

# Qualitätsrichtlinien endodontischer Behandlung

Konsenspapier der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie

<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
<b>2 ANAMNESE, DIAGNOSTIK UND BEHANDLUNGSPLANUNG</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Medizinische und zahnmedizinische Anamnese</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Klinische Untersuchung</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Diagnostik</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Behandlungsplanung</b>	<b>6</b>
2.4.1 Indikationen zur Wurzelkanalbehandlung	6
2.4.2 Kontraindikationen zur Wurzelkanalbehandlung	7
2.4.3 Indikationen zur Revision von Wurzelkanalbehandlungen	7
2.4.4 Indikationen zur endodontischen Chirurgie	7
2.4.5 Kontraindikationen für die endodontische Chirurgie	7
<b>3 DOKUMENTATION</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Notwendige Dokumentation</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Einwilligung des Patienten</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Dokumentation der Behandlung</b>	<b>8</b>
<b>3.4 Kontrollen</b>	<b>8</b>
<b>4 INFEKTIONSKONTROLLE</b>	<b>8</b>
<b>5 ERHALTUNG DER PULPAVITALITÄT</b>	<b>8</b>
<b>5.1 Verhütung von Pulpaschädigungen</b>	<b>8</b>
<b>5.2 Behandlung der geschädigten Pulpa</b>	<b>8</b>
(a) Indirekte Überkappung:	9
(b) Direkte Überkappung:	9
(c) Pulpaamputation:	9
(d) Pulpektomie:	10
<b>6 WURZELKANALBEHANDLUNG</b>	<b>10</b>
<b>6.1 Präparation des Zahnes</b>	<b>10</b>
<b>6.2 Isolierung des Zahnes</b>	<b>10</b>
<b>6.3 Präparation der Zugangskavität</b>	<b>10</b>
<b>6.4 Bestimmung der Arbeitslänge</b>	<b>11</b>

Röntgenmessaufnahme	11
Elektronische Längenbestimmung	11
<b>6.5 Präparation des Wurzelkanalsystems</b>	<b>11</b>
<b>6.6 Spülung</b>	<b>12</b>
<b>6.7 Desinfizierende Zwischeneinlage</b>	<b>12</b>
<b>6.8 Wurzelkanalfüllung</b>	<b>13</b>
Techniken	13
<b>7 ENDODONTISCHE CHIRURGIE</b>	<b>14</b>
<b>7.1 Inzision und Drainage</b>	<b>14</b>
Trepanation der Knochenkompakta	14
<b>7.2 Periradikuläre Chirurgie, allgemeine Prinzipien</b>	<b>14</b>
Periradikuläre Küretage	14
Explorative Chirurgie	15
Biopsie	15
Wurzelspitzenresektion	15
Wurzelspitzenresektion mit retrograder Füllung	15
<b>7.3 Korrigierende Chirurgie, Verschluss von Perforationen</b>	<b>15</b>
Wurzelresektion	15
Zahnresektion	15
Extraktion mit Replantation	16
<b>8 BEWERTUNG ENDODONTISCHER BEHANDLUNG</b>	<b>16</b>
<b>8.1 Bewertung der direkten Überkappung und der Pulpaamputation</b>	<b>16</b>
<b>8.2 Bewertung der Wurzelkanalbehandlung</b>	<b>16</b>
8.2.1 Bewertung einer Wurzelkanalbehandlung als „nicht erfolgreich“	16
8.2.2 Bewertung einer Wurzelkanalbehandlung als „Misserfolg“	16
Ausnahme	17
<b>8.3 Bewertung endodontischer Chirurgie</b>	<b>17</b>
<b>8.4 Sekundäre Misserfolge</b>	<b>17</b>
<b>9 TRAUMATISCHE VERLETZUNGEN</b>	<b>17</b>
<b>9.1 Kroneninfraction</b>	<b>17</b>
<b>9.2 Kronenfraktur</b>	<b>18</b>
9.2.1 Unkomplizierte Kronenfraktur	18
9.2.2 Komplizierte Kronenfraktur	18
Vitale Pulpa, offener Apex	18
Nekrotische Pulpa, offener Apex	18

Vitale Pulpa, abgeschlossenes Wurzelwachstum	18
<b>9.4 Wurzelfraktur</b>	<b>18</b>
<b>9.5 Luxation</b>	<b>19</b>
9.5.1 Extrusive Luxation	19
9.5.2 Laterale Luxation	19
9.5.3 Intrusive Luxation	19
Nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum	19
Abgeschlossenes Wurzelwachstum	19
<b>9.6 Geringgradige Frakturen des Alveolarfortsatzes im Zusammenhang mit Zahntraumata</b>	<b>20</b>
<b>9.7 Exartikulation (vollständige Avulsion des Zahnes)</b>	<b>20</b>
<b>9.8 Diagnose der Pulpavitalität bei traumatisierten Zähnen</b>	<b>20</b>
<b>APPENDIX</b>	<b>21</b>
Klassifikation des körperlichen Allgemeinzustandes	21

# 1 Einleitung

Die Endodontologie kann als derjenige Zweig der zahnärztlichen Wissenschaft definiert werden, der sich mit Form, Funktion und Gesundheit der Pulpa und der periradikulären Gewebe befasst. Sie widmet sich ferner den Verletzungen und Erkrankungen beider Gewebe, deren Prävention und Behandlung. Ätiologie und Diagnose des Zahnschmerzes und dentaler Erkrankungen sind integraler Bestandteil der endodontischen Behandlung.

Das Spektrum dieses speziellen Gebietes zahnärztlicher Behandlung, der Endodontie, ist in den Ausbildungszielen für Zahnärzte definiert, die von der Europäischen Gesellschaft für Endodontologie in den „Undergraduate Curriculum Guidelines for Endodontology“ beschrieben wurden (Europäische Gesellschaft für Endodontologie 1992). Die endodontische Behandlung umfasst Maßnahmen, die darauf abzielen, die Gesundheit der gesamten Pulpa oder von Teilen der Pulpa zu erhalten. Ist die Pulpa erkrankt oder verletzt, so ist die Behandlung auf die Erhaltung normaler periradikulären Strukturen ausgerichtet. Haben sich Pulpaerkrankungen in die periradikulären Gewebe ausgebreitet, zielt die Behandlung auf deren Wiedergesundung ab. Dies geschieht in der Regel über eine Wurzelkanalbehandlung, gelegentlich in Kombination mit endodontisch-chirurgischen Maßnahmen.

Das Spektrum der Endodontie schließt, ohne darauf beschränkt zu sein, die Differentialdiagnose und Behandlung orofazialer Schmerzen mit Ursprung in der Pulpa oder in den periradikulären Geweben ein. Endodontie bedeutet auch Prävention von Pulpaerkrankungen, die Therapie der vitalen Pulpa, Wurzelkanalbehandlung, die Therapie endodontischer Misserfolge, chirurgische Endodontie, das Bleichen endodontisch behandelter Zähne, Behandlungsmaßnahmen zur koronalen Restauration (Kernaufbau mit oder ohne Wurzelkanalstift), chirurgische oder orthodontische Kronenverlängerung, soweit endodontische Maßnahmen integriert sind, und die Behandlung traumatisierter Zähne.

Das übergeordnete Ziel der Zahnheilkunde ist, breiten Kreisen der Bevölkerung eine gesunde, natürliche Dentition zu erhalten, und hierbei kommt der Endodontie die Aufgabe zu, funktionstüchtige Zähne ohne Beeinträchtigung des Allgemeinzustandes für den Patienten zu erhalten. Vom Zahnarzt wird erwartet, dass er die allgemein bekannten pulpalen und periapikalen Erkrankungen und Verletzungen erkennen kann und in der Lage ist, diese wirkungsvoll und mit einer Sachkenntnis zu behandeln, die den Ausbildungsrichtlinien zahnärztlicher Ausbildungsstätten in Europa entspricht (Europäische Gesellschaft für Endodontologie 1992).

## 2 Anamnese, Diagnostik und Behandlungsplanung

In ihren Grundzügen entspricht die endodontische Untersuchung der in der zahnärztlichen Praxis allgemein üblichen. Diese Aspekte werden daher im folgenden zwar aus Gründen der Vollständigkeit erwähnt, aber relativ kurzgefasst abgehandelt.

### 2.1 Medizinische und zahnmedizinische Anamnese

Die medizinische Anamnese sollte alle medizinischen Befunde oder Medikationen erfassen, welche die nachfolgende Behandlung beeinflussen oder aber ihrerseits durch zahnärztliche Maßnahmen beeinflusst werden können. Zur Abklärung können ärztliche Untersuchungsschemata angewandt werden, wie sie beispielsweise von der Amerikanischen Gesellschaft für Anästhesiologie vorgeschlagen werden (s. Appendix).

Die zahnmedizinische Anamnese erfasst Faktoren, die für die Diagnose und für den Behandlungsplan wichtig sein könnten. Die Entwicklung der gegenwärtigen Beschwerden wird kurz und vorzugsweise mit den eigenen Worten des Patienten festgehalten. Die Schmerzanamnese wird erhoben. Sie soll Informationen über die Schmerzen liefern; Fragen, die auf eine bestimmte Verdachtsdiagnose hinlenken, sind zu vermeiden. Sie sollten sich auf Art und Dauer

des Schmerzes, Lokalisation, Periodizität, assoziierte Symptome und Faktoren, die schmerzverstärkend oder erleichternd wirken, beziehen.

## **2.2 Klinische Untersuchung**

Der Patient sollte extra- und intraoral untersucht werden, auch eine Temperatur- und Blutdruckmessung können angebracht sein.

*Extraorale Untersuchung:* Der Zahnarzt sollte den Patienten auf mögliche Asymmetrien, auf Schwellungen im Kopf-Hals-Bereich, auf Lymphadenopathien, auf Fisteln und auf Dysfunktionen des Kiefergelenks hin untersuchen.

*Intraorale Untersuchung:* Der Mundhygienestatus, der Zustand der Mundschleimhäute, mögliche Schwellungen und Fistelgänge, der Zustand der vorhandenen Zähne, der Parodontalbefund und Quantität sowie Qualität der restaurativen Versorgung stehen zur Beurteilung an.

## **2.3 Diagnostik**

Es soll die Ursache der Beschwerden des Patienten ermittelt werden. Einige oder alle der nachfolgenden Untersuchungsverfahren sollen angewandt werden: Palpation, Bestimmung der Zahnmobilität, Perkussion, parodontale Untersuchung, Analyse der Okklusion, Untersuchung auf Zahninfraktionen, Sensibilitätstests, Transillumination, selektive Lokalanästhesie, Röntgenuntersuchung (Paralleltechnik und Einsatz einer Justiervorrichtung für eine adäquate Reproduzierbarkeit der Bilder werden empfohlen), Farbvergleich und die Verlaufsbestimmungen von Fistelgängen.

Es kann notwendig werden, Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Richtungen anzufertigen; manchmal ist eine Ergänzung durch Bissflügel- und Aufbissaufnahmen erforderlich. In manchen Fällen kann es notwendig sein, Patienten in bestimmten Zeitabständen wieder einzubestellen, um die zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelten Untersuchungsergebnisse miteinander zu vergleichen und um so zutreffend beurteilen zu können, ob ein bestimmter Prozess gerade begonnen hat, fortschreitet oder stagniert. Manchmal ist es auch ratsam, Röntgenaufnahmen früherer Behandler anzufordern, um sich ein besseres Bild über die Entwicklung eines bestimmten Befundes zu verschaffen. Dies gilt vor allem dann, wenn alio loco vormals eine Wurzelkanalbehandlung ausgeführt wurde.

## **2.4 Behandlungsplanung**

In die Behandlungsplanung sollten nur solche Zähne einbezogen werden, die für Funktion oder Ästhetik bedeutsam sind und eine ausreichende Prognose haben. Maßnahmen zur Erhaltung einer gesunden Pulpa werden in Abschnitt 5 beschrieben.

### **2.4.1 Indikationen zur Wurzelkanalbehandlung**

Eine Wurzelkanalbehandlung kann grundsätzlich bei allen Patienten ausgeführt werden, die auch andere zahnärztliche Maßnahmen tolerieren. Spezifische Indikationen sind:

- (a) eine irreversibel geschädigte oder nekrotische Pulpa mit oder ohne klinische und/oder röntgenologische Hinweise auf eine Beteiligung periradikulärer Gewebe und
- (b) die intentionelle Devitalisation, um beispielsweise einen Wurzelstift verankern zu können, ein zweifelhafter Pulpazustand vor restaurativen Maßnahmen, drohende Pulpaeröffnung während der Präparation eines Zahnes mit Fehlstellung und eine geplante Wurzelresektion oder Hemisektion.

## **2.4.2 Kontraindikationen zur Wurzelkanalbehandlung**

- (a) Zähne, die nicht funktionell wiederhergestellt oder restauriert werden können,
- (b) Zähne mit ungenügendem parodontalen Halt,
- (c) Zähne mit schlechter Prognose, nichtkooperative Patienten oder Patienten, bei denen eine zahnärztliche Behandlung ausgeschlossen ist z. B. ein Allgemeinzustand Grad IV/ASA (s. Appendix),
- (d) Zähne von Patienten mit einem mangelhaften Mundgesundheitszustand, der innerhalb eines adäquaten Zeitraumes nicht verbessert werden kann.

## **2.4.3 Indikationen zur Revision von Wurzelkanalbehandlungen**

- (a) Zähne mit unzureichender Wurzelkanalfüllung und röntgenologischen Befunden und/oder Symptomen,
- (b) Zähne mit unzureichender Wurzelkanalfüllung, wenn die koronale Restauration erneuert werden muss oder die Zahnkrone gebleicht werden soll.

## **2.4.4 Indikationen zur endodontischen Chirurgie**

- (a) obliterierter Kanal mit röntgenologischem Befund und/oder Symptomen,
- (b) überpresstes Material mit klinischen oder röntgenologischen Befunden und/oder Symptomen, die über einen längeren Zeitraum andauern (z. B. heftige, nicht nachlassende und mehr als eine Wochen andauernde Schmerzen),
- (c) fehlgeschlagene Wurzelkanalbehandlung, bei der eine Revision nicht angebracht ist,
- (d) Perforation der Wurzel oder des Pulpakammerbodens in Kombination mit röntgenologischem Befund oder Symptomen, wenn eine Therapie vom Zahninneren her ausgeschlossen ist.

## **2.4.5 Kontraindikationen für die endodontische Chirurgie**

- (a) lokale anatomische Faktoren, wie eine unzugängliche Wurzelspitze,
- (b) Zahn ohne ausreichenden parodontalen Halt,
- (c) nichtkooperativer Patient,
- (d) ein Patient mit stark beeinträchtigtem allgemeinem Gesundheitszustand, wie bereits im Kapitel 2.4.2 erwähnt

# **3 Dokumentation**

Geeignete Aufzeichnungen der Patientenanamnese und der geplanten und erfolgten Therapie sind für die Durchführung der Behandlung auf einem akzeptierbaren Niveau und für eine spätere Nachprüfung essentiell. Sie erlauben anderen Behandlern, falls erforderlich, die Behandlung weiterzuführen. Darüber hinaus sind die Aufzeichnungen aus forensischen Gründen unverzichtbar. Die vorliegenden Richtlinien beziehen sich speziell auf die Dokumentation einer endodontischen Behandlung.

## **3.1 Notwendige Dokumentation**

Gegenwärtige Symptome, Anamnese der gegenwärtigen Beschwerden einschließlich möglicher Vorbehandlungen,

Ergebnisse der klinischen Untersuchung und der Sensibilitätstests, Röntgenbefunde, Diagnose und Behandlungsplan.

## **3.2 Einwilligung des Patienten**

Alternative Behandlungsmethoden oder spezielle Probleme sollten dem Patienten erklärt und mit ihm besprochen werden; hierüber sind Aufzeichnungen zu führen. Es sollte ferner protokolliert werden, dass der Patient dem Behandlungsplan zugestimmt hat und mit den entstehenden Kosten einverstanden ist.

## **3.3 Dokumentation der Behandlung**

Verschriebene Medikamente, einschließlich Analgetika und Antibiotika, das verwendete Lokalanästhetikum, die Art der Zahnisolierung (besonders bei Nichtverwendung von Kofferdam), Arbeitslängen der Wurzelkanäle und die entsprechenden Referenzpunkte, abschließende Aufbereitungsgrößen, Art der temporären Einlage, Art der temporären Füllung, Wurzelkanalfüllmaterial, Sealer und angewandte Fülltechnik, Anzahl der Röntgenaufnahmen, Komplikationen, iatrogene Zwischenfälle und Vorschläge für die abschließende Restauration.

## **3.4 Kontrollen**

Das Behandlungsergebnis sollte in regelmäßigen Abständen überprüft und das Ergebnis aufgezeichnet werden (s. Abschnitt 8).

# **4 Infektionskontrolle**

Der Behandler und die Assistenz sollten Handschuhe tragen und aseptisch arbeiten. Alle in der Mundhöhle eingesetzten Instrumente sollten sterilisiert sein. Der Zahn sollte mit Kofferdam isoliert werden. Bei Benutzung eines nichtdesinfizierenden Spülmittels sollte der zu behandelnde Zahn einschließlich Kofferdam vor Eröffnung der Pulpkammer desinfiziert werden.

# **5 Erhaltung der Pulpavitalität**

## **5.1 Verhütung von Pulpaschädigungen**

Empfehlung und Förderung von Maßnahmen zur Kariesprävention, zur Vermeidung von Traumata und anderen physikalischen Schäden auf den Zahn. Angemessen frühe Behandlung kariöser Läsionen und traumatischer Schäden.

Die Kavitätendimension sollte so klein wie möglich gehalten werden. Während der Kavitätenpräparation sollte wirkungsvoll mit einem Wasserspray gekühlt und nur leichter Druck ausgeübt werden. Eröffnete Dentinkanälchen sollten mit Materialien abgedeckt werden, welche die Pulpa vor weiteren Schäden schützen und eine Heilung bzw. Reparatur zulassen.

## **5.2 Behandlung der geschädigten Pulpa**

Die Lebensfähigkeit der Pulpa sollte abgeschätzt und im günstigen Fall der Zahn für eine Pulpabehandlung vorgese-

hen werden.

### **(a) Indirekte Überkappung:**

Sie ist als Maßnahme definiert, bei der eine Pulpa mit einem schützenden Wundverband oder einem Zement abgedeckt wird; sie werden auf eine dünne Schicht von Restdentin oder leicht erweichtes Dentin, dessen Entfernung eine Pulpaeröffnung provozieren könnte, platziert. Diese Maßnahme wird durchgeführt, wenn die Pulpa makroskopisch nicht freigelegt ist. Infiziertes, kariöses Dentin sollte entfernt werden, so dass nur eine Schicht leicht erweichten, nichtinfizierten Dentins über der Pulpa verbleibt. Infiziertes, kariöses Dentin kann als erweichtes Dentin oder Dentin definiert werden, welches sich mit einer Färbelösung anfärben lässt, wie z.B. mit ca. 0,5% Säurerot, oder welches durch andere, als geeignet angesehene Methoden identifiziert werden kann. Nach Auswaschen und Trocknung der Kavität werden die pulpanahen Anteile mit einem Material bedeckt, das die Pulpa vor weiteren Schäden schützen soll bzw. Heilung und Reparatur zulässt. Diese Maßnahme kann auch zweiphasig erfolgen, wobei die zweite Phase innerhalb von sechs Monaten abgeschlossen werden sollte.

### **(b) Direkte Überkappung:**

Sie ist definiert als eine Maßnahme, bei der die Pulpa im Bereich der Freilegung mit einem Schutzverband direkt abgedeckt wird.

Diese Maßnahme kann ausgeführt werden, wenn die Pulpa im nichtinfizierten Dentin eröffnet wurde, der Zahn anamnestisch ohne Spontanschmerzen war und ein bakterienreicher Abschluss appliziert werden kann. Zur Prävention einer Kontamination sollte der Zahn isoliert werden. Die Kavität sollte mit einer sterilen, nichtirritierenden Lösung ausgewaschen und vorsichtig getrocknet werden. Die Expositionsstelle und das umgebende Dentin werden mit einem Material bedeckt, welches die Pulpa vor weiteren Schäden schützt und Heilung und Reparatur zulässt. Eine Kontrollzeit von mindestens einem Jahr ist erforderlich, um den Zustand der Pulpa eines solchermaßen behandelten Zahnes unter Hinzuziehung von Röntgenbefunden und Sensibilitätstests einzuschätzen. Gegossene Restaurationen sollten nicht angefertigt werden, solange nicht eine gesunde Pulpa gesichert erscheint.

Wird die Überlebensfähigkeit der Pulpa als unzureichend eingestuft, kommen als weitere Behandlungsmaßnahmen eine Pulpaamputation oder Pulpektomie in Frage.

### **(c) Pulpaamputation:**

Sie ist als eine Maßnahme definiert, bei der ein Teil des exponierten, vitalen Pulpagewebes gewöhnlich in der Absicht entfernt wird, die Vitalität und Funktion der verbleibenden Pulpaanteile zu erhalten. Dieses Verfahren sollte nur angewandt werden, wenn die Pulpa eines Zahnes mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum exponiert ist. Sie wird auch im Rahmen der Milchzahnbehandlung durchgeführt und als eine Notfallmaßnahme vor definitiver Wurzelkanalbehandlung bei bleibenden Zähnen.

Der Zahn sollte zur Prävention einer Kontamination isoliert werden. Geschädigtes und entzündetes Pulpagewebe sollten vorsichtig abgetragen werden; hier empfiehlt sich der Einsatz hochoberer Diamantschleifkörper unter Kühlung mit sterilem Wasser oder Kochsalzlösung. Die Pulpaamputation sollte die eingetretene Gewebeschädigung gerade mit erfassen und der Stelle entsprechen, an der nach Amputation die Blutung durch einfache Maßnahmen, wie Applizierung eines mit Kochsalzlösung getränkten Wattlepells über drei Minuten, zu stillen ist. Weichgewebreste und Dentindebris werden durch Spülung entfernt und die Blutung gestillt. Die amputierte Pulpa und das umgebende Dentin werden mit einem Material bedeckt, das die Pulpa vor weiteren Schädigungen schützt und Heilung und

Reparatur zulässt.

### **(d) Pulpektomie:**

Sie wird als eine Maßnahme definiert, bei der die Pulpa in ihrer Gesamtheit entfernt wird und nachfolgend eine Wurzelkanalbehandlung beabsichtigt ist (s. Abschnitt 6).

Dieses Verfahren kann durchgeführt werden, wenn die Pulpa als irreversibel entzündet angesehen oder wenn der Pulpahohlraum (oder ein Teil von ihm) zur Retention einer Restauration benötigt wird. Bei der Pulpadevitalisation sollte auf die Verwendung von Arsen- oder Aldehydverbindungen verzichtet werden.

## **6 Wurzelkanalbehandlung**

Eine Wurzelkanalbehandlung wird durchgeführt, wenn die Pulpa avital oder bereits entfernt ist. Eine präoperative, vorzugsweise in Rechtwinkeltechnik erstellte Röntgenaufnahme sollte vor Behandlungsbeginn genau studiert werden; sie sollte den Zahn in möglichst großer Annäherung an seine Originalgröße abbilden, wenigstens die gesamte Wurzellänge und etwa 2 bis 3 mm des periapikalen Bereichs darstellen.

Die Notwendigkeit einer Lokalanästhesie sollte überprüft und im gegebenen Fall eine Injektion verabreicht werden.

### **6.1 Präparation des Zahnes**

Die gesamte Karies und defekte Restaurationen sollten entfernt und, wenn notwendig, die Okklusion korrigiert und der Zahn gegen Frakturen geschützt werden. Der Zahn sollte restaurierbar und isolierbar sein, das Parodontium gesund oder mit guter Aussicht auf Erfolg behandelbar.

### **6.2 Isolierung des Zahnes**

Eine Wurzelkanalbehandlung sollte nur an einem mit Kofferdam isolierten Zahn durchgeführt werden, um:

- Speichelzutritt und bakterielle Kontamination zu verhindern,
- eine Aspiration und ein Verschlucken von Instrumenten auszuschließen und
- einem Übertreten von Spüllösungen in die Mundhöhle vorzubeugen.

In Ausnahmefällen, nämlich dann, wenn Kofferdam auch nach Kronenverlängerung mittels Gingivektomie und Ostektomie oder nach Aufbau des Zahnes mit einem Füllmaterial nicht angelegt werden kann, bieten sich folgende alternative Methoden an: Tamponaden o.ä., die dem Pharynx zumindest einen gewissen Schutz geben, sowie Sicherheitskettchen oder Zahnseide, mit denen jedes Handinstrument zu sichern ist. Darüber hinaus sind übliche Methoden der Zahnisolierung anzuwenden, um eine weitere Kontamination des endodontischen Systems zu verhindern.

### **6.3 Präparation der Zugangskavität**

Diese Maßnahme hat zum Ziel:

- Das Dach der Pulpakammer ist abzutragen, so dass diese gesäubert werden kann und eine gute Übersicht

über die Kanaleingänge gewährleistet ist.

- Die Wurzelkanalinstrumente sollten gradlinig in die Kanäle eingeführt werden können.
- Sie soll einem provisorischen Verschluss oder einer Restauration genügend Retention bieten.
- Gesunde Zahnhartsubstanz ist, soweit dies mit oben genannten Zielen vereinbar ist, zu schonen.

## 6.4 Bestimmung der Arbeitslänge

Sie hat zum Ziel, eine Wurzelkanalaufbereitung zu ermöglichen, die möglichst nahe an die Zement-Dentin-Grenze heranreicht oder - sollte dies unmöglich sein - die Wurzelkanalaufbereitung soweit nach apikal voranzutreiben, wie ein dünnes Kanalinstrument, z.B. ISO-Größe 06 oder 08, in den Kanal initial eingeführt werden kann (die Zement-Dentin-Grenze befindet sich gewöhnlich zwischen 0,5 und 2,0 mm vom röntgenologischen Apex entfernt).

Empfohlene Methoden zur Arbeitslängenbestimmung sind röntgenologischer und elektronischer Natur.

### Röntgenmessaufnahme

Ein Wurzelkanalinstrument wird in den Kanal eingeführt; die Eindringtiefe entspricht der um 0,5 bis 1,0 mm reduzierten, anhand der präoperativen Röntgenaufnahme geschätzten Arbeitslänge. Dieses Instrument sollte mit einer Art von Längenmarkierung versehen und so dimensioniert sein, dass eine Identifikation der Instrumentenspitze auf dem Röntgenbild möglich ist. Danach wird eine Röntgenaufnahme angefertigt, die sowohl das Instrument als auch den Apex mit ausreichendem Kontrast und minimaler Verzerrung darstellen sollte. Die gewünschte Arbeitslänge wird festgelegt. Beträgt die Distanz zwischen Instrumentenspitze und gewünschter Arbeitslänge weniger als 3 mm, wird die Instrumentenposition entsprechend korrigiert. Ist die Distanz größer, so wird die Arbeitslänge der Feile entsprechend angepasst und eine weitere Röntgenaufnahme angefertigt.

Es kann sich als notwendig erweisen, mehrere Röntgenmessaufnahmen mit unterschiedlicher Winkeleinstellung anzufertigen.

### Elektronische Längenbestimmung

Elektronische Geräte geben die Wurzelkanallänge in den meisten Fällen exakt an. Die Arbeitslänge sollte jedoch vorzugsweise röntgenologisch bestätigt werden. Auch wenn die Arbeitslänge nur elektronisch festgelegt wird, ist in jedem Fall eine präoperative diagnostische Röntgenaufnahme zwingend notwendig.

## 6.5 Präparation des Wurzelkanalsystems

Ziele der Wurzelkanalaufbereitung sind:

- Entfernung des verbliebenen Pulpagewebes
- Eliminierung der Mikroorganismen
- Entfernung von Debris
- eine adäquate Wurzelkanalfüllung ermöglichende Formgebung des Wurzelkanals.

Anforderungen an eine Wurzelkanalaufbereitung:

- Der präparierte Kanal sollte den ursprünglichen Kanal umschließen.
- Die apikale Konstriktion sollte erhalten bleiben.
- Der Kanal sollte sich nach apikal zu verengen.
- Der Kanal sollte von koronal nach apikal konisch zulaufen.

Die Präparation ist unter ausreichender Spülung vorzunehmen. Die endgültige Aufbereitungslänge sollte mit der vorher festgelegten Arbeitslänge übereinstimmen.

## 6.6 Spülung

Die Ziele einer Wurzelkanalspülung sind:

- Eliminierung der Mikroorganismen
- Ausschwemmung des Debris
- erhöhte Gleitfähigkeit für Wurzelkanalinstrumente
- Auflösung organischen Debris.

Das Spülmittel sollte bevorzugt desinfizierende Eigenschaften haben und auch organischen Debris ohne irritierende Wirkung auf die periradikulären Gewebe auflösen können. Sofort nach Pulpektomie kann alternativ eine sterile Spüllösung ohne diese Eigenschaften verwendet werden.

Spülmittel sollte in ausreichender Menge und so tief wie möglich in den Kanal eingebracht werden, ohne das Risiko einer Extrusion über das Foramen hinaus einzugehen. Dies kann mit Hilfe einer Spritze geschehen, wobei ein freier Ablauf der Spülflüssigkeit in die Pulpakammer sichergestellt werden und auf übermäßige Druckerhöhung verzichtet werden muss. Die Spüllösung kann auch durch Ultraschall-, Schall- und mechanische Systeme, die mit einer Spülvorrichtung ausgestattet sind, appliziert werden.

## 6.7 Desinfizierende Zwischeneinlage

Umfasst die Therapie mehr als eine Sitzung, so sollten die Kanäle zusätzlich zur gründlichen Säuberung und Spülung zwischen den Behandlungsterminen mit einer Einlage versorgt werden, um Wachstum und Vermehrung von Mikroorganismen, die trotz sorgfältiger Säuberung des Kanalsystems belassen wurden, zu verhindern. Nach Pulpektomie mit folgender Wurzelkanalaufbereitung ist eine solche Maßnahme nicht zwingend notwendig.

Ein wirkungsvoller, temporärer Verschluss ist zur Verhütung einer Kontamination des Wurzelkanalsystems zwischen zwei Behandlungssitzungen essentiell.

Die Anforderungen an eine desinfizierende Zwischeneinlage sind:

- desinfizierende Wirkung
- keine Reizung der periradikulären Gewebe
- keine systemischen Nebenwirkungen
- leichte und vollständige Entfernbarkeit
- ohne schädigende Wirkung auf Zahnstruktur oder Restaurationsmaterial.

Im allgemeinen werden Materialien bevorzugt, die anorganisch sind, keine Proteine binden und/oder keine allergenen Eigenschaften besitzen. Desinfizierzien auf organischer Basis, die Phenole oder Aldehyde enthalten, sind daher nicht zu empfehlen.

## 6.8 Wurzelkanalfüllung

Die Ziele der Wurzelkanalfüllung sind:

- die Passage von Mikroorganismen und Flüssigkeit entlang des Wurzelkanals auszuschließen und
- das gesamte Kanalsystem auszufüllen, nicht nur um die Austrittspforte zum Periapex zu verblocken, sondern auch Dentinkanälchen und akzessorische Kanäle.

Wurzelkanalfüllmaterialien sollten sein:

- biokompatibel
- dimensionsstabil
- zur Versiegelung tauglich
- unempfindlich gegenüber Gewebeflüssigkeiten und unlöslich
- bakteriellem Wachstum nicht förderlich
- röntgenopak
- (einfach) aus dem Kanal wieder entfernbar.

## Techniken

Ziel einer jeden Fülltechnik sollte eine biokompatible, hermetisch dichte Wurzelkanalfüllung sein, die das aufbereitete Kanallumen von der Pulpakammer bis zum apikalen Endpunkt verschließt.

Die Wurzelkanalfüllung sollte hauptsächlich aus einem (semi-)soliden Material in Kombination mit einem Wurzelkanalsealer bestehen, der die Lücken zwischen dem (semi-)soliden Material und der Wurzelkanalwand ausfüllen soll. Organisches Material, wie Aldehyde enthaltende Sealer sind nicht zu empfehlen.

Die Obturation des Kanalsystems sollte erfolgen, wenn die Kanalaufbereitung abgeschlossen ist, man davon ausgehen kann, dass die Infektion eliminiert ist und der Kanal getrocknet werden kann. Es wird empfohlen, vor Obturation die Vollständigkeit der Wurzelkanalpräparation mit einem Röntgenbild zu verifizieren, nachdem man vorher Wurzelkanalinstrumente (oder Füllungsstifte) bis auf volle Arbeitslänge in die Kanäle eingebracht hat. Auf dieser Röntgenaufnahme müssen Instrumenten- oder Stiftende und der röntgenologische Apex sichtbar sein. Die Spitze des Instrumentes (oder Stiftes) sollte nicht mehr als 1 mm Distanz zur Arbeitslänge haben, und das Instrument (oder der Stift) sollten dem originären Kanalverlauf folgen.

Die Qualität der Wurzelkanalfüllung sollte mit einem Röntgenbild überprüft werden. Dieses sollte die Wurzelspitze und wenigstens 2 mm der periapikalen Umgebung klar und eindeutig darstellen. Der aufbereitete Wurzelkanal sollte vollständig gefüllt werden, es sei denn, ein Wurzelkanalstift soll eingebracht werden. Der präparierte und gefüllte Wurzelkanal sollte sich nach apikal hin verengen und den ursprünglichen Wurzelkanal umschließen. Zwischen Wurzelkanalfüllung und Kanalwand sollten keine ungefüllten Bereiche zu sehen sein. Apikal des Endpunktes der Wurzelkanalfüllung darf kein unausgefüllter Kanalanteil erkennbar sein.

## 7 Endodontische Chirurgie

Sie lässt sich gliedern in:

- Inzision und Drainage,
- Periradikuläre Chirurgie,
- Korrigierende Chirurgie und
- Extraktion mit nachfolgender Replantation.

### 7.1 Inzision und Drainage

Ziel dieser Maßnahme ist es, dem Exsudat, das im Gewebe eingeschlossen ist und nicht über den Wurzelkanal abfließen kann, Ablauf zu verschaffen. Anwendbar ist sie ebenfalls im Sinne einer Notfallbehandlung bei fluktuierenden Schwellungen, bevor mit der Wurzelkanalbehandlung begonnen wird. Bei der Anästhesie ist eine Injektion in das entzündete Gewebe zu vermeiden. Die Inzision erfolgt in die fluktuierende Schwellung hinein, eine Drainage wird eingelegt. Sind mikrobielle Sensitivitätstests geplant, so sollte vor der Inzision Material aus dem geschwollenen Bereich heraus durch Aspiration gewonnen werden. Ein Drain wird normalerweise nicht benötigt. Direkt nach der Inzision oder etwas später wird der Zahn isoliert, die Wurzelkanäle werden aufbereitet. Wird keine Drainage erzielt und zeigt die Infektion bereits systemische Auswirkungen, so kann der Einsatz von Antibiotika erwogen werden.

### Trepanation der Knochenkompakta

*(Im deutschsprachigen Schrifttum ist diese Maßnahme auch als „Schroeder`sche Lüftung bekannt.)*

Über den Abfluss von Exsudat, das innerhalb des kortikalen Knochens eingeschlossen ist, soll eine Schmerzlinde- rung erreicht werden. Diese Maßnahmen ist nur anzuwenden, wenn eine Drainage über das Wurzelkanalsystem nicht möglich ist und der Patient unter starken Schmerzen leidet. Nach Legen einer Anästhesie wird das Mukoperiost scharf durchtrennt und abgeklappt; der kortikale Knochen über der Wurzelspitze wird mit einem Hand- oder rotie- rendem Instrument penetriert. Diese Behandlung ist nur als eine Begleitmaßnahme zur normalen endodontischen Behandlung aufzufassen.

### 7.2 Periradikuläre Chirurgie, allgemeine Prinzipien

Zu fordern ist eine präoperative Planung, die zumindest ein präoperatives Röntgenbild - vorzugsweise in Parallel- technik erstellt - beinhaltet. Für eine ausreichende Anästhesie ist Sorge zu tragen. Nach Auswahl einer adäquaten Schnittführung wird das Mukoperiost, das nur minimal traumatisiert werden sollte, zurückgeklappt. Der Knochen über der Läsion wird abgetragen, die entsprechende Maßnahme (s. unten) wird durchgeführt, der Lappen zurückge- klappt und vernäht. Eine postoperative Röntgenkontrolle - möglichst in Paralleltechnik - wird durchgeführt. Ab- schließlich wird der Patient über postoperative Vorsichtsmaßnahmen aufgeklärt. Die Nähte werden normalerweise nach 2 bis 5 Tagen entfernt.

### Periradikuläre Küretage

Ziel ist die Entfernung erkrankten Gewebes und/ oder von Fremdmaterial aus dem apikal oder lateral eines pulpato- ten Zahnes lokalisierten Alveolarknochen. Diese Maßnahme wird nur dann isoliert durchgeführt, wenn das Wurzel- kanalsystem zufriedenstellend gefüllt werden konnte.

## **Explorative Chirurgie**

Sie hat zum Ziel, ein endodontisches Problem einer Diagnose zuzuführen, was auf andere Weise nicht gelungen ist. Es ist notwendig, einen Mukoperiostlappen zur Untersuchung des fraglichen Gebietes, z.B. auf eine vertikale Wurzelfraktur hin, abzuklappen. Anschließend wird die geeignete Therapie durchgeführt.

## **Biopsie**

Ihr Ziel ist die chirurgische Gewinnung von Hart- oder Weichgewebeproben für die mikroskopische Untersuchung. Eine Biopsie ist bei geringsten Zweifeln über die Ursache einer periradikulären Läsion angebracht. Das Gewebe wird sofort in ein Transportmedium oder geeignetes Fixativum übertragen.

## **Wurzelspitzenresektion**

Ihr Ziel ist die Entfernung eines Wurzelteils, welches nicht mit einem Wurzelkanalfüllmaterial obturiert werden konnte und dessen Inhalt möglicherweise entzündungsverursachend ist. Die Wurzelspitzenresektion erleichtert zudem die notwendigen Präparationen am Wurzelende zur Aufnahme einer retrograden Füllung. Der Eingriff bleibt auf diese eine Maßnahme nur dann beschränkt, wenn das Wurzelkanalsystem zufriedenstellend gefüllt werden konnte.

## **Wurzelspitzenresektion mit retrograder Füllung**

Sie soll alle apikalen Verbindungswege im Zahn zwischen Mundmilieu und den periradikulären Geweben und umgekehrt versiegeln. Nach der Resektion eines apikalen Wurzelabschnitts wird ein Füllmaterial in eine Kavität eingebracht, die in den apikalen Teil des Wurzelkanalsystems hineinpräpariert wurde.

## **7.3 Korrigierende Chirurgie, Verschluss von Perforationen**

Beabsichtigt ist eine Kavitätenpräparation und Füllung in der Wurzelperipherie.

(In der deutschsprachigen Literatur sind für die als Wurzelresektion und Zahnresektion bezeichneten Eingriffe die Begriffe „Wurzelspitzenresektion“ und „Prämolarisierung“ gebräuchlich.)

## **Wurzelresektion**

Ihr Ziel ist die vollständige Entfernung einer Wurzel oder von Wurzeln eines mehrwurzeligen Zahnes ohne Abtrag der korrespondierenden Kronenanteile. Zu den Indikationen gehören Parodontalerkrankungen, Wurzelfrakturen, nicht-restaurierbare Wurzeln oder die Undurchführbarkeit einer Wurzelkanalbehandlung, wenn gleichzeitig pathologische Befunde oder Symptome auftreten.

## **Zahnresektion**

Ziel ist die vollständige Entfernung einer Wurzel oder von Wurzeln eines mehrwurzeligen Zahnes einschließlich der zugehörigen koronalen Zahnschicht. Das abgetrennte Zahnsegment kann entfernt oder separat wieder restauriert werden. Die Indikationen ähneln der Wurzelresektion. Wurzel- und Zahnresektion erfordern gewöhnlich eine Wurzelkanalbehandlung aller verbleibender Wurzeln; sie sollte vorzugsweise vor Beginn chirurgischer Maßnahmen

abgeschlossen sein.

## **Extraktion mit Replantation**

Der Zahn soll intentionell aus seiner Alveole entfernt werden, um extraoral chirurgische Manipulationen an den Wurzeln bzw. Maßnahmen zum Verschluss von Perforationen durchzuführen und den Zahn schließlich zu replantieren. Die Indikation kann sich ergeben, wenn eine nichtchirurgische Wurzelkanalbehandlung undurchführbar ist oder fehlschlug und wenn konventionelle Chirurgie in situ nicht ratsam erscheint.

## **8 Bewertung endodontischer Behandlung**

Klinische wie auch röntgenologische Folgeuntersuchungen in regelmäßigen Abständen sind zur Einschätzung der endodontischen Behandlung essentiell. Beobachtungsperioden von vier Jahren sind wünschenswert. Letztlich ist es unmöglich, einen definitiven Zeitraum für die Erfolgsbeurteilung festzulegen, da externe Faktoren oder geänderte Voraussetzungen einen Erfolg jederzeit in einen Misserfolg umwandeln können.

### **8.1 Bewertung der direkten Überkappung und der Pulpaamputation**

Direkte Überkappung und Pulpaamputationen sollten nicht später als sechs Monate postoperativ und danach in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert werden. Folgende Befunde zeigen eine erfolgreiche Behandlung an: normale Reaktion auf Sensibilitätstests (sofern sie durchführbar sind), Beschwerdefreiheit, keine sonstigen Symptome, Nachweis einer Dentinbrückenbildung im Röntgenbild, röntgenologischer Nachweis eines fortschreitenden Wurzelwachstums, fehlende klinische und röntgenologische Hinweise auf eine interne Wurzelresorption oder eine periradikuläre Erkrankung.

### **8.2 Bewertung der Wurzelkanalbehandlung**

Wurzelkanalbehandlungen sollten spätestens nach einem Jahr und dann anschließend nach Bedarf überprüft werden. Folgende Befunde deuten auf einen Erfolg hin: keine Schmerzen, Schwellung und andere Symptome, kein Fistelgang, kein Funktionsverlust und der röntgenologische Nachweis eines normalen Wurzelhautpaltes.

#### **8.2.1 Bewertung einer Wurzelkanalbehandlung als „nicht erfolgreich“**

Zeigen die Röntgenbilder, dass eine Läsion unverändert bestehen blieb oder sich nur geringfügig verkleinert hat, so darf die Behandlung nicht als erfolgreich eingestuft werden. In dieser Situation ist es ratsam, die Läsion weiter zu beobachten, bis sie nicht mehr auszumachen ist, oder längstens über einen Zeitraum von vier Jahren. Wenn nach vier Jahren keine vollständige Ausheilung erfolgt ist, muss die Wurzelkanalbehandlung als Misserfolg bewertet werden.

#### **8.2.2 Bewertung einer Wurzelkanalbehandlung als „Misserfolg“**

Eine solche Bewertung ist gerechtfertigt, wenn die Röntgenbilder zeigen, dass:

- (a) eine Läsion nach endodontischer Behandlung neu aufgetreten ist oder eine vorher existierende Läsion an Größe

- zugenommen hat,
- (b) eine Läsion unverändert bestehen blieb oder während einer Vierjahreskontrolle nur wenig an Größe abnahm,
  - (c) Symptome und Röntgenbefund in Widerspruch zueinander stehen,
  - (d) Anzeichen einer fortschreitenden Wurzelresorption oder Hyperzementose vorliegen.

In dieser Situation bedarf die Wurzel einer weiterführenden Behandlung, wobei eine konventionelle Revision der Wurzelkanalbehandlung, endodontische Chirurgie oder die Entfernung der Wurzel in Frage kommen.

## **Ausnahme**

Wenn eine ausgedehnte Läsion ausheilte, aber einen lokal erweiterten Wurzelhautspalt zurückließ, so kann man diesen Defekt als Bildung von Narbengewebe interpretieren und nicht als ein Anzeichen fortdauernder Erkrankung. Der Zahn sollte dann weiter kontrolliert werden.

## **8.3 Bewertung endodontischer Chirurgie**

Diese Maßnahmen sollten zumindest nach einem Jahr und daraufhin nach eigenem Ermessen nachkontrolliert werden. Folgende Befunde zeigen einen erfolgreichen Behandlungsausgang an: Beschwerdefreiheit, keine Schwellung oder andere Symptome, zufriedenstellende Abheilung der Weichgewebe, kein Fistelgang, kein Funktionsverlust und röntgenologischer Nachweis der Ausheilung periradikulärer Gewebe einschließlich Parodontalspalt.

Es ist zu beachten, dass gelegentlich eine Radioluzenz, als chirurgischer Defekt bezeichnet, bestehen bleiben kann, auch wenn Entzündungsfreiheit um die Wurzelspitze herum vorherrscht.

## **8.4 Sekundäre Misserfolge**

Zu den Faktoren, die den Misserfolg einer zuvor abgeschlossenen endodontischen Behandlung herbeiführen können, zählen das Kariesrezidiv und koronales Leakage, Karies mit Ausbreitung in den Wurzelkanal oder die Furkation, Wurzelfraktur oder Wurzelfororation.

# **9 Traumatische Verletzungen**

In Abhängigkeit von vorausgegangenen Impfungen kann sich die Notwendigkeit zu einer Tetanusimpfung ergeben, wenn entweder eine Wunde entstanden oder ein replantierter Zahn mit Erde in Berührung gekommen ist. Zusätzlich zur medizinischen und zahnmedizinischen Anamnese sind Art, Zeitpunkt und Ort des Unfallgeschehens zu dokumentieren.

## **9.1 Kroneninfraktion**

Es handelt sich um eine unvollständige Schmelzfraktur ohne Verlust von Zahnschubstanz. Gewöhnlich ist keine besondere Behandlung notwendig.

## **9.2 Kronenfraktur**

### **9.2.1 Unkomplizierte Kronenfraktur**

Schmelzfraktur oder Schmelz-Dentin-Fraktur ohne Pulpafreilegung. Schmelzfrakturen erfordern entweder nur ein selektives Glätten der Schneidekante und/oder eine Restauration. Schmelz-/Dentin-Frakturen verlangen nach einer möglichst raschen Abdeckung des freigelegten Dentins zum Schutz gegen das Mundhöhlenmilieu.

### **9.2.2 Komplizierte Kronenfraktur**

Hierbei handelt es sich um eine Schmelz-/Dentinfaktur mit Freilegung der Pulpa.

#### **Vitale Pulpa, offener Apex**

Stellt sich der Patient innerhalb von 24 Stunden nach der Verletzung vor, sollte eine direkte Überkappung (s. Kapitel 5.2) durchgeführt, das freigelegte Dentin abgedeckt und bakteriendicht verschlossen werden. Liegt der Unfall 24 Stunden oder länger zurück, oder handelt es sich um eine ausgedehnte Pulpafreilegung, so sollte eine Pulpaamputation durchgeführt werden (s. Kapitel 5.2). Die Amputationsstelle sollte in nicht entzündetem Pulpagewebe zu liegen kommen, wo die Blutung beherrscht werden kann. Das freigelegte Dentin ist abzudecken und bakteriendicht zu verschließen.

#### **Nekrotische Pulpa, offener Apex**

Hier ist eine Maßnahme zum Verschluss des Wurzelendes einzuleiten. Diese Maßnahme erfordert die Präparation einer Zugangskavität, die Festlegung der Wurzelkanallänge und eine durch Spülung unterstützte Säuberung und Präparation des Kanals. Der Kanal wird getrocknet und mit einem Material gefüllt, welches eine Heilung und Reparatur der Wurzelspitze und der umgebenden Gewebe erlaubt, eine bakterielle Kontamination verhindert und leicht zu entfernen ist; die Zugangskavität wird verschlossen. Die Ausbildung eines apikalen Hartschubstanzverschlusses wird kontrolliert. Dieses Verfahren kann mehrere Behandlungstermine erfordern und sich über einen Zeitraum von 6 bis 18 Monaten erstrecken. Hat sich eine apikale Hartschubstanzbarriere ausgebildet, sollte die definitive Wurzelkanalfüllung erfolgen.

#### **Vitale Pulpa, abgeschlossenes Wurzelwachstum**

Stellt sich der Patient innerhalb von 24 Stunden nach dem Unfall vor, und liegt nur eine kleine Pulpafreilegung vor, kann eine direkte Überkappung indiziert sein (s. 5.2). In allen anderen Fällen ist eine Wurzelkanalbehandlung indiziert.

Es handelt sich um eine Fraktur von Schmelz, Dentin und Zement. Die Behandlung der Pulpa unter diesen Umständen entspricht weitgehend der nach Kronenfraktur.

## **9.4 Wurzelfraktur**

Es handelt sich um eine Dentin- und Wurzelzementfraktur mit Einbeziehung der Pulpa. Die Pulpa ist geschädigt, aber nicht freigelegt.

Die auf die Vitalerhaltung der Pulpa abzielende Therapie schließt eine Reposition der Segmente und - wenn der frakturierte Zahn gelockert ist - das Anbringen einer starren Schiene ein, die an dem verletzten und den nicht involvierten Nachbarzähnen befestigt wird. Die Schienung sollte für ca. drei Monate bestehen bleiben und eine optimale Mundhygiene erlauben.

Wird die koronale Pulpa nekrotisch, so sollte dieser Kanalanteil endodontisch behandelt werden. Eine Apexifikationsbehandlung (s. 9.2) für diesen Wurzelteil ist zu erwägen. Wird die Pulpa im apikalen Segment nekrotisch, so sollte auch dieses behandelt werden. Ist eine Therapie des apikalen Segments unmöglich, und induziert dieses eine periradikuläre Erkrankung, so ist es zu entfernen.

## **9.5 Luxation**

Im vorliegenden Dokument für traumatische Zahnschädigungen verwendeten Begriffe entsprechen der von der WHO verabschiedeten Nomenklatur. Die in der deutschen Literatur noch häufig verwendeten Begriffe, Subluxation (für die diversen Luxationsverletzungen) und Luxation oder „vollständige Luxation“ (heute Avulsion) entsprechen somit nicht der internationalen Klassifikation der traumatischen Frontzahnverletzungen.

### **9.5.1 Extrusive Luxation**

Es handelt sich um eine partielle Verlagerung des Zahnes aus seiner Alveole ohne Frakturen des Alveolarknochens. Der Zahn sollte sofort reponiert werden. Die korrekte Positionierung sollte sichergestellt sein. Ein mobiler Zahn sollte für 7 bis 21 Tage mit einer leicht flexiblen Schiene, die optimale Mundhygiene und Zahnfunktion erlaubt, fixiert werden. Vor Entfernung der Schiene sollte die Heilung sichergestellt sein. Es sollte keine Erweiterung des Parodontalspalts vorliegen. Ist dieser Befund gegeben, so kann es notwendig sein, die Schienung bis zu zwei Monaten bestehen zu lassen.

### **9.5.2 Laterale Luxation**

Es handelt sich um eine Verlagerung des Zahnes in eine andere als die axiale Richtung, verbunden mit Splitterung oder Fraktur des Alveolarknochens. Der Zahn sollte sofort reponiert werden, die weitere Behandlung ist entsprechend Kapitel 9.5. 1 vorzunehmen.

### **9.5.3 Intrusive Luxation**

Der Zahn wird unter Zersplitterung oder Fraktur des Alveolarknochens in diesen hineinverlagert.

## **Nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum**

Im Falle einer geringen Verlagerung sollte auf eine Behandlung verzichtet werden, da der Zahn spontan seine ursprüngliche Stellung wieder einnehmen kann. Bei stärkerer Intrusion sind orthodontische und orthodontisch/chirurgische Reposition zu erwägen. Wird eine periradikuläre Radioluzenz oder eine entzündliche Wurzelresorption angetroffen, ist die nekrotische Pulpa zu entfernen.

## **Abgeschlossenes Wurzelwachstum**

Der Zahn wird orthodontisch reponiert. Die Pulpa sollte so bald wie möglich entfernt, der Wurzelkanal gesäubert und eine Reinfektion verhindert werden.

## **9.6 Geringgradige Frakturen des Alveolarfortsatzes im Zusammenhang mit Zahntraumata**

Knochenfragmente sollten reponiert und Weichgewebewunden - sofern nötig - genäht werden. Die betroffenen Zähne sollten so geschient werden, dass möglichst auf beiden Seiten nichtinvolvierte Zähne mit eingeschlossen sind. Die starre Schiene sollte für 14 bis 21 Tage belassen werden.

Bei ausgedehnten Frakturen ist die Schienungszeit auf einen Monat auszudehnen.

## **9.7 Exartikulation (vollständige Avulsion des Zahnes)**

Der Zahn ist aus seiner Alveole herausgeschlagen. Er sollte so bald wie möglich von Patienten, Eltern oder Helfern replantiert werden, da sich die Prognose mit zunehmender Verweildauer des Zahnes außerhalb der Mundhöhle rapide verschlechtert.

Der Zahn wird vorsichtig in seine Alveole zurückversetzt, und der Patient sollte ihn an Ort und Stelle halten, während er in eine zahnärztliche Praxis gebracht wird. Ist der Zahn verschmutzt, sollte er mit Kochsalzlösung oder Leitungswasser abgespült werden. Er sollte weder abgebürstet noch mit Antiseptika behandelt werden. Der Zahn sollte nur im Kronenbereich angefasst werden.

Ist eine sofortige Replantation nicht möglich, so sollte der Zahn in ein Glas Milch oder physiologische Kochsalzlösung gelegt werden. Ist beides nicht verfügbar; so sollte der Zahn in der bukkalen Umschlagfalte aufbewahrt werden. Eine Austrocknung des Zahnes ist zu verhindern.

Nach Ankunft des Patienten in der Praxis ist der Zahn nach gründlicher Spülung umgehend zu replantieren. Eine leicht flexible Schienung sollte für 7 bis 10 Tage angebracht werden, wenn nicht andere Verletzungen (z. B. Alveolarfrakturen) eine längere Schienung erforderlich machen. Die Schiene sollte eine optimale Mundhygiene und eine Funktion des Zahnes zulassen. Die Notwendigkeit optimaler Mundhygiene, unterstützt durch eine desinfizierende Mundspülung, sollte dem Patienten verdeutlicht werden.

Ist das Wurzelwachstum des replantierten Zahnes noch nicht abgeschlossen, kann die Pulpa unter der Voraussetzung, dass zwischen Unfalleintritt und Replantation weniger als zwei Stunden vergangen sind, revaskularisiert werden. In diesem Fall kann eine endodontische Behandlung überflüssig sein, der Zahn sollte aber unter Beobachtung bleiben.

Wird die Pulpa nekrotisch, so ist eine Apexifikationsbehandlung (s. Kapitel 9.2) indiziert. Bei replantierten Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum sollte innerhalb von 7 bis 14 Tagen nach Replantation die Pulpa entfernt und eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt werden. War der Zahn mehr als zwei Stunden außerhalb der Mundhöhle und während dieser Periode nicht in einer geeigneten Flüssigkeit oder in einem feuchten Umfeld aufbewahrt, so ist eine Wurzelkanalbehandlung vor der Replantation zu erwägen.

## **9.8 Diagnose der Pulpavitalität bei traumatisierten Zähnen**

Bei Zähnen, die ein Trauma erlitten haben, kann die Reaktion auf Sensibilitätstests für einige Monate gestört sein; sie sollten periodisch bis zu 12 Monaten wiederholt werden, um Sensibilität und Vitalität zu bestimmen. Röntgenaufnahmen sollten in jeder Reallsitzung erstellt und auf periradikuläre pathologische Veränderungen hin überprüft werden. Wird eine Erkrankung der Pulpa festgestellt, ist ohne Verzug eine angemessene endodontische Behandlung einzuleiten.

Als Kontrolltermine werden 2 bis 3 und 5 bis 6 Wochen, 6 und 1 2 Monate nach dem Unfall empfohlen.

**Literatur**

1. Andreasen JO, Andreasen FM: Textbook and Colour Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 3rd. ed., Munksgaard, Kopenhagen 1994.
2. Cohen S, Burns RC: Pathways to the Pulp. 5th ed., Mosby-Year Book, St. Louis 1991, S. 694-695, 738-776.
3. European Society of Endodontology: Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *Int Endod J* 1992; 25; 169-172.
4. Gutmann JL, Harrison JW: Surgical Endodontics. Blackwell Scientific Publications, Boston 1991
5. Ingle JI: Endodontics. 3rd ed., Lea & Febiger, Philadelphia 1985, 5. 26-53.
6. McCarthy FM, Malamed SF: Physical evaluation System to determine medical risk and indicated therapy modifications. *J Am Dent Assoc* 1979; 99; 181-184.
7. Oikarinen K; Tooth splinting; a review of the literature and consideration of the versatility of a wire composite splint. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6; 237-250.
8. Reit C; Decision strategies in endodontics; on the design of a recall program. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3; 233-239.

**Appendix**

**Klassifikation des körperlichen Allgemeinzustandes**

(Amerikanische Gesellschaft für Anästhesiologie/ASA)

<b>Klasse</b>	<b>Physischer Zustand</b>	<b>Notwendige Modifikation der Therapie</b>
I	Gesunder Patient	keine
II	Patient mit schwacher bis mäßiger Erkrankung	Stressverminderung und Therapie-modifikationen, wenn indiziert
III	Patient mit schwerwiegender systemischer Erkrankung, welche seine Aktivitäten einschränkt, diese aber nicht total ausschließt	strikte Modifikation der Therapie, Stressreduktion und ärztliches Konsil haben Priorität
IV	Patient mit schwerer systemischer Erkrankung, die seine Aktivitäten einschränkt und eine konstante Lebensbedrohung darstellt	Notfallversorgung in der zahnärztlichen Praxis; stationäre Aufnahme für anstrengende, aus gewählte Behandlung; ärztliche Konsultation dringend erforderlich
V	Moribunder Patient, dessen Überleben der nächsten 24 Stunden mit oder ohne Operation in Frage gestellt ist	Behandlung im Krankenhaus auf lebensunterstützende Maßnahmen beschränkt