

# Partielle Pulpotomie und adhäsive Wiederbefestigung frakturierter Frontzahnsegmente – Minimal invasive Erstversorgung nach komplizierten Kronenfrakturen

Kathrin Kook, David Sonntag, Vitus Stachniss

Komplizierte Kronenfrakturen im bleibenden Gebiss mit Exposition der Pulpa stellen den Zahnarzt vor eine schwierige Aufgabe. Probleme ergeben sich bei der Erstversorgung nicht nur aufgrund der Komplexität der zu therapierenden Verletzungen, sondern auch infolge der vielfältigen differenzialtherapeutischen Möglichkeiten der Versorgung, bei der es zahnerhaltende, parodontale, endodontische und prothetische Aspekte zu beachten gilt. Bei der Initialbehandlung traumatisierter Zähne sollte eine möglichst minimal invasive Therapie angestrebt werden. So ist in vielen Fällen, insbesondere bei nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum, eine partielle Pulpotomie einer vollständigen Wurzelkanalbehandlung vorzuziehen. In diesem Artikel wird anhand zweier klinischer Fälle die Erstversorgung komplizierter Kronenfrakturen geschildert und das Konzept der partiellen Pulpotomie in Kombination mit der adhäsiven Wiederbefestigung des frakturierten Frontzahnsegments erläutert.

**Indizes** Dentales Trauma, partielle Pulpotomie, adhäsive Wiederbefestigung

## Einleitung

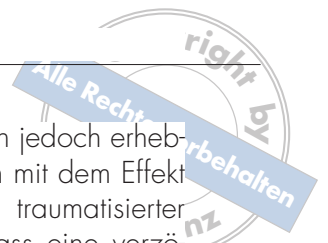
Verletzungen der Zähne gehören zu den häufigsten traumatisch bedingten Schäden im Kiefer-Gesichts-Bereich. In der überwiegenden Mehrzahl erleiden Kinder und Jugendliche isolierte Zahnverletzungen. Zu unterscheiden sind hierbei Verletzungen der Zahnhartsubstanzen (Kronen- und Wurzelbrüche) und Verletzungen der Wurzelhaut (Kontusion, Subluxation, Luxation).

Prospektiv angelegte Studien aus Skandinavien zeigen, dass etwa 30% aller Kinder vor dem 14. Lebensjahr von einem dentalen Trauma unterschiedlichen Schweregrades betroffen sind<sup>1</sup>. Aus der Gesamtheit aller dentalen Traumata entfällt die Mehrzahl auf die mittleren oberen Schneidezähne. Kronenfrakturen finden sich typischerweise

nach einem Aufprall auf einen harten Gegenstand (z. B. Straßenpflaster, Schwimmbeckenrand, Asphalt) und betreffen Patienten jeden Alters<sup>2</sup>. Kronenfrakturen mit Schmelz- und Dentinbeteiligung sowie der Eröffnung der Pulpakammer werden als komplizierte Kronenfrakturen bezeichnet und stellen einen Teil der traumatischen Unfälle an bleibenden Zähnen dar.

Bei der Behandlung eines Zahntraumas sind fünf Prinzipien zu beachten:

- antibakterielles Vorgehen
- minimal invasive Erstversorgung
- substanzsparende Restauration
- möglichst frühe Funktionalität und
- interdisziplinäre Zusammenarbeit<sup>3</sup>.



Im Rahmen einer minimal invasiven Erstversorgung sollte eine „prophylaktische“ Pulpaexstirpation in der ersten Sitzung möglichst vermieden und der direkten Überkappung der eröffneten Pulpa bzw. der partiellen Pulpotomie der Vorzug gegeben werden. Am Unfallort aufgefundene Zahnfragmente sollten feucht gelagert und möglichst umgehend wieder befestigt werden. In vielen Fällen kann die adhäsive Wiederbefestigung des Kronenfragments dem Patienten eine aufwändige Restauration ersparen<sup>3</sup>. Die unmittelbare und adäquate Erstversorgung des traumatisch geschädigten Zahns und des Zahnhalteapparats hat einen erheblichen Einfluss auf seine Prognose<sup>2, 3</sup>.

### Die Reaktion der Pulpa nach traumatischer Exposition

Nach einer traumatischen Pulpafreilegung entsteht an der Öffnungsstelle sofort eine Hyperämie, gefolgt von einer proliferativen (hyperplastischen) Pulpitis aufgrund einer bakteriellen Infektion, die als allgemeine Verteidigungs- und Heilungsreaktion anzusehen ist<sup>4, 5</sup>. Özcelik et al.<sup>4</sup> konnten eine hohe Variabilität der Reaktion (neuronale und vasculäre Degeneration) einer traumatisierten Pulpa nachweisen, die nicht den klassischen Stadien der Entzündung folgt. Sie vermuten eine Abhängigkeit sowohl von der Art des Traumas als auch von individuellen Gegebenheiten. Die Tiefe der Entzündungsreaktion beträgt in der Regel nicht mehr als 2 mm. Unter dieser oberflächlichen Schicht verbleibt eine gesunde Pulpa, die mit konservierenden Maßnahmen vital erhalten werden kann<sup>5-7</sup>.

Verschiedene Untersucher konnten zeigen, dass der Erfolg einer partiellen Vitalamputation bei komplizierten Kronenfrakturen nicht vom Umfang der Pulpaeröffnung oder vom Alter des Patienten beeinflusst wird<sup>5-7</sup>. Auch zwischen Zahngruppen mit bzw. ohne abgeschlossenes Wurzelwachstum konnten im Hinblick auf das Heilungspotenzial der amputierten Pulpa keine Unterschiede festgestellt werden<sup>6, 7</sup>.

Die verzögerte Erstbehandlung einzelner Patienten 45 und 60 Tage nach dem Trauma lässt diese Autoren darüber hinaus vermuten, dass auch der Zeitraum zwischen Unfall und Behandlungsbeginn keinen Einfluss auf den Erfolg einer partiellen Pulpotomie hat. Die Angaben in der Literatur bezüglich der noch tolerierbaren Intensität des Kontakts

mit der oralen Mikroflora differieren jedoch erheblich<sup>8</sup>. Eine weitere Studie, die sich mit dem Effekt einer verspäteten Behandlung traumatisierter Zähne befasst, konnte zeigen, dass eine verzögerte Behandlung von einem Monat in 100% aller Fälle mit exponierter Pulpa zu deren Nekrose führte. Bei Kronenfrakturen ohne Pulpabeteiligung betrug die Häufigkeit von Pulpanekrosen immerhin noch 53%. Die Autoren räumen allerdings ein, dass es in diesem Zusammenhang zu einer gewissen Verzerrung gekommen sein könnte, da nur Patienten mit Problemen (Schmerzen) die Klinik aufgesucht hätten<sup>9</sup>.

Eine Langzeitstudie aus Schweden konnte für einen Untersuchungszeitraum von bis zu 17 Jahren nach einem Trauma für Schneidezähne mit einer komplizierten Kronenfraktur, die durch eine direkte Überkappung oder eine partielle Pulpotomie versorgt worden waren, Überlebensraten der Pulpa von 99% ermitteln<sup>10</sup>. Eine zusätzliche Traumatisierung durch Verletzung des Parodonts (Subluxation) erniedrigte diese Erfolgsrate auf 86%. Bestätigung finden diese Ergebnisse durch eine weitere Langzeitstudie mit einem Beobachtungszeitraum von acht Jahren<sup>7</sup>. Die meisten Pulpanekrosen werden in den ersten drei Monaten nach einer Kronenfraktur beobachtet, vor allem, wenn ein begleitendes Parodontaltrauma vorliegt<sup>11</sup>. Andere Studien liegen mit einer Erfolgsquote von 60% nach sieben- einhalb bis elf Jahren deutlich unter diesen Erfolgsraten<sup>12</sup>.

### Methodisches Vorgehen bei Patienten mit Zahntraumata

#### Diagnostik

Erscheint ein Patient nach einem Trauma in der Zahnarztpraxis, gilt es zunächst, eine gründliche Anamnese zu erheben, um schwerwiegendere Unfallfolgen (Frakturen, Gehirnerschütterung, innere Verletzungen) auszuschließen oder deren unmittelbare Versorgung zu veranlassen<sup>2, 13-15</sup>. Da Frontzahntraumata oft mit versicherungsrechtlichen oder juristischen Fragestellungen verbunden sind, ist besonderes Augenmerk auf eine sorgfältige Dokumentation zu richten. Hier empfiehlt sich die Verwendung standardisierter Unfallbögen, z. B. der von der DGZMK ([www.dgzmk.de](http://www.dgzmk.de)) entwickelte Dokumentations- und Anamnesebogen.



Abb. 1 Röntgenologischer Ausgangsbefund des traumatisierten Zahns 11 mit komplizierter Kronenfraktur.



Abb. 2 Aufsicht auf die Amputationswunde nach partieller Pulpotomie und Blutstillung mit 0,9%iger NaCl-Lösung.

Nach einer extraoralen Untersuchung sollte ein sorgfältiger intraoraler Befund erhoben werden, bei dem auch die der traumatisierten Region benachbarten Zähne immer mit einbezogen werden müssen.

Klinische Befunde wie Sensibilitätsprüfung und Perkussion sind kurz nach dem Trauma nur begrenzt aussagekräftig. Durch Kontusion des Zahnes und Dehnung oder Quetschung des Parodonts kann die Pulpadiagnostik erschwert sein<sup>13</sup>.

Die Röntgendiagnostik nach Frontzahntrauma ist obligat. Sie umfasst neben einer Übersichtsaufnahme gezielte Einzelzahnaufnahmen der geschädigten Region<sup>14</sup>.

#### Die Technik der partiellen Pulpotomie

Nach Lokalanästhesie und absoluter Trockenlegung mittels Kofferdam wird das Pulpagewebe an der Expositionsstelle mit einem sterilen rotierenden Diamantschleifkörper unter Kühlung mit steriler physiologischer Kochsalzlösung entfernt. Im Gegensatz zur klassischen Pulpotomie (Entfernung der gesamten Kronenpulpa bis in die Wurzelkanäleingänge hinein) werden nur die koronalen 2 mm des Pulpagewebes entfernt<sup>5-7</sup>. Diese Technik begünstigt durch die relativ geringe Schädigung der zellreichen koronalen Pulpa den Heilungserfolg (Abb. 1 bis 4).

Nach Blutstillung mit steriler Kochsalzlösung und sterilen Baumwollpellets folgt die Wundversorgung mit frisch gefälltem Kalziumhydroxid. In Einzelfällen empfiehlt sich die vorübergehende Applikation eines wässrigen Kalziumhydroxidpräparats bis zur vollständigen Blutstillung. Eine Schicht erhärtendes Kalziumhydroxid (z. B. Kerr Life®, Kerr, Karlsruhe) wird darüber aufgetragen (Abb. 5).

#### Literaturhinweise:

1. Hahn R, Weiger R, Löst C: Möglichkeiten und Grenzen der Rekonstruktion frakturierter Zahnkronen. *Endodontie* 1993; 2: 85-96.
2. Weiger R: Die partielle Pulpotomie als alternative Therapie traumatisch exponierter Pulpaanteile. *Endodontie* 1995; 4: 281-288.
3. Kielbassa A, Wrbas KT: Die partielle Pulpaamputation als Verfahren zur Apexogenese nach komplizierter Kronenfraktur bei nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum. *Endodontie* 1998; 7: 139-152.

#### Materialien zur direkten Abdeckung der Pulpa

Kalziumhydroxid stellt noch immer das Überkappungsmaterial der Wahl dar. In 80 bis 90% aller Fälle kann hier mit einem Therapieerfolg gerechnet werden<sup>8</sup>. Die Überkappung der eröffneten Pulpa mit Kortikosteroid-Antibiotika-Kombinationen führt langfristig nahezu immer zu Pulpanekrosen<sup>16</sup>. Zynoacrylate (Gewebekleber) schienen zunächst eine dem Kalziumhydroxid vergleichbare Reaktion

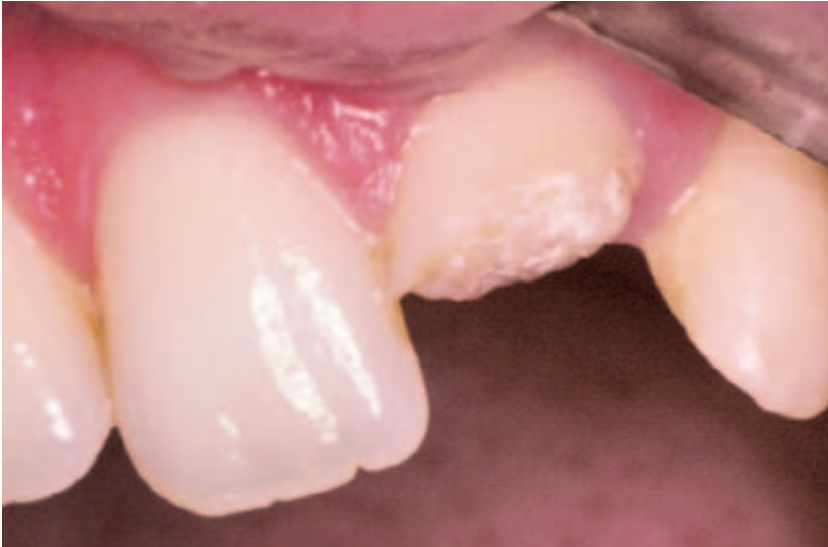


Abb. 3 Ausgangsbefund nach Trauma am Zahn 21 und zahnärztlicher Erstbehandlung im Notdienst. Die provisorische Abdeckung der Pulpawunde erfolgte mit einem erhärtenden Kalziumhydroxidpräparat und Glasionomerzement.



Abb. 4 Röntgenologischer Ausgangsbefund nach Erstbehandlung des traumatisierten Zahns 21 im zahnärztlichen Notdienst. Die Wurzel zeigt keine Frakturlinie; zwischen den Zähnen 11 und 21 weist der Alveolarknochen eine kleine dislozierte Fraktur auf.



Abb. 5 Zustand nach Abdeckung der Pulpawunde des Zahns 11 mit einer dünnen Schicht frisch gefällten Kalziumhydroxids und Applikation von Kerr Life® (Kerr, Karlsruhe) als erhärtendes Kalziumhydroxidpräparat. Vor der Wiederbefestigung müssen die zur adhäsiven Befestigung vorgesehenen Schmelz- und Dentinflächen sorgfältig von Kalziumhydroxidresten gereinigt werden.

auszulösen; mittlerweile werden jedoch Bedenken hinsichtlich der Kontinuität der ausgebildeten Hartgewebebrücke geäußert. Zudem wurden in In-vitro-Untersuchungen ausgeprägte zytotoxische Wirkungen beobachtet<sup>8</sup>. Kalziumphosphatkeramiken (bekannt als resorbierbares Knochenersatzmaterial) liefern keinen regelmäßigen hartgeweblichen Pulpaverschluss und sind daher zur direkten Überkappung ungeeignet. Die Anwendung von Hydroxylapatit führt zu erheblich differierenden Ergebnissen. In Abhängigkeit von Mischung und Größe der Partikel können ausgeprägte Entzün-

dungen auftreten<sup>8</sup>. Kompositkunststoffe und Dentinhaftvermittler liefern in Abhängigkeit von Material und Vorgehen ebenfalls sehr unterschiedliche Ergebnisse. Über mögliche erhöhte Allergiequoten gegenüber Monomerverbindungen gibt es bislang keine Untersuchungen<sup>8</sup>. Auch Laserstrahlung verschiedener Systeme (He-Ne; Nd:YAG, CO<sub>2</sub>) wird aufgrund ihrer antimikrobiellen Wirkung und der Induktion einer beschleunigten Wundheilung eingesetzt. Definitive Ergebnisse zur Anwendung von Differenzierungs- und Wachstumsfaktoren (BMP) stehen noch aus.

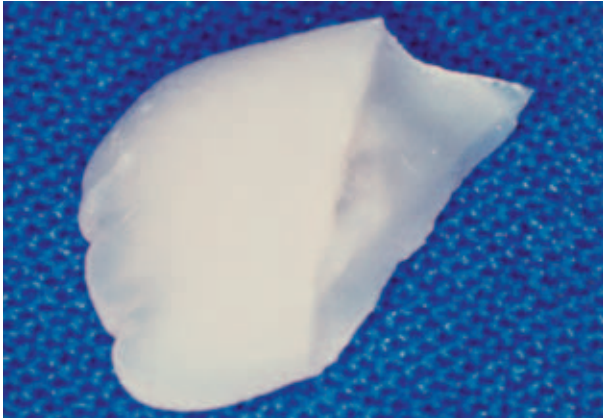


Abb. 6 Kronenfragment des Zahns 21 mit einem für die adhäsive Wiederbefestigung sehr günstigen Frakturverlauf (große Schmelzfläche, schräger Frakturverlauf).



Abb. 7 Aufsicht auf das Kronenfragment nach Entfernung der peripulpalen Dentinanteile zur Entfernung organischer Rückstände.

Bei entsprechender Indikation (Symptomlosigkeit) kann mit Kalziumhydroxid regelmäßig ein hartgeweblicher Verschluss der Expositionsstelle erreicht werden. Um den Therapieerfolg langfristig sicherstellen zu können, muss die Expositionsstelle mit Hilfe einer dauerhaft dichten Deckfüllung vor dem Zutritt pathogener Keime geschützt werden.

Vorteile der partiellen gegenüber der klassischen Pulpotomie bestehen zum einen in der erleichterten Sensibilitätsprüfung und zum anderen in der Farbkonzanz der Zahnkrone. Im Gegensatz zu einer direkten Überkappung ist die Pulpa nach der Vitalamputation bei erneutem Trauma unter Umständen besser vor einer Exposition geschützt<sup>14</sup>.

Weiger<sup>17</sup> weist darauf hin, dass die Erhaltung möglichst umfangreicher Pulpaanteile aus mehreren Gründen anzustreben ist. Dazu zählen:

- reguläre Ausbildung der Wurzelspitze bei nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum (Apexogenese)
- Apposition physiologischen Wurzelzements nach Abschluss des Wurzelwachstums und
- Minimierung des Risikos von Wurzelfrakturen.

#### *Die Wiederbefestigung des Frontzahnfragments*

Nach Durchführung der Pulpotomie sollte zunächst eine Kontrolle des Zahnfragments auf Unversehrtheit und Reponierbarkeit durchgeführt werden. Der Patient wird befragt, ob das Fragment trocken oder feucht gelagert wurde. In einer In-vitro-Untersuchung konnte festgestellt werden, dass eine ein-stündige trockene Lagerung keine Reduktion der

Haftfestigkeit verursacht<sup>18</sup>. Bei längerer trockener Lagerung sollte vor der adhäsiven Wiederbefestigung jedoch eine 24-stündige Lagerung in Kochsalzlösung erfolgen. Feinste Restbestandteile von Kalziumhydroxid oder erhärtendem Kalziumhydroxid müssen sorgfältigst von der zur Wiederbefestigung benötigten Hartschichtfläche entfernt werden. Im koronalen Fragment wird das direkt an die Pulpakammer angrenzende Dentin mit einem Diamantschleifer abgetragen, um organische Pulpaanteile zu entfernen und die adhäsive Verbundfläche zu vergrößern<sup>19</sup> (Abb. 6 und 7). Um einen adhäsiven Verbund mit den Nachbarzähnen zu vermeiden, wird eine Kunststoffmatrize am betroffenen Zahn adaptiert. Nach Schmelzätzung wird zunächst das Dentin mit einem entsprechenden Adhäsivsystem vorbehandelt. Im Anschluss daran wird eine dünne Schicht Bonding Agent sowohl auf das Fragment als auch auf den Zahn aufgetragen und verblasen. Um die Reponierbarkeit sicherzustellen, wird auf eine Polymerisation verzichtet. Die adhäsive Wiederbefestigung wird mit einem dualhärtenden Kompositzement (z. B. Duo Cem<sup>®</sup>, Coltène/Whaledent, Langenau) vorgenommen. Nach Reposition des mit Komposit beschickten Fragments sollten vor der Polymerisation grobe Zementierungsüberschüsse entfernt werden. Um ein Materialdefizit zu vermeiden, sollte die Zementierungsfuge keinesfalls ausgewischt werden. Feinste Aussparungen im Randbereich der Frakturlinie sollten vom Komposit ausgefüllt bleiben. Die Lichthärtung nach Reposition erfolgt nach Überdecken der Fügefuge mit einer ausreichenden



Abb. 8 Zahn 11 nach Pulpotomie und Wiederbefestigung des Kronenfragments. Zahnreinigung und adhäsiver Aufbau der Nachbarzähne erfolgten nach der aufgeführten Initialbehandlung.



Abb. 9 Röntgenkontrolle von Zahn 11 nach Pulpotomie und Wiederbefestigung des fraktureierten Zahnanteils. Im Röntgenbild ist koronal die feine Frakturlinie zu erkennen. Der Zahn reagiert positiv auf den Sensibilitätstest.



Abb. 10 Zustand direkt nach adhäsiver Wiederbefestigung des Kronenfragments vom Zahn 21. Distal des Zahns 21 ist das Zahnfleisch nach Infiltrationsanästhesie und Gingivektomie noch bläulich livide verfärbt.

Menge O<sub>2</sub>-Schutzgel (z. B. Oxyguard®, Kuraray Medical Inc., Okayama/Japan) für je 60 Sekunden von fazial und palatinal. Hiermit kann die Ausbildung einer sauerstoffinhibierten Zone verhindert werden.

Das Ankleben eines Original-Fragments kann in einer vollständigen Wiederherstellung der Krone in Bezug auf Anatomie und Funktion resultieren. Auch die Ästhetik ist im optimalen Fall fast vollständig wiederhergestellt (mit Ausnahme einer feinen sichtbaren Linie, die den Frakturverlauf markieren kann; Abb. 8 bis 12). Es sind keine weiteren potenziell

schädigenden Versorgungsschritte wie die Präparation (eines meist jugendlichen Zahnes), das Tragen eines Provisoriums etc. notwendig. Nachteilig kann sich eine eventuell geringere Belastbarkeit des Fragments gegen Scherkräfte auswirken<sup>20</sup>.

Aus Fallberichten und eigenen Ergebnissen schließen *Ebeleseder et al.*<sup>20</sup>, dass die Anwendung der Säureätztechnik für die erfolgreiche Wiederbefestigung wesentlich ist, wobei diverse Modifikationen, wie das Anstrahlen des Schmelzes sowie die Applikation von Glasionomerezement oder Autopolymerisaten, keine signifikanten Vor-



Abb. 11 Zahn 21 bei der Zweijahreskontrolle nach adhäsiver Wiederbefestigung des Fragments. Der Frakturverlauf ist durch eine helle Linie noch erkennbar, das Zahnfleisch wieder entzündungsfrei adaptiert.

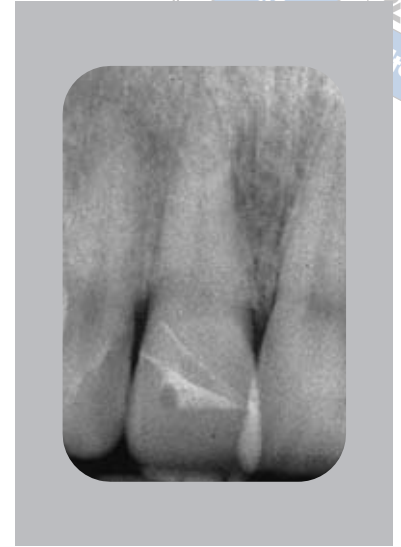


Abb. 12 Kontrollröntgenaufnahme zwei Jahre nach Pulpotomie und Wiederbefestigung des koronalen Fragments. Es sind keine röntgenologischen Hinweise auf pathologische Veränderungen zu erkennen; der Zahn reagiert positiv auf den Sensibilitätstest.

teile bieten. Unterschiede im Widerstand gegen Scherkräfte entstehen lediglich durch unterschiedliche Verläufe der Bruchlinien<sup>21</sup>.

Bei adhäsiver Wiederbefestigung von über 140 Kronenfragmenten konnte bei Anwendung der Schmelzadhäsivtechnik eine mittlere Haltbarkeit von zwölf Monaten festgestellt werden. Bei Anwendung der Total-etch-Technik und der Verwendung eines Dentinadhäsivs konnte eine 50%ige Überlebensrate der Fragmente nach über 30 Monaten beobachtet werden<sup>22</sup>. Die durch Wiederbefestigung eines Fragments erzielte Frakturfestigkeit beträgt jedoch nur etwa 50% des Ausgangswertes gesunder Zähne<sup>23</sup>.

### Schlussfolgerung

Nach Schmelz-Dentin-Fraktur mit Eröffnung der Pulpa bietet die Pulpotomie in Verbindung mit der adhäsiven Wiederbefestigung des Kronenfragments die Möglichkeit, eine maximal schonende, minimal invasive Versorgung vorzunehmen. Insbesondere bei jugendlichen Patienten kann durch dieses Verfahren die Zeit bis zum Ende der Wachstumsperiode sehr gut überbrückt werden. Sowohl funktionell als auch ästhetisch lassen sich

sehr gute Ergebnisse erzielen. Zudem bleibt eine eventuell später erforderliche restaurative Versorgung mit allen differenzialtherapeutischen Freiheiten gewährt.

### Literatur

1. Kirschner H: Zur Rettung und Behandlung unfallverletzter Zähne. *Quintessenz* 1991; 10: 1551-1562.
2. Ebeleseder KA, Glockner K: Diagnostik des dentalen Traumas – Erstuntersuchung und Verletzungsarten. *Endodontie* 1999; 8: 101-111.
3. Ebeleseder KA, Glockner K: Therapeutische Prinzipien nach Zahntraumen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998; 53: 238-246.
4. Özcelik B, Kuraner T, Kendir B, Asan E: Histopathological evaluation of the dental pulps in crown-fractured teeth. *J Endod* 2000; 26: 271-273.
5. Cvek M: A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod* 1978; 4: 232-237.
6. Caliskan MK, Sabah E: Die partielle Vitalamputation bei komplizierten Kronenfrakturen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992; 47: 461-464.
7. De Blanco LP: Treatment of crown fractures with pulp exposure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 564-568.



8. Folwaczny M, Mehl A, Haffner C, Hickel R: Möglichkeiten und Perspektiven bei der direkten Überkappung der Pulpa. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998; 55: 307-321.
9. Al Nazhan S, Andreasen JO, Al Bawardi S, Al Rouq S: Evaluation of the effect of delayed management of traumatized permanent teeth. *J Endod* 1995; 21: 391-393.
10. Robertson A, Andreasen FM, Andreasen JO, Noren JG: Long-term prognosis of crown-fractured permanent incisors. The effect of stage of root development and associated luxation injury. *Int J Paediatr Dent* 2000; 10: 191-199.
11. Ebeleseder KA, Glockner K: Folgen des dentalen Traumas. *Endodontie* 1999; 8: 113-124.
12. Fuks AB, Gavra S, Chosack A: Long-term follow-up of traumatized incisors treated by partial pulpotomy. *Pediatr Dent* 1993; 15: 334-336.
13. Filippi A, Pohl Y, von Arx T: Das Verhalten der Pulpa nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2001; 111: 39-50.
14. Hülsmann M: Frontzahntrauma. In: Einwag J, Pieper K (Hrsg.): *PdZ Spezial Kinderzahnheilkunde*. Urban und Schwarzenberg, München 1997; 1: 375-389.
15. Josell SD: Evaluation, diagnosis, and treatment of the traumatized patient. *Dent Clin North Am* 1995; 39: 15-24.
16. Tronstad L: *Clinical Endodontics*. Thieme, Stuttgart 1991, S. 88-91.
17. Weiger R: Die partielle Pulpotomie als alternative Therapie traumatisch exponierter Pulpaanteile. *Endodontie* 1995; 4: 281-288.
18. Farik B, Munksgaard EC, Andreasen JO, Kreiborg S: Drying and rewetting anterior crown fragments prior to bonding. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 113-116.
19. Olsburgh S, Jacoby T, Krejci I: Crown fractures in the permanent dentition: pulpal and restorative considerations. *Dent Traumatol* 2002; 18: 103-115.
20. Ebeleseder K, Glockner K, Städtler P: Reattachment von Frontzahnfragmenten: Material, Methodik und Ergebnisse nach einjähriger Beobachtungsdauer. *Z Stomatol* 1994; 91: 77-83.
21. Dean JA, Avery DR, Swartz ML: Attachment of anterior tooth fragments. *Pediatr Dent* 1986; 8: 139-143.
22. Andreasen FM, Noren JG, Andreasen JO, Engelhardt S, Lindh-Stromberg U: Long-term survival of fragment bonding in the treatment of fractured crowns: a multicenter clinical study. *Quintessence Int* 1995; 26: 669-681.
23. Andreasen FM, Steinhardt U, Bille M, Munksgaard EC: Bonding of enamel-dentin crown fragments after crown fracture. An experimental study using bonding agents. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 111-114.

Dr. Kathrin Kook  
 OA Dr. David Sonntag  
 Prof. Dr. Vitus Stachniss  
 Philipps-Universität Marburg  
 Abteilung für Zahnerhaltung  
 Georg-Voigt Straße 3  
 D-35033 Marburg

## Partial Pulpotomy and Adhesive Reattachment of Fragmented Anterior Teeth: Minimally Invasive Initial Treatment After Complex Crown Fractures

Kathrin Kook, David Sonntag, Vitus Stachniss

Complex crown fractures in the permanent dentition represent a demanding challenge to the dentist. Problems associated with initial treatment arise not only from the complexity of the lesions to be healed but also from the extensive range of different therapeutic options, where account has to be taken of restorative, periodontal, endodontic and prosthodontic aspects. The initial treatment of traumatized teeth should aim at minimally invasive therapy. For example, partial pulpotomy should be preferred over pulpectomy. This report describes the initial treatment of complex crown fractures and explains the concept of partial pulpotomy in association with the adhesive reattachment of the fractured anterior teeth fragments.

**Key words**

Dental trauma, partial pulpotomy, adhesive reattachment