnfragment kann adhäsiv wiederbefestigt werden



**Abb. 3** ▲ Situation eine Woche nach Kronenfrakturen der beiden mittleren Frontzähne. Die Dentinwunden wurden im Rahmen der Primärtherapie adhäsiv mit Komposit versorgt



**Abb. 4** ▲ Die Herstellung der palatinalen und approximalen Wände erleichtert eine dem natürlichen Zahn angepasste Schichttechnik des Komposits

Wenn aufgrund multipler oder fehlender Bruchstücke diese schwer oder nicht reponierbar sind, bieten aktuelle Komposite hervorragende Möglichkeiten zur restaurativen Versorgung (▣ **Abb. 3, 4, 5**). Gerade bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum (und großer Ausdehnung der koronalen Pulpa) sind minimal-invasive Kompositrestaurationen den invasiveren loborgefertigten Restaurationen vorzuziehen.

### Kronenfraktur mit Pulpaeröffnung

Bei vorhandener Pulpaeröffnung ist – falls nicht bereits im Rahmen der Primärversorgung erfolgt – vor restaurativer Versorgung eine endodontische Therapie erforderlich.

Diese richtet sich im Wesentlichen nach der Dauer bis zur Erstversorgung. Innerhalb der ersten 2 Stunden bietet sich die ► **direkte Überkappung** an. Als Überkappungsmaterial kann Kalziumhydroxid oder alternativ MTA empfohlen werden.

Bei längeren Expositionszeiten (2 h bis zu 24 h) ist die ► **partielle Pulpotomie** [3] indiziert. Hierzu werden die potenziell infizierten koronalsten 2 mm der Pulpa hochtourig unter kontinuierlicher Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung mit einer diamantierten Walze entfernt. Ist die verbliebene Pulpa gesund, ist mit einem Sistieren der Blutung innerhalb von 5 min zu rechnen. Auf die artifizial freigelegte Pulpaoberfläche wird Kalziumhydroxid aufgebracht und mit einem härtenden Kalziumhydroxidzement überschichtet.

Die Literatur bescheinigt dieser Methode unabhängig von Größe der Pulpaeröffnung und Stand des Wurzelwachstums eine hohe Erfolgssicherheit. Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum können so ihr Wurzellängen- und -dickenwachstums fortsetzen. Dadurch kann einerseits eine aufwendige Apexifikation umgangen werden und andererseits eine erhöhte Stabilität vor dem Hintergrund der nachgewiesenen Frakturanfälligkeit von Frontzähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzel(dicken-)Wachstum erreicht werden. Aus restaurativer Sicht stehen die gleichen Optionen wie bei Kronenfrakturen ohne Pulpaeröffnung zur Verfügung.

### Kronen-Wurzel-Fraktur mit und ohne Pulpaeröffnung

Aufgrund ihres typischen Frakturverlaufs, der sich an Oberkieferfrontzähnen von labial supragingival ausgehend oftmals palatinal weit in den Wurzelbereich erstreckt, ist eine Pulpabeteiligung sehr häufig. Zur Beurteilung der Situation muss das bewegliche, aber im Bereich palatinaler Parodontalfasern noch befestigte ► **koronale Fragment** entfernt werden. Eine Vitalerhaltung ist wünschenswert, sofern keine intrakanaläre Verankerung für die restaurative Versorgung erforderlich ist. Diese ist durch die subgingival liegenden Defektgrenzen und oftmals durch weitere kleinere Dentinausprengungen im Wurzelbereich massiv erschwert.

Insbesondere bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum sind minimal-invasive Kompositrestaurationen vorzuziehen

#### ► Direkte Überkappung

#### ► Partielle Pulpotomie

Auf die Pulpaoberfläche wird Kalziumhydroxid aufgebracht und mit einem härtenden Kalziumhydroxidzement überschichtet

Eine Pulpabeteiligung ist sehr häufig

#### ► Koronales Fragment

**Tab. 2 Empfehlung zur systemischen Gabe von Doxzyklin bei traumatisierten bleibenden Zähnen**

Doxzyklingabe nach Dislokationsverletzungen
<i>Hintergrund:</i> Antibakterielle und antiresorptive Eigenschaften
<i>Indikation:</i> Dislokationsverletzungen mit hohem Schädigungspotenzial für das Parodont – Intrusion – Avulsion – ausgeprägte Dislokationen
<i>Dosierung:</i> Jugendliche und Erwachsene über 50 kg KG: 200 mg am ersten Tag, dann 100 mg/Tag für 7 Tage Kinder (ab 8 Jahre) unter 50 kg: 4 mg/kg KG am ersten Tag, dann 2 mg/kg KG/Tag für 7 Tage
<i>Cave:</i> Bei Kindern unter 8 Jahren Tetrazyklinverfärbungen der noch nicht vollständig mineralisierten Kronen zweiter und dritter Molaren möglich, aber aufgrund der kurzen Gabe unwahrscheinlich

**► Intraalveoläre Transposition**

Zur Herstellung der biologischen Breite bietet sich bei Kindern als Alternative zur chirurgischen Kronenverlängerung die Extrusion der verbliebenen Wurzel an. Diese kann entweder kieferorthopädisch oder chirurgisch im Sinne einer ► **intraalveolären Transposition** erfolgen. Hierzu wird die Wurzel extrahiert, (ggf. nach Drehung um 180°) replantiert und in einer weiter koronal gelegenen Position geschient. Bei vorsichtiger Extraktionstechnik ist der mechanische Schaden für die Wurzelzementschicht gering (vergleichbar mit einer Avulsion unter Idealbedingungen) und eine parodontale Heilung zu erwarten.

Die ästhetische Rehabilitation schließt – in Abhängigkeit von der verbliebenen Restzahnschubstanz – alle Möglichkeiten der restaurativen Versorgung vom Kompositaufbau bis zur Überkronung mit ein. Eine komplette Fassung der ursprünglichen Defektgrenzen ist insbesondere bei steilem Frakturverlauf nicht zwingend erforderlich.

Wenn auch die Therapie von Kronen-Wurzel-Frakturen zu den technisch anspruchsvollsten Maßnahmen in der zahnärztlichen Traumatologie zählt und vielfach eher als langzeitprovisorische Versorgung gilt, ist bereits der Zahnerhalt bis ins implantationsfähige Alter als Erfolg zu werten.

Milchzähne mit Kronen-Wurzel-Frakturen werden extrahiert.

Bereits der Zahnerhalt bis ins implantationsfähige Alter ist als Erfolg zu werten

**Wurzelquerfraktur**

Die primäre Therapie einer Wurzelquerfraktur hängt ganz entscheidend von der Lage des Frakturspaltes in Relation zum gingivalen Sulkus ab. Günstige Voraussetzungen für den Erhalt beider Fragmente bestehen bei ► **intraalveolären Frakturen** aufgrund der fehlenden Verbindung zwischen Frakturspalt und Mundhöhle. Die Reposition des oftmals dislozierten koronalen Fragments und die anschließende Schienung zielen auf pulpale Regeneration und im Idealfall auf Einlagerung von osteoidem Hartgewebe in den Frakturspalt ab.

Entgegen den früher empfohlenen 2- bis 3-monatigen Schienungszeiten werden wurzelquerfrakturierte Zähne heute – in Abhängigkeit vom Dislokations- bzw. Lockerungsgrad des kronentragenden Fragments – in den meisten Fällen rund 4 Wochen geschient. Zwar steigt mit zunehmendem Dislokationsgrad auch das Ausmaß der Pulpaschädigung, jedoch ist auch bei initial fehlender Reaktion auf den ► **Sensibilitätstest** in der Regel keine primäre endodontische Intervention erforderlich.

Bestehen trotz Dislokation realistische Chancen auf eine Regeneration der Pulpa (bei großem Wurzelkanaldurchmesser an der Frakturstelle und/oder kurzer Revaskularisationsstrecke) im koronalen Fragment, ist ein längeres Abwarten (3–6 Monate) gerechtfertigt, unter der Voraussetzung, dass sich bei den regelmäßigen Nachkontrollen klinisch und röntgenologisch keine Hinweise auf endodontisch bedingte entzündliche Veränderungen ergeben [9]. In über 3/4 der Fälle ist mit einer Vitalerhaltung zu rechnen. Auch die häufig beobachteten Obliterationen des endodontischen Systems im koronalen und/oder apikalen Fragment sind – trotz oftmals fehlender Reaktion auf den Sensibilitätstest – als indirekter Hinweis auf eine Leistung vitaler Pulpazellen zu interpretieren und stellen keine Indikation für eine endodontische Intervention dar.

Ergeben sich im weiteren Verlauf gesicherte Zeichen einer infizierten Pulpanekrose, ist eine auf das koronale Fragment beschränkte Wurzelkanalbehandlung durchzuführen. Das apikale Fragment bleibt in der Regel vital und muss nicht behandelt werden.

**► Intraalveoläre Frakturen**

Wurzelquerfrakturierte Zähne werden heute in den meisten Fällen rund 4 Wochen geschient

**► Sensibilitätstest**

In über 3/4 der Fälle ist mit einer Vitalerhaltung zu rechnen



**Abb. 5** ▶ Situation im Rahmen der Nachuntersuchung: Die Kompositaufbauten sind unsichtbar



**Abb. 7** ▶ Wurzelkanalbehandlung aufgrund Pulpanekrose. Die Größe der Trepanationsöffnung muss an die Ausdehnung des endodontischen Systems angepasst sein



**Abb. 6** ▲ Röntgenbild nach Reposition und Schienung des (um etwa 2 mm) nach palatinal dislozierten Zahns 11

Bei Milchzähnen kommen Wurzelquerfrakturen äußerst selten vor und bedürfen bei fehlender Lockerung keiner besonderen Therapie. Bei starker Mobilität und/oder Dislokation des koronalen Fragments wird nur dieses extrahiert [6].

## Therapie der Dislokationsverletzungen

Dislokationsverletzungen treten in unterschiedlichem Ausmaß auf und schädigen primär parodontale Strukturen, aber auch die Pulpa in Abhängigkeit von der Auslenkung des Zahns.

Die Schienung und die nachfolgende funktionelle Belastung zielen auf eine Regeneration parodontaler Strukturen [2]. Im Hinblick auf die gestellten Anforderungen (Flexibilität, parodontalhygienische Gestaltungsmöglichkeit, einfache Handhabung) bietet die Titan-Trauma-Schiene (TTS, Fa. Medartis, Basel, Schweiz) Vorteile und hat sich mittlerweile in der Traumatologie als Standard etabliert [15]. Bewährt hat sich außerdem die Verwendung ▶ **selbstkonditionierender Adhäsivsysteme** (z. B. Prompt-L-Pop®, Espe, Seefeld) für die Zahnkonditionierung. Auf diese Weise entfällt das Abspülen der Phosphorsäure, das mit einer Kontamination der Adhäsivfläche durch eine evtl. verursachte Blutung einhergehen kann. Die Verwendung eines fließfähigen Komposits mit reversiblen Farbumschlag beim Belichten (Tetric Flow Chroma®, Vivadent, Ellwangen, seit 2008 leider nicht mehr verfügbar) erleichtert die spätere Entfernung der Schiene unter maximaler Zahnhartsubstanzschonung.

Insbesondere bei schwerwiegenden Verletzungen parodontaler Strukturen (Intrusionen, Avulsionen und teilweise auch ausgeprägte Dislokationen) ist mit einer hohen Gefahr von externen Wurzelresorptionen zu rechnen. Die Beeinflussung der parodontalen Heilungsvorgänge durch systemische (Tetracyclin; ■ **Tab. 2**) und lokal applizierbare Medikamente bzw. Lösungen (Schmelzmatrixproteine, Kortikoide, Zellkulturmedien) findet seit einigen Jahren eine zunehmende Bedeutung. In der Literatur werden sie oftmals als ▶ **antiresorptive regenerationsfördernde Therapiekonzepte (ART)** zusammengefasst [12].

Wird eine zusätzliche Infektion der infolge des Traumas nicht abwehrfähigen Pulpa nicht rechtzeitig behandelt, sind infektionsbedingte Resorptionen zu erwarten. Unbehandelt können diese in kurzer Zeit zum Zahnverlust führen.

Die Titan-Trauma-Schiene hat sich mittlerweile als Standard etabliert

### ▶ Selbstkonditionierende Adhäsivsysteme

Bei schwerwiegenden Verletzungen parodontaler Strukturen ist mit einer hohen Gefahr von externen Wurzelresorptionen zu rechnen

### ▶ Antiresorptive regenerationsfördernde Therapiekonzepte



**Abb. 8** ▲ Röntgenkontrollaufnahme nach Wurzelkanalfüllung



**Abb. 9** ◀ Frontzahntrauma mit Avulsion 11 und Extrusion 21



**Abb. 10** ◀ Nach Reposition 21 und Fixierung der Schiene mit Komposit wird der avulierte Zahn vorsichtig replantiert



**Abb. 11** ◀ Situation nach Fertigstellung der Schienung

► **Flexible Schienung**

► **Posttraumatische Diskolorationen**

Beträgt die traumatische Auslenkung des Zahns mehr als 1–2 mm ist bei abgeschlossenem Wurzelwachstum eine Regeneration der Pulpa eher unwahrscheinlich

### Konkussion und Lockerung

Bei der Konkussion und der Lockerung ist die Schädigung von Pulpa und Parodont gering.

Eine ► **flexible Schienung** für 1–3 Wochen kann insbesondere bei starker Lockerung erfolgen, ist aber nicht zwingend erforderlich. Die Chancen für eine Vitalerhaltung sind sehr gut. Zusätzliche unversorgte Dentinwunden erhöhen allerdings die Wahrscheinlichkeit einer infizierten Pulpanekrose maßgeblich. Eine fehlende Reaktion auf den Sensibilitätstest in den ersten Monaten oder unmittelbare ► **posttraumatische Diskolorationen** der Zahnkrone sollten nicht als alleinige Kriterien bei der Entscheidung für eine Wurzelkanalbehandlung herangezogen werden.

### Extrusive und laterale Dislokation

Extrudierte Zähne können mit wenig Aufwand reponiert und für 1–3 Wochen geschient werden. Lateral dislozierte Zähne müssen zuvor oftmals aus deren Verkeilung im Alveolarknochen vorsichtig gelockert werden.

Das vermutete Ausmaß der Pulpaverletzung am Apex entscheidet über deren Schicksal. Beträgt die traumatische Auslenkung des Zahns aus seiner ursprünglichen Position mehr als 1–2 mm ist bei abgeschlossenem Wurzelwachstum eine Regeneration der Pulpa eher unwahrscheinlich und die In-



**Tab. 3 Therapieempfehlungen nach Avulsion in Abhängigkeit vom vermuteten Parodontalschaden**

<i>Parodontale Heilung zu erwarten, da geringer Parodontalschaden, z. B. bei:</i>	
– sofortiger Replantation am Unfallort	
– extraoraler Lagerung <15 min	
– Lagerung in Dentosafe® rasch nach dem Unfall	
Abgeschlossenes Wurzelwachstum	– Replantation, flexible Schienung (TTS) für 1–2 Wochen – Trepanation nach 1–2 Wochen (vor Schienenentfernung) – medikamentöse Einlage für mindestens 1 Woche
Weit offener Apex	– 5 min Lagerung in Doxyzyklin-Lösung (1 mg in 20 ml 0,9%-NaCl-Lösung) – Replantation, flexible Schienung für 1–2 Wochen – keine primäre Wurzelkanalbehandlung
<i>Parodontale Heilung möglich, aber nicht sicher vorhersagbar, da ausgeprägter Parodontalschaden, z. B. bei:</i>	
– trockener Lagerung zwischen 15 und 60 min	
– Lagerung in suboptimalen Lagerungsmedien (Wasser, Speichel, Kochsalzlösung, Milch) für einige Stunden	
Abgeschlossenes Wurzelwachstum	– Lagerung für 30 min in Dentosafe®, evtl. mit Zugabe von Dexamethason (40 µg/ml) – falls verfügbar Applikation von Emdogain auf die Wurzeloberfläche – Replantation, flexible Schienung (TTS) für 1–2 Wochen – Trepanation nach 1–2 Wochen (vor Schienenentfernung) – medikamentöse Einlage für mindestens 1 Woche
Offener Apex	– wie oben, jedoch Apexifikation mit Kalziumhydroxid oder MTA als apikaler Verschluss vor Wurzelkanalfüllung
<i>Parodontale Heilung nicht möglich (→ Ankylose), da massiver Parodontalschaden, z. B. bei:</i>	
– trockener Lagerung >60 min	
– Lagerung in Wasser für mehrere Stunden	
Abgeschlossenes Wurzelwachstum	– vollständige Entfernung des nekrotischen Wurzelzements – 20 min Lagerung in Natriumfluoridlösung – Replantation, Schienung – extraorale Wurzelkanalbehandlung oder Wurzelkanalbehandlung nach 7–10 Tagen
Offener Apex	– Replantation nicht zu empfehlen aufgrund negativer Auswirkungen auf das Kieferwachstum

fektion des endodontischen Systems (über Dentintubuli) auch bei intakter Zahnkrone zu erwarten. Wird diese nicht rechtzeitig behandelt, sind – in Abhängigkeit des Wurzelzementschadens – infektionsbedingte Resorptionen zu erwarten. Zur deren Vermeidung ist eine konsequente und adäquate Wurzelkanalbehandlung erforderlich (▣ **Abb. 6, 7, 8**).

### Intrusive Dislokation

Während bei offenem Apex geringfügige Intrusionen in etwa 60% der Fälle zu einer Pulpanekrose führen, ist bei abgeschlossenem Wurzelwachstum nicht mit einem Überleben der Pulpa zu rechnen. Aufgrund der ausgedehnten Zementschädigung und des daraus resultierenden hohen Resorptionsrisikos ist eine möglichst frühzeitige Wurzelkanalaufbereitung entscheidend für die Prognose. Um dies zu ermöglichen, sollte eher der chirurgischen statt der orthodontischen Reposition des intrudierten Zahns den Vorzug gegeben werden.

Eine intentionelle Replantation nach Exzision ermöglicht die Integration von ART in ähnlicher Weise wie bei der Avulsion. Ob der Einsatz von ► **Schmelzmatrixproteinen** oder ► **Kortikoiden** auf der Wurzeloberfläche langfristig günstigere Resultate hervorbringt, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Das Abwarten auf eine ► **Spontaneruption** sollte – ein engmaschiges „Recall“ vorausgesetzt – auf geringfügig intrudierte Zähne mit offenem Apex oder auf intrudierte Milchzähne beschränkt bleiben.

Bei im Wachstum befindlichen Patienten ist bei schweren Intrusionen bleibender Zähne aufgrund der hohen Gefahr einer Ankylose und der sich daraus ergebenden ► **lokalen Wachstumshemmung** der Zahnerhalt kritisch zu hinterfragen. Bei erforderlicher Exzision ist als Alternative zu kieferorthopädischen oder (langzeitprovisorischen) prothetischen Lösungen auch die Zahntransplantation im Frontzahnggebiet in Erwägung zu ziehen.

Bei abgeschlossenem Wurzelwachstum ist nicht mit einem Überleben der Pulpa zu rechnen

- **Schmelzmatrixproteine**
- **Kortikoide**

- **Spontaneruption**

- **Lokale Wachstumshemmung**

### ► Desmodontale Zellen

Zellkulturmedien bieten ideale Bedingungen für avulsierte Zähne

### ► Trockene Lagerung

Der Replantation sollte eine sorgfältige Reinigung der Wurzeloberfläche mit physiologischer Kochsalzlösung vorausgehen

### ► Langfristiger Zahnerhalt

Generell führt der Zahnverlust in Abhängigkeit des noch zu erwartenden Wachstums zu einer Wachstumshemmung des entsprechenden Kiefersegments

### ► Transplantation

## Avulsion

Wesentliche Voraussetzung für den Erhalt avulsierter Zähne ist eine hohe Überlebensrate ► **desmodontaler Zellen** auf der Wurzeloberfläche [16]. Dies ist insbesondere bei kurzer extraalveolärer Verweildauer des avulsierten Zahns und Auswahl eines geeigneten Transportmediums gegeben. Zellkulturmedien (z. B. Dentosafe®) bieten weitgehend ideale Bedingungen, um ein Absterben am Zahn anhaftender desmodontaler Zellen innerhalb von mindestens 24 Stunden zu verhindern [13]. Während kalte H-Milch noch für wenige Stunden geeignet erscheint, wird Kochsalzlösung aufgrund fehlender Nährstoffe diesbezüglich kritischer eingeschätzt. Gleiches gilt für Speichel, wegen der hohen bakteriellen Kontamination und der hypotonen Eigenschaften (etwa 2/3 der Osmolarität von Blutplasma). Fast ebenso ungeeignet wie eine ► **trockene Lagerung** ist das Aufbewahren in Leitungswasser.

Grundsätzlich gilt, dass der Zahn – falls nicht bereits erfolgt – umgehend nach Betreten der Praxis oder der Klinik in ein geeignetes Zellkulturmedium gelegt werden soll, da in der Regel bis zur Reposition des Zahns noch einige Zeit (Diagnostik, Vorbereitung des Patienten) verstreicht. Die weitere Therapie erfolgt in Abhängigkeit vom vermuteten Parodontalschaden, der sich im Wesentlichen aus den extraoralen Lagerungsbedingungen ableitet (■ **Tab. 3**). Der Replantation sollte eine sorgfältige Reinigung der Wurzeloberfläche mit physiologischer Kochsalzlösung vorausgehen. Das Absaugen eines bereits verfestigten Blutkoagulums, das Spülen mit physiologischer Kochsalzlösung und die Inspektion der Alveole schließen sich an. Hindernisse, die einer schonenden Replantation entgegenstehen, müssen erkannt werden. So kann eine Fraktur der (bukkalen) Alveolenwand eine vorsichtige Reposition unter Zuhilfenahme eines stumpfen Instruments erforderlich machen. Die Replantation erfolgt langsam und mit wenig Druck, um eine zusätzliche Schädigung des Wurzelzements zu vermeiden. Es folgt die Schienung des Zahns (■ **Abb. 9, 10, 11**). Die Wurzelkanalbehandlung wird – falls erforderlich – unmittelbar vor der Schienenentfernung (nach 1–2 Wochen) mit der vollständigen Aufbereitung eingeleitet [8]. Alternative Therapiekonzepte sehen die endodontische Intervention am Unfalltag vor mit:

- Trepanation und temporärer Ledermixeinlage [14] oder
- extraoraler retrograder Stiftinsertion [10] nach kreisrunder Präparation bis zur koronalen Pulpa.

## Nachsorge dentaler Traumata

Die Nachsorge nach Abschluss der Primärtherapie dient zur Früherkennung potenzieller Komplikationen wie periapikale oder laterale Entzündungen und Resorptionen. Sie ist ein wichtiger Bestandteil im Hinblick auf weitere notwendige Therapiemaßnahmen, die den ► **langfristigen Zahnerhalt** sicherstellen sollen. Für die meisten Verletzungsarten sind Kontrollen nach 3, 6 und 12 Monaten empfehlenswert. Anschließend erscheinen jährliche Nachkontrollen zumindest in den ersten 5 Jahren sinnvoll. Im Einzelfall sind Abweichungen von den genannten Kontrollintervallen insbesondere bezüglich der röntgenologischen Nachuntersuchungen möglich und in Abhängigkeit von der klinischen Situation festzulegen.

## Zahnverlust im Kindesalter, was nun?

Ist trotz aller Bemühungen ein Zahnverlust bei Patienten im Wachstum nicht zu vermeiden, müssen die nachfolgenden Therapieschritte sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Generell führt der Zahnverlust in Abhängigkeit des noch zu erwartenden Wachstums zu einer Wachstumshemmung des entsprechenden Kiefersegments. Über die Jahre betrachtet hat dies einen relativen Verlust an Knochen und Weichgewebe zur Folge, was eine spätere Implantatversorgung maßgeblich erschweren kann. In solchen Fällen ist neben kieferorthopädischen Therapieüberlegungen insbesondere auch die Möglichkeit der ► **Transplantation** von Prämolaren oder ggf. Milcheckzähnen in Erwägung zu ziehen, um traumatisierte Zähne auf eine biologische Weise zu ersetzen [11]. Komplexe Fälle erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Spezialisten.

## Korrespondenzadresse

### Dr. G. Krastl



Zahnunfall-Zentrum und Klinik für Parodontologie,  
Endodontologie und Kariologie, Universitätskliniken für Zahnmedizin der Universität Basel  
Hebelstraße 3,  
CH-4056 Basel  
gabriel.krastl@unibas.ch

---

Dr. Gabriel Krastl studierte von 1993 bis 1998 Zahnheilkunde in Tübingen und war von 1998 bis 2005 als wissenschaftlicher Assistent und ab 2002 als Oberarzt an der Poliklinik für Zahnerhaltung des Universitätsklinikums Tübingen tätig. Seit 2005 ist er Oberarzt an der Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie in Basel (Schweiz) und seit 2005 im wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift *Endodontie*. 2006 gründete Dr. Krastl das Zahnunfallzentrum Basel, welches er seitdem zusammen mit Prof. Dr. A. Filippi leitet.

---

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

# Fragen zur Lernerfolgskontrolle

Bitte beachten Sie:

Es ist immer nur eine Antwort möglich.  
Antwortmöglichkeit nur online unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)  
nach vorheriger Registrierung unter [www.fvdz.de](http://www.fvdz.de).  
Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online  
individuell zusammengestellt.

**Wie klassifizieren Sie nach der aktuellen Nomenklatur eine Verletzung, bei der ein Zahn eine unveränderte Position bei erhöhter Mobilität aufweist?**

- Konkussion.
- Subluxation.
- Lockerung.
- Dislokation.
- Avulsion.

**Eine längere Trockenlagerung vorhandener Zahnfragmente nach Kronenfraktur führt zu...**

- besseren Haftwerten.
- besserer Farbangleichung.
- schlechterer Reponierbarkeit.
- pulpitischen Beschwerden.
- schlechteren Haftwerten.

**Eine partielle Pulpotomie...**

- bietet im Vergleich zur direkten Überkappung eine wesentlich geringere Erfolgssicherheit.
- ist bei Zähnen mit komplizierter Kronenfraktur heute nicht mehr indiziert.
- sieht die Verwendung von Ledermix zur Abdeckung der Pulpawunde vor.
- kann auch bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum erfolgreich durchgeführt werden.
- sieht die Amputation der gesamten Kronenpulpa vor.

**Die Wurzelquerfraktur...**

- führt zum Verlust der Pulpa-vitalität im apikalen sowie im koronalen Zahnfragment.
- macht eine Wurzelkanalbehandlung des koronalen Fragments erforderlich.

- erfordert in der Mehrzahl der Fälle die Schienung des betroffenen Zahns unter Verzicht auf eine Wurzelkanalbehandlung.
- lässt sich in den meisten Fällen klinisch diagnostizieren.
- erfordert die chirurgische Entfernung des apikalen Fragments.

**Wie verfahren Sie mit einem avulsierten Zahn mit abgeschlossenem Wurzelwachstum, der innerhalb von 30 min replantiert wird?**

- Sie führen zwingend in der gleichen Sitzung eine Wurzelkanalbehandlung durch.
- Der Zahn wird zu einem späteren Zeitpunkt wurzelampuliert und transdental stabilisiert.
- Sie führen nach der Schienung (flexible Schienung, TTS) eine Pulpotomie durch.
- Der Zahn wird nach 1–2 Wochen (vor Schienenentfernung) wurzelkanalbehandelt.
- Sie entfernen vor der Replantation das nekrotische Wurzelzement vollständig.

**Welches der hier aufgeführten Medien eignet sich am besten zur vorübergehenden Lagerung eines avulsierten Zahns?**

- Leitungswasser.
- Physiologische Kochsalzlösung.
- Sauberes Taschentuch.
- Kalte H-Milch.
- Alkohol.

**Welche der hier aufgeführten Verletzungen stellt am ehesten eine Indikation für die systemische Gabe von Doxyzyklin dar?**

- Kronen-Wurzel-Frakturen.
- Kronenfrakturen mit breiter flächiger Pulpaeröffnung.
- Intrusionen.
- Konkussionen.
- Weichteilverletzungen.

**Über welchen Zeitraum schienen Sie in den meisten Fällen nach einer Wurzelquerfraktur?**

- 1–2 Wochen.
- 4 Wochen.
- 8 Wochen.
- 12 Wochen.
- 6 Monate.

**Welche der folgenden Therapiemaßnahmen ergreifen Sie bei avulsierten Zähnen mit weit offenem Apex, die 2 Stunden trocken gelagert wurden?**

- Sie lagern den Zahn 5 min in Doxyzyklin-Lösung (1 mg in 20 ml 0,9%-NaCl-Lösung) vor Replantation.
- Sie replantieren den Zahn nicht, da die zu erwartende Ankylose negative Auswirkungen auf das Kieferwachstum hat.
- Sie schienen den Zahn nach Replantation für 1–2 Wochen flexibel.
- Sie applizieren vor Replantation Emdogain® auf die Wurzeloberfläche.
- Sie führen eine Apexifikation mit Kalziumhydroxid oder MTA vor Wurzelkanalfüllung durch.

**Bei einem 40-jährigen Patienten wird ein avulsiertes Zahn nach langer trockener Lagerung (>1 h) replantiert, geschieht, innerhalb der ersten 2 Wochen trepaniert und anschließend adäquat wurzelkanalbehandelt. In der Folge ist am ehesten zu rechnen mit...**

- Schmelzfrakturen innerhalb von wenigen Wochen.
- einem schnellen Zahnverlust innerhalb von wenigen Monaten.
- externen Wurzelresorptionen.
- einer Wurzellängsfraktur.
- einer apikalen Parodontitis.

**Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)**



Mitmachen, weiterbilden und CME-Punkte sichern durch die Beantwortung der Fragen im Internet unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)

Hier steht eine Anzeige  
This is an advertisement

## Literatur

1. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (2007) Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth, 3 edn. Munksgaard, Copenhagen
2. Berthold C (2005) Schienentherapie nach dentoalveolären Traumata (Stellungnahme der DGZMK). Zahnärztl Mitt 95: 36–37
3. Cvek M (1978) A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. J Endod 4: 232–237
4. Filippi A, Krastl G (2007) Traumatologie im Milch- und Wechselgebiss. Quintessenz 58: 739–752
5. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO et al. (2007a) Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol 23: 66–71
6. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO et al. (2007b) Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. Dent Traumatol 23: 130–136
7. Flores MT, Malmgren B, Andersson L et al. (2007c) Guidelines for the management of traumatic dental injuries. III. Primary teeth. Dent Traumatol 23: 196–202
8. Krastl G (2007) Therapie von Dislokationsverletzungen am Beispiel eines komplexen Frontzahntraumas. Endodontie 16: 35–47
9. Krastl G, Weiger R, Filippi A (2007) Die Wurzelquerfraktur. Zahnärztl Mitt 97: 1270–1274
10. Filippi A (2007) Traumatologie bleibender Zähne. In: Lambrecht JT (Hrsg) Zahnärztliche Operationen. Quintessenz, Berlin, S 169–220
11. Lang B, Pohl Y, Filippi A (2003) Tooth transplantation. Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 1178–1199
12. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H (2005) Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy. Dent Traumatol 21: 93–101
13. Pohl Y, Tekin U, Boll M et al. (1999) Investigations on a cell culture medium for storage and transportation of avulsed teeth. Aust Endod J 25: 70–75
14. Trope M (2002) Clinical management of the avulsed tooth: present strategies and future directions. Dent Traumatol 18: 1–11
15. Arx T von, Filippi A, Buser D (2001) Splinting of traumatized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). Dent Traumatol 17: 180–184
16. Weiger R, Kalwitzki M, Löst C (1999) Der avulierte Zahn. Endodontie 8: 165–179