

Andreas Filippi<sup>1</sup>, Mauro Amato<sup>2</sup>, Andrea Zürcher<sup>1</sup>

# Behandlung einer Avulsion

*Treatment of an avulsion*



Prof. Dr. Andreas Filippi

## Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten? / Why should you read this article?

Der traumabedingte Zahnverlust (Avulsion) ist eines der echten Notfallereignisse für den Zahnarzt. Wie bei anderen medizinischen Notfällen sind auch hier die ersten Schritte kritisch. Eine zeitnahe Intervention wie ein zahnmedizinisch korrektes Vorgehen verbessern die Prognose erheblich. Kritisch sind: Die optimale Lagerung des avulsierten Zahnes, die Replantation mit entsprechender Fixierung und bei abgeschlossenem Wurzelwachstum die möglichst zeitnahe Wurzelkanalbehandlung mit adäquater Desinfektion und Füllung. Besonders wichtig ist dies bei jüngeren Patienten mit noch nicht abgeschlossenem Kieferwachstum, weil bei diesen zur Replantation des Zahnes keine Alternativen vorhanden sind. In den wenigsten Fällen ist am „Unfallort“ ein Zahnarzt anwesend, der das Notfallmanagement übernehmen kann. Daher fällt allen Kolleginnen und Kollegen ebenso die Aufgabe zu, auch aufklärend bei den Zielgruppen tätig zu sein.

*The traumatic loss of teeth (avulsion) is one of the serious emergency events in dental medicine. As with other medical emergencies, first steps are critical. Prompt intervention and correct medical approach improve the prognosis significantly. Critical are: Optimal storage of the avulsed tooth, replantation with appropriate fixation and after completed root growth, root canal treatment with adequate disinfection and filling. This is particularly important in younger patients with unfinished jaw growth because there is no alternative to the replantation of the teeth. Seldom if ever is a dentist witness to the „accident“, who could take over the emergency management. Therefore, all colleagues are asked to enlighten the target groups about taking action.*

**Einführung:** Für die Prognose eines avulsierten bleibenden Zahnes spielt das Verhalten am Unfallort eine wichtige Rolle. Art und Dauer der extraoralen Lagerung bis zur Replantation sind entscheidend. Wird der Zahn kurz nach dem Unfall in das Organtransplantationsmedium einer Zahnrettungsbox eingelegt, können die Zellen auf der Wurzeloberfläche über einen längeren Zeitraum (mindestens 24 h) überleben. Der Transport in allen anderen Medien (Milch, Kochsalzlösung, Speichel oder Wasser) ist heutzutage keine Alternative für nennenswerte Zeiträume. Am häufigsten sind Kinder und Jugendliche von Zahnunfällen betroffen. Durch das noch nicht abgeschlossene Kieferwachstum ist die Replantation die Therapie der Wahl. Das genaue Vorgehen wird durch zahlreiche Faktoren (Rettungskette, Zustand des Zahnes, Durchmesser des Foramen apicale, intraorale Begleitverletzungen, Alter, etc.) beeinflusst. Daher gibt es – wie in der gesamten Traumatologie der Zähne – kein Standardvorgehen. Auch bei

**Introduction:** The prognosis of avulsed permanent teeth is strongly associated with the first-aid treatment at the place of accident. An appropriate emergency management such as short dry time and storage of the avulsed tooth in transport media (e.g. Dentosafe) may influence the prognosis. Avoid storage in water, saline, milk or saliva. The vitality of the periodontal ligament (PDL) is largely dependent on the storage medium. Traumatic dental injuries occur frequently in children or young adults. Replantation of avulsed teeth is in most situations the treatment of choice. The procedure may be influenced by varying factors (rescue chain, condition of the tooth, diameter of the apical foramen, other injuries, age, etc.). Therefore, dental traumatology procedures may differ from standard protocols. Local or systemic medications can influence treatment outcome supporting healing of the PDL. If the tooth has a closed apex root canal treatment should be initiated to avoid root resorptions.

<sup>1</sup> Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde und Zahnunfallzentrum, Universität Basel, Hebelstr. 3, CH-4056 Basel, Schweiz

<sup>2</sup> Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie und Zahnunfallzentrum, Universität Basel, Hebelstr. 3, CH-4056 Basel, Schweiz

Peer-reviewed article: eingereicht: 23.04.2015, Fassung akzeptiert: 27.05.2015

DOI 10.3238/dzz.2015.0250-0256

nicht optimaler Rettungskette kann mithilfe lokaler und systemischer medikamentöser Intervention die parodontale Heilung positiv beeinflusst werden. Bei abgeschlossenem Wurzelwachstum verhindert der zeitnahe und professionelle Beginn der Wurzelkanalbehandlung das Auftreten der gefürchteten infektionsbedingten Wurzelresorption in jedem Fall.

**Behandlungsmethode:** Der vorliegende Fall beschreibt die Vorgehensweise einer Replantation nach Avulsion der Zähne 11 und 12 mit abgeschlossenem Wurzelwachstum bei einem 12-jährigen Patienten. Zusätzlich erlitt der Patient eine Extrusion des Zahnes 21 sowie eine Lockerung des Zahnes 22 mit Alveolarfortsatzfraktur und entsprechender Weichgewebsverletzung. Die Rettungskette der beiden Zähne war gut: Nach kurzer Zeit am Boden wurden die Zähne für den Transport in einer Zahnrettungsbox gelagert. Nach entsprechender Anästhesie und Beigabe von Steroiden und Antibiotika in das Nährmedium (antiresorptive regenerationsfördernde Therapie ART) wurden die Zähne replantiert und mithilfe der Titan-Trauma-Schiene (TTS) adhäsiv an den Nachbarzähnen befestigt. Die Versorgung der verletzten Weichgewebe erfolgte mit Nähten. Zusammen mit der Mutter wurde der Patient über das postoperative Verhalten informiert; neben einem Analgetikum und einer Mundspüllösung wurde ein Antibiotikum rezeptiert. Zeitnah erfolgte die endodontische Behandlung der Zähne 12, 11 sowie 21. Regelmäßige klinische und radiologische Kontrollen folgten im weiteren Verlauf.

**Ergebnisse:** Bei der vorerst letzten Kontrolle 6 Monate nach dem Unfall zeigten sich sowohl klinisch als auch radiologisch reizlose Verhältnisse. Die parodontale Heilung ist erfolgreich abgeschlossen; Spätfolgen sind jetzt nur noch in seltenen Fällen zu erwarten. Trotzdem werden in großen Abständen weiterhin klinische und radiologische Kontrollen durchgeführt.

**Schlussfolgerung:** Nach Avulsion eines bleibenden Zahnes ist die Replantation die Therapie der Wahl. Da Zahnärzte eher selten in der täglichen Praxis mit Zahnunfällen konfrontiert sind, soll der vorliegende Fallbericht das konkrete Vorgehen Step-by-step zeigen.

(Dtsch Zahnärztl Z 2015; 70: 250–256)

*Schlüsselwörter: Avulsion; Replantation; Zahnrettungsbox; anti-resorptive, regenerative Therapie*

## Einleitung

Die Avulsion eines bleibenden Zahnes ist vermutlich der spektakulärste Unfall in der zahnärztlichen Traumatologie. Parodont und Pulpa sind abgerissen, der Zahn hat den Mund verlassen, ist mehr oder weniger verschmutzt, mikrobiologisch kontaminiert und intraoral zeigen sich eventuell zusätzliche Begleitverletzungen [5, 16]. Da die parodontale Verbindung zwischen Zahn und Knochen über einen Faserapparat erfolgt, sollten heute in diesem Zusammenhang grund-

sätzlich keine Begriffe mehr verwendet werden, die eine gelenkähnliche Verbindung suggerieren (Luxation, Totalluxation, Eluxation, Exartikulation) [10].

Während im Milchgebiss die Replantation eines avulsierten Zahnes heute nicht mehr empfohlen wird [2, 9], gibt es zur Replantation eines avulsierten bleibenden Zahnes nur wenige Alternativen, welche biologisch sind, das lokale Kieferwachstum nicht hemmen und eine vorhersagbar gute funktionelle und ästhetische Langzeitprognose haben (kieferorthopädischer Lü-

**Treatment methods:** This case report shows the replantation of two avulsed teeth (11 and 12) of a 12-year-old child. In addition, tooth 21 was extruded and tooth 22 had a concussion with fracture of the alveolar process and soft tissue damage. The rescue chain of the two avulsed teeth was appropriate: After a limited time on the floor the teeth were stored in a transport medium (Dentosafe). Steroids and antibiotics were added to the medium (antiresorptive regenerative therapy ART). After replantation the teeth were stabilized using a flexible splint (Titanium-Trauma-Splint, TTS) and the soft tissue lacerations sutured. Both patient and parents were advised regarding care of the replanted teeth for optimal healing. The prescribed medication was antibiotics, analgesic and a mouth rinse. Endodontic treatment of the teeth 12, 11 and 21 was initiated shortly after replantation. Follow-up procedures monitored clinical and radiographic outcome of the treatment.

**Results:** Six months after replantation examination showed favorable outcome. Normal mobility and normal percussion sound showed the periodontal healing. These findings show a positive long-term outcome. However, regular follow-up is recommended.

**Discussion:** Avulsed teeth may be replanted with a good prognosis. This case report shows step-by-step a replantation of two avulsed teeth and the follow-up therapy.

*Keywords: avulsion; replantation; tooth rescue box; antiresorptive, regenerative therapy*

ckenschluss, Zahntransplantation). Adhäsivbrücken sind für die meist jungen Patienten nur eine temporäre Lösung und abnehmbarer Zahnersatz ist hier über längere Zeiträume kaum zumutbar. Implantationen vor Abschluss des lokalen Kieferwachstums führen im ästhetisch sichtbaren Bereich zu Infrapositionen der Implantate und zu vertikalem Knochen- und Gingivaverlust [14]. All dies ist nicht oder nur mit großem chirurgischen und finanziellen Aufwand korrigierbar. Unter diesem Aspekt ist die Implantation nach Avulsion



**Abbildung 1** Die avulsierten Zähne 11 und 12 in der Zahnrettungsbox.

**Figure 1** The avulsed teeth 11 and 12 in the tooth rescue box.

(Abb. 1–16: A. Filippi)



**Abbildung 2** Intraorale Situation nach Avulsion der Zähne 11 und 12 bei einem 12-jährigen Patienten (zusätzlich Extrusion 21, Lockerung 22, Alveolenwandfraktur und Riss-Quetschwunden, vor allem unter Beteiligung der Interdentalpapille 11/12).

**Figure 2** Intraoral situation after avulsion of teeth 11 and 12 of a 12-year-old patient (additional extrusion 21, loosening 22, alveolar wall fracture and lacerated soft tissue injury, especially involving the papilla 11/12).



**Abbildung 3** Das Wurzelwachstum beider Zähne ist abgeschlossen.

**Figure 3** The root growth of both teeth is complete.



**Abbildung 4** Öffnen der No resorb-Kapsel.

**Figure 4** Opening of the No resorb capsule.



**Abbildung 5** Hinzufügen von Steroiden und Antibiotikum in die Zahnrettungsbox.

**Figure 5** Adding steroids and antibiotic in the tooth rescue box.



**Abbildung 6** Entfernen des Koagulums vor Replantation durch Spülung.

**Figure 6** Removal of the blood clot before replantation by rinsing.

eines oberen Frontzahnes weder mit 15 noch mit 25 Jahren eine Alternative zur Replantation. Daher sollte die Replantation nach Avulsion eines bleibenden Zahnes grundsätzlich angestrebt werden. Allerdings wird deren Prognose bereits am Unfallort und auf dem Weg zum Zahnarzt entschieden [2, 11, 25]. Überleben die für die parodontale Heilung erforderlichen Zellen auf der Wurzeloberfläche nicht, kommt es zum Zahnverlust durch Ersatzgewebsresorption (Replacement resorption) und zum Stopp des lokalen Kieferwachstums [1, 4, 8, 15]. Nur wenn der Zahn

kurz nach dem Unfall in eine Zahnrettungsbox (SOS Zahnbox, Hager & Werken, Duisburg, Deutschland oder Dentosafe, Medice, Iserlohn, Deutschland) eingebracht werden kann, ist ein Überleben der Zellen auf der Wurzeloberfläche vorhersagbar auch über längere Zeiträume möglich [21]. Der Transport in Milch ermöglicht mit etwas Optimismus ein Überleben von allerhöchstens 2 h, alles andere garantiert noch nicht einmal 60 min bis hin zu nur wenigen Minuten (Kochsalzlösung, Wasser, Speichel, trocken) [24]. Selbst bei nicht optimaler Rettungskette kann durch

professionelles Vorgehen die Prognose nach Avulsion verbessert werden. Dazu gehören nicht nur die lokale und systemische medikamentöse Intervention in die parodontale Heilung [6, 7, 22, 23], sondern auch ein konsequenter und zeitnaher Beginn der Wurzelkanalbehandlung nach Abschluss des Wurzelwachstums [2, 5, 16, 20], um der gefürchteten infektionsbedingten Wurzelresorption (Infection related root resorption) vorzubeugen, die immer zum Zahnverlust führt [2, 12]. Leider überleben auch vor Abschluss des Wurzelwachstums viele Pulpen eine Replanti-



**Abbildung 7** Replantation der Zähne 11 und 12 (sowie Reposition des Zahnes 21).

**Figure 7** Replantation of the teeth 11 and 12 (as well as reposition of the tooth 21).



**Abbildung 8** Schmelz-Konditionierung vor der Schienung.  
**Figure 8** Enamel-conditioning before splinting.



**Abbildung 9** Rigide Immobilisation wegen Alveolenwandfraktur.  
**Figure 9** Rigid immobilization due to alveolar wall fracture.



**Abbildung 10** Nahtversorgung der Riss-Quetsch-Wunden  
**Figure 10** Suturing the lacerated soft tissue injury.

on nicht [3]: Durch die dünneren Wurzelwände ist das Risiko eines raschen Zahnverlustes deutlich höher.

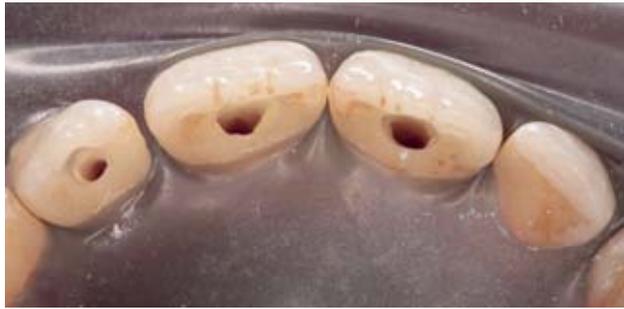
Es gibt nach Avulsion zahlreiche Faktoren (Rettungskette, Zustand des Zahnes, Durchmesser Foramen apicale, intraorale Begleitverletzungen, Alter ect.), welche das genaue Vorgehen der Replantation beeinflussen [2]. Daher kann es auch – wie in der gesamten Traumatologie der Zähne – kein Standardprozedere geben. Nachfolgend wird die Vorgehensweise einer Replantation nach Avulsion der Zähne 11 und 12 bei einem 12-jährigen Patienten (Abb. 1) mit guter Rettungskette (5 min an der Luft, dann in eine Zahnrettungsbox) Step-by-step beschrieben. Der Patient erlitt zusätzlich noch eine Extrusion des Zahnes 21, eine Lockerung des Zahnes 22, eine bis zum Apex reichende Fraktur der bukkalen Wand regio 21 und 22 sowie vertikale und horizontale Riss-Quetschwunden (Abb. 2). Das Wurzelwachstum der beiden avulsierten Zähne war abgeschlossen (Abb. 3). Bei anderen Konstellationen (Rettungskette, Wurzelwachstum) muss die Replantation gegebenenfalls anders erfolgen [2].

### Klinischer Bericht

Nach erfolgter Oberflächen- und Infiltrationsanästhesie wurden dem Organtransplantationsmedium der Zahnrettungsbox im Sinne der antiresorptiven regenerationsfördernden Vorgehensweise (ART) Steroide und Antibiotika zugefügt (No resorb, Medcem, Weinfeld, Schweiz, Abb. 4 und 5). Das Koagulum in den Alveolen darf nur durch Spülen mit steriler isotoner Kochsalzlösung vollständig entfernt werden (Abb. 6). Geschieht dies nicht vollständig, ist eine korrekte, drucklose, zell- und gewebeschonende Replantation nicht möglich. Die Alveole darf keinesfalls (z.B. mit scharfen Löffeln) kürettiert werden. Die Zähne werden grundsätzlich mit den Fingern und nicht mit einer Frontzahnzange in ihre Originalposition reponiert (Abb. 7). Vor der Fixation mit einer Schiene wurde die bukkale Schmelzoberfläche via Säure-Ätz-Technik entsprechend konditioniert (Abb. 8). In der Regel ist ein Einbezug von rechts und links mit je einem nicht erhöht beweglichen Zahn in die Schiene ausreichend. Im vorliegenden Fall bestand zusätzlich zu den beiden Avulsionen eine Extrusi-

on des Zahnes 21, eine Lockerung des Zahnes 22 sowie eine Alveolenwandfraktur, sodass die Schiene nicht nur von Eckzahn zu Eckzahn fixiert wurde, sondern auch durch zusätzliches vestibuläres Auftragen von Komposit versteift wurde (Abb. 9). Bei rein parodontalen Verletzungen ohne größere Knochenbeteiligung ist dies nicht erforderlich. Schließlich wurden noch die Verletzungen der Weichgewebe mit Einzelknopfnähten versorgt (Abb. 10). Postoperativ erhielt der Patient Empfehlungen für ein Analgetikum, eine desinfizierende Mundspüllösung für eine Woche sowie ein Antibiotikum (Doxyzyklin nach Körpergewicht für eine Woche oral). Die Tetanusimmunität war gewährleistet.

Zu den postoperativen Kontrollen nach 72 h und nach einer Woche zeigte sich den Umständen entsprechend eine stadiengerechte Wundheilung. Eine Woche nach Replantation begann die endodontische Behandlung der Zähne 12, 11 und 21 mit einer medikamentösen Einlage (Ledermix, Riemser, Greifswald, Abb. 11). Die Schiene wurde 2 Wochen später entfernt und die Wurzelkanalbehandlung mit erwärmter Guttapercha abgeschlossen.



**Abbildung 11** Situation nach Trepanation der dislozierten Zähne 12, 11 und 21.

**Figure 11** Situation after trepanation of the dislocated teeth 12, 11 and 21.



**Abbildung 12** Klinische Situation 6 Monate nach dem Unfall.

**Figure 12** Clinical situation 6 months after the accident.

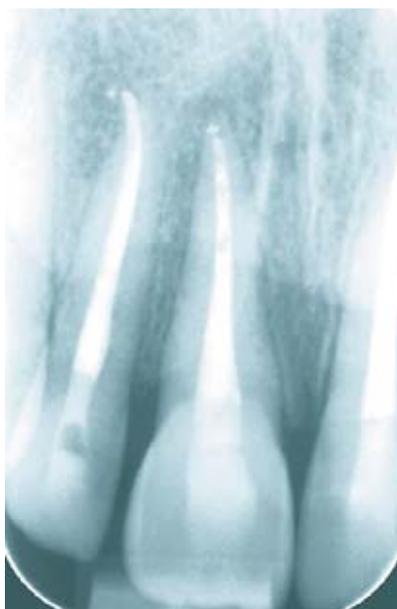
Zur vorerst letzten Kontrolle 6 Monate nach dem Unfall zeigten sich sowohl klinisch als auch radiologisch reizlose Verhältnisse. Die Zähne 12, 11 und 21 zeigten eine physiologische Zahnbeweglichkeit; deren Periotest-Werte lagen im Normbereich (12: 12, 11: 12 und 21: 15) und der Perkussionsschall war nicht erhöht. Die Sondierungstiefen waren physiologisch. Lediglich distal des Zahnes 11 hat die ehemalige Riss-Quetschwunde in diesem Bereich zu einer etwas verkleinerten Interdentalpapille geführt (Abb. 12). Die zur Kontrolle angefertigten Zahnfilme zeigten keine

Auffälligkeiten, der Parodontalspalt der Zähne 12, 11 und 21 war – soweit zweidimensional überhaupt beurteilbar – durchgehend verfolgbar (Abb. 13 und 14).

### Diskussion

Avulsion und Intrusion sind aus prognostischer Sicht die schwersten Zahnverletzungen im bleibenden Gebiss [5, 16]. Neben der Pulpanekrose, die auch sehr oft bei noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum auftritt [3], bestehen

mehr oder weniger ausgeprägte parodontale Zellschäden, die sehr oft zur Ankylose und Ersatzgewebsresorption [1, 4, 8, 15] und somit zum Verlust des Zahnes führen. Passiert dies bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen, sistiert das vertikale lokale Kieferwachstum [1, 15]; die Zähne geraten in Infraposition und verlieren ihre Platzhalterfunktion, was letztlich zu vertikalen Hart- und Weichgewebsverlusten und approximal zum Platzverlust führt. Solche Zähne sollten bei beginnender Infraposition konsequent entfernt werden. Im Gegensatz zur Intrusion, wo die Zementdefekte direkt beim Unfall durch das Hineinschlagen des Zahnes in den Kieferknochen passieren, gibt es durch die Avulsion selber zunächst nur wenige Zementdefekte. Diese entstehen erst durch eine kompromittierte oder unphysiologische Lagerung des avulsierten Zahnes. Somit entscheiden das Verhalten am Unfallort und die Rettungskette über die Prognose dieser Zähne [2, 11, 25]. Nur die Zahnrettungsbox ist in der Lage, das Leben der parodontalen Zellen über nennenswerte Zeiträume aufrecht zu erhalten (mindestens 24 h) [21]. Milch oder Kochsalzlösung sind dazu nur für sehr kurze Zeit in der Lage (mit Optimismus bis maximal 2 h). Alle anderen Arten der Lagerung (Speichel, Wasser ect.) führen innerhalb von Minuten zum Zelltod [24]. Die Zahnrettungsboxen sollten heute überall dort platziert sein, wo häufig Zahnunfälle passieren: in Schulen, in Schwimmbädern und in Sporthallen [13]. Dies ist heute zum Glück auch in vielen Bundesländern (Deutschland) bzw. Kantonen (Schweiz) der Fall [27]. Ein tolles Verzeichnis aller



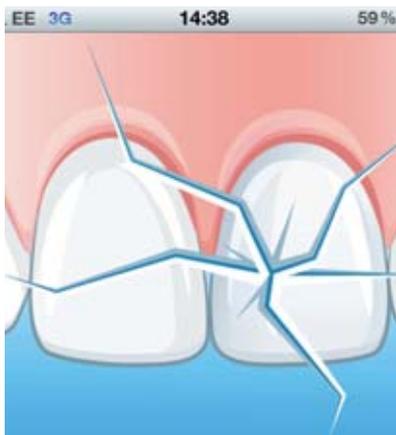
**Abbildung 13** Radiologische Situation 6 Monate nach dem Unfall (Zähne 12 und 11).

**Figure 13** Radiological situation 6 months after the accident (teeth 12 and 11).



**Abbildung 14** Radiologische Situation 6 Monate nach dem Unfall (Zähne 11 und 21).

**Figure 14** Radiological situation 6 months after the accident (teeth 11 and 21).

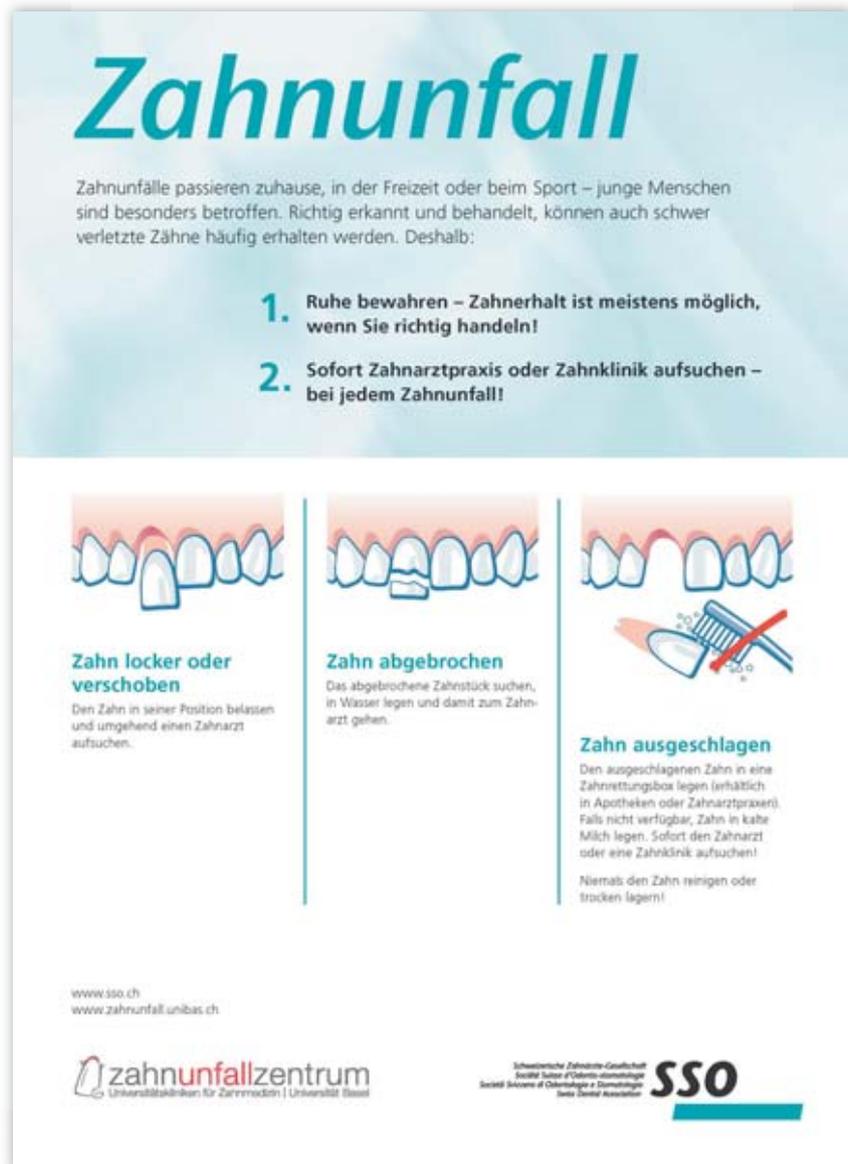


**Abbildung 16** Startbildschirm der Zahntrauma-App AcciDent.

**Figure 16** Start screen of the dental trauma AcciDent App.

öffentlichen Standorte von Zahnrettungsboxen ist unter zahnunfall24.de verfügbar. Zudem existieren Informationsplakate für Aufsichtspersonen von Kindern und Jugendlichen, wie man sich unmittelbar nach einem Unfall verhalten sollte. Diese haben nachweislich eine sehr positive Auswirkung auf das Verhalten am Unfallort [19] (Abb. 15). Da Zahnärztinnen und Zahnärzte in der täglichen Praxis eher selten mit Avulsionen oder anderen schweren Zahnunfällen konfrontiert sind und daher oft Unsicherheiten bezüglich der konkreten Vorgehensweise am Unfalltag und im Recall bestehen, wurde eine App mit dem Namen AcciDent entwickelt [17] (Abb. 16). Diese ist sowohl für iOS als auch für Android erhältlich. Die korrekte Behandlung aller Zahnunfälle ist dort ausführlich und auf dem aktuellen Stand erklärt.

Vor Replantation eines avulsierten bleibenden Zahnes sollte dieser immer mindestens 30 min im Organtransplantationsmedium einer Zahnrettungsbox mit dem Zusatz von Steroiden und Antibiotikum gelagert werden [22, 23]. Zusätzlich sollte auch immer eine systemische Antibiotika-Gabe erfolgen. Dafür eignet sich nach schweren Dislokationsverletzungen insbesondere Doxycyclin, welches in Abhängigkeit von Alter und Gewicht des Patienten verschrieben wird [2, 16]. Dies unterstützt nicht nur die parodontale Heilung, sondern bei wurzelunreifen Zähnen auch die Revitalisation der Pulpa [6].



**Abbildung 15** Zahntrauma-Poster der Schweiz.

**Figure 15** Dental trauma poster of Switzerland.

Nach Replantation oder Reposition von Zähnen sollten diese flexibel an die Nachbarzähne befestigt werden; besonders bewährt hat sich hier die Titan-Trauma-Schiene (TTS, Medartis, Basel, Schweiz). In der Regel wird jeweils ein nicht erhöht beweglicher Zahn auf jeder Seite miteinbezogen. Dies ermöglicht die Wiederherstellung der Anatomie und unterstützt die normale Funktion [2, 26]. Die Schienungszeit ist abhängig von der Art der Verletzung sowie von der Primärstabilität nach Replantation und beträgt eine Woche bis vier Wochen [2, 16]. Während der Schienungsphase ist eine gute Mundhygiene wichtig: Plaque und Mikroorganismen können den dentogin-

givalen Verschluss kompromittieren und das Behandlungsergebnis negativ beeinflussen. Diese sollte bei Erwachsenen mit einer Chlorhexidin-haltigen Mundspüllösung unterstützt werden; bei Kindern und Jugendlichen ist grundsätzlich Meridol oder Octenidol zu bevorzugen [18]. Auf weiche und klebrige Kost sollte verzichtet werden [2, 16]. Nicht nur aus forensischen Gründen ist die Abklärung der aktuellen Tetanusimmunisierung wichtig [2, 16, 25]. Nach allen Dislokationsverletzungen sind regelmäßige klinische und radiologische Kontrollen erforderlich; das Komplikationsrisiko ist hoch, insbesondere nach Intrusion und Avulsion [2, 5, 16].

## Schlussfolgerung

Vorgehen und Prognose nach Avulsion eines bleibenden Zahnes werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. In der täglichen Praxis sind Zahnärzte eher selten mit schweren Zahnunfällen konfrontiert. Wenn doch, besteht oft eine gewisse Unsicherheit über die genaue Vorgehensweise am Unfalltag und im Recall. Grundsätzlich gilt, dass sich durch die zahnärztliche Intervention die Prognose nicht verschlechtern darf. Daher muss heute die diesbezügliche Minimalausstattung eine Zahnrettungs-

box sein. Durch Lagerung in der Zahnrettungsbox kann Zeit für Anamnese, extra- und intraorale Diagnostik sowie die Lokalanästhesie gewonnen werden. Niemand muss in der Praxis grundsätzlich oder gar nachts im Notfalldienst Zähne replantieren; die Zahnrettungsbox ermöglicht eine Überweisung an eine Klinik oder eine spezialisierte Praxis ohne prognostische Kompromisse machen zu müssen.

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International

Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Andreas Filippi  
Klinik für Zahnärztliche Chirurgie,  
-Radiologie, Mund- und Kieferheil-  
kunde und  
Zahnunfallzentrum  
Universität Basel  
Hebelstr. 3  
CH – 4056 Basel  
Schweiz  
andreas.filippi@unibas.ch

## Literatur

1. Andersson L, Malmgren B: The problem of dentoalveolar ankylosis and subsequent replacement resorption in the growing patient. *Aust Endod J* 1999;25:57–61
2. Andersson L, Andreasen JO, Day P et al.: International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:88–96
3. Andreasen JO, Borum MK, Andreasen FM: Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 3. Factors related to root growth. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:69–75
4. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM: Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:76–89
5. Andreasen JO, Andreasen FM: Avulsions. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (Ed): *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. Wiley-Blackwell, Oxford 2007, 444–488
6. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P: Pulp revascularization in reimplanted immature monkey incisors – predictability and the effect of antibiotic systemic prophylaxis. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:157–169
7. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P: Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:170–176
8. Filippi A, von Arx T, Buser D: Externe Wurzelresorptionen nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2000;110:712–729
9. Filippi A, Krastl G: Traumatologie im Milch- und Wechselgebiss. *Quintessenz* 2007;58:739–752
10. Filippi A: Unfallbedingte Zahnverletzungen – Klassifikation, Terminologie und Risikofaktoren. *Quintessenz* 2009;60:525–529
11. Filippi A: Verhalten am Unfallort nach Zahntrauma. *Quintessenz* 2009;60:541–545
12. Filippi A: Infektionsbedingte Wurzelresorption. *Swiss Dent J* 2014;124:44–145
13. Filippi C, Kirschner H, Filippi A, Pohl Y: Practicability of a tooth rescue concept – the use of a tooth rescue box. *Dent Traumatol* 2008;24:422–429
14. Jemt T, Ahlberg G, Henriksson K, Bondevik O: Tooth movements adjacent to single-implant restorations after more than 15 years of follow-up. *Int J Prosthodont* 2007;20:626–632
15. Kawanami M, Andreasen JO, Borum MK, Schou S, Hjørting-Hansen E, Kato H: Infraposition of ankylosed permanent maxillary incisors after replantation related to age and sex. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:50–56
16. Kirschner H, Pohl Y, Filippi A, Ebeleseder K: *Unfallverletzungen der Zähne*. Elsevier, München 2006
17. Krastl G: iPhone- und iPad-Apps für Zahnmediziner. In: Filippi A (Hrsg): *Quintessenz*, Berlin 2013, 52–53
18. Kremer N: Die klinische Akzeptanz von vier desinfizierenden Mundspüllösungen bei jungen Erwachsenen. *Masterarbeit*, Medizinische Fakultät der Universität Basel/CH 2015
19. Lieger O, Graf C, El-Maaytah M, von Arx T: Impact of educational posters on the lay knowledge of school teachers regarding emergency management of dental injuries. *Dent Traumatol* 2009;25:406–412
20. Naumann S, Pohl Y, Filippi A: Endodontische Therapie nach unfallbedingter Avulsion und Intrusion von Zähnen. *Quintessenz* 2003;54:241–249
21. Pohl Y, Tekin U, Boll M, Filippi A, Kirschner H: Investigations on a cell culture medium for storage and transportation of avulsed teeth. *Aust Endod J* 1999;25:70–75
22. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H: Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy (ART). *Dent Traumatol* 2005;21:93–101
23. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H: Is antiresorptive regenerative therapy working in case of replantation of avulsed teeth? *Dent Traumatol* 2005;21:347–352
24. Pongsiri S, Schlegel D, Zimmermann M: Survival rate of periodontal ligament cells after extraoral storage in different media. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 1990;14:364–368
25. Von Arx T, Filippi A, Buser D: Avulsion bleibender Zähne. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2000;110:731–744
26. Von Arx T, Filippi A, Buser D: Splinting of traumatized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). *Dent Traumatol* 2001;17:180–184
27. Von Büren A, Krastl G, Kühl S, Filippi A: Management of avulsions in Switzerland 2007–2010. *Dent Traumatol* 2014;30:176–181