Trotz großer Anstrengungen in der Prophylaxe führt Karies zu einem weiterhin erheblichen Behandlungsaufwand bei Kindern. Neben der restaurativen Versorgung von Milchzähnen gehören endodontische Maßnahmen im Milchgebiss zu den häufigsten Arbeiten in der Kinderzahnmedizin.

Dr. med. dent. Richard Steffen
[Infos zum Autor]

Dr. med. dent. Hubertus van Waes
[Infos zum Autor]

Milchzahnendodontie: „State of the Art"

Autoren: Dr. med. dent. Richard Steffen, Dr. med. dent. Hubertus van Waes

Abb. 1

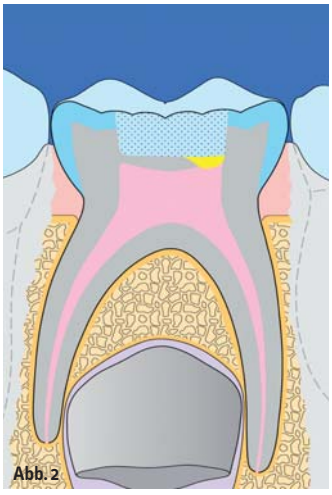
Abb. 2

Abb. 1: Zahn 75 nach Kariesexkavation: Direkte Überkappung oder Pulpaamputation? – **Abb. 2:** Schematische Darstellung einer Pulpaüberkappung mit Portland Zement und GIZ.

Grundlagen und Materialien

Die Erhaltung von Milchzähnen, bis zum Zeitpunkt des ordentlichen Wechsels, ist für eine exakte Entwicklung der Dentition von großer Bedeutung. Bedingt durch die spezielle Anatomie und Physiologie von Milchzähnen führt Karies bei diesen schnell auch zu Auswirkungen auf das Endodont. Ähnlich wie bei den bleibenden Zähnen stehen verschiedene, defektorientierte Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Entscheidend für die richtige Wahl der Therapie einer Milchzahnpulpa ist die genaue Kenntnis der Milchzahn-Physiologie und -Pathophysiologie sowie die möglichst korrekte Einschätzung des aktuellen Zustands des Endodonts.[17]

Diagnose

Aus dem klinischen Bild eines kariösen Zahnes auf dessen pathohistologischen Zustand seiner Milchzahnpulpa zu schließen ist schwierig. Genaue klinische und radiologische Abklärungen ermöglichen jedoch mit einer gewissen Zuverlässigkeit die Beurteilung einer erkrankten Milchzahnpulpa. Aktuelle endodontische Lehrbücher sowie viele Fachveröffentlichungen stellen die klinischen und radiologischen Symptome einer Karies in schlüssigen Zusammenhängen zum Zustand und zur Prognose einer erkrankten Milchzahnpulpa dar. Durch die prognostisch richtige Einschätzung der Pathologie einer Milchzahnpulpa ergibt sich die daraus resultierend optimale Anwendung eines Therapiekonzeptes.

Die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten

Die verschiedenen Therapiearten und die dazu verwendeten Materialien werden im Folgenden etwas detaillierter dargestellt.[29, 30]

Indirekte Überkappung (Karies-profunda-Behandlung)

Bei der indirekten Überkappung wird eine Milchzahnkaries vollständig bis zum harten möglicherweise noch verfärbten Dentin entfernt und mit einer Restauration wieder verschlossen. Die Pulpa sollte symptomfrei sein und die Kavität frei von erweichter Restkaries. Das freigelegte Dentin kann mit einem therapeutisch wirksamen Unterlagsmaterial versorgt werden, bevor es mit einer restaurativen Füllung dicht verschlossen wird. Die therapeutisch eingesetzten Materialien können kalziumhydroxid- und zinkoxid-eugenolhaltige Präparate sein. Ebenso kommen seit längerer Zeit MTA

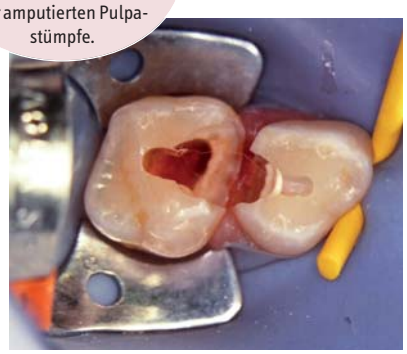

Abb. 3: Zahn 54 mit Portland Zement-Überkappung, Zahn 55 bereit für Überdeckung der amputierten Pulpastümpfe.

VDW®

Endo Einfach Erfolgreich®

RECIPROCATE and SMILE

„Meine Erfahrung mit RECIPROC® ist fantastisch. RECIPROC® bedeutet einen Paradigmenwechsel für die maschinelle Aufbereitung. Jeder Zahnarzt hat damit bessere Aussichten, konsistente und vorhersehbare Ergebnisse zu erreichen. RECIPROC® bietet im Vergleich zu bisherigen Systemen die sicherste und einfachste Methode zur Formgebung. Mit RECIPROC® macht Endo Spaß!“

Dr. Bjørn Besserman-Svendsen, Frederiksberg Kopenhagen, Dänemark

www.vdw-dental.com

RECIPROC®

one file endo

Abb. 4: Karies profunda an einem Zahn 74. – **Abb. 5:** Gleicher Zahn 74, Pulpa amputiert. – **Abb. 6:** Portland Zement wird in das Pulpakavum des Zahns 74 eingebracht. – **Abb. 7:** Schematische Darstellung einer Pulpaamputation mit Portland Zement, GIZ und Composite-Adhäsivfüllung.

oder Portland Zement-Materialien (MTA/PC) zum Einsatz. Das Unterfüllungsmaterial sollte idealerweise eine Stimulation von Reizdentin bewirken, mögliche Restmikroorganismen inaktivieren, als eigenständiges Material möglichst bakteriendicht und in der Anschaffung erschwinglich sein. Solche „Unterfüllungen" sollten danach möglichst zeitgleich mit einer dichten Restauration überdeckt werden. Hierzu sind bei Milchzähnen besonders konfektionierte Stahlkronen und Kompositrestaurationen, verbunden mit einem guten Haftsystem, geeignet.[12, 29, 30]

Direkte Überkappung

Lange Zeit wurde die direkte Überkappung einer eröffneten Milchzahnpulpa als nicht Erfolg versprechend beurteilt und dementsprechend nicht als Behandlungsoption empfohlen. Weder mit Kalziumhydroxid-Materialien noch mit Dentinadhäsiven als Überkappungsmaterial ließen sich befriedigende Langzeitergebnisse bei überkappten Milchzähnen erzielen. Erst die Gruppe der MTA/Portland Zement-Materialien hat diese Situation verbessert. Neuere Studien zeigen eine gute Pulpareaktion bei Milchzähnen, die mit MTA/PC direkt überkappt wurden. In der Zwischenzeit werden von verschiedenen Autoren nur noch bei großen Eröffnungen im kariösen Dentin direkte MZ-Überkappungen nicht mehr empfohlen. Hier scheint sich ein Paradigmenwechsel anzubahnen.[10, 12]

Pulpaamputation (Pulpotomie)

Die Pulpotomie ist immer noch die gebräuchlichste endodontische Behandlung. Bei der Pulpotomie von Milchmolaren wird das ganze Pulpakavum ausgeräumt, und die gesunden Wurzelpulpen werden mit Medikamenten überdeckt, um diese vital zu erhalten. Mehrere Faktoren sind für den Erfolgt dieser Maßnahme Voraussetzung. Die Pulpa sollte möglichst steril und atraumatisch amputiert und mit einem möglichst physiologischen, selbst desinfizierenden, bioinduktiven, günstigen und nicht verfärbenden Material überdeckt werden. MTA/PC hat sich auch hier als Material der Wahl durchgesetzt und zeigt sich allen anderen Materialien überlegen. Bei der Amputationstechnik zeigt sich der Präparierdiamant Exkavatoren, Lasern und der Elektrochirurgie überlegen. Obwohl immer häufiger amputierte Milchzähne mit Kompositrestaurationen versorgt werden, sind konfektionierte Edelstahlkronen in Hinsicht der Bruchsicherheit, langfristigen Fehlerquote und Dichtigkeit weiterhin ein hervorragendes Mittel zur Versorgung solcher Zähne. Mitentscheidend über Erfolg oder Misserfolg einer Amputation ist aber die richtige Diagnose, einer entzündungsfreien, vitalen zu überkappenden Wurzelpulpa.[6, 7, 11, 16, 18, 24, 25, 28]

Wurzelkanalfüllung (Pulpektomie)

Bei devitalen Milchzähnen kann die nekrotische Pulpa entfernt und durch ein Wurzelfüllmaterial ersetzt werden. Aufgrund der schwierigen Anatomie von Milchmolaren ver-

ANZEIGE

BLUE SAFETY

Was wäre,

RKI-konforme Wasserhygiene Sicher & Geprüft
www.bluesafety.com

BLUE SAFETY entfernt Biofilme, Algen, Legionellen und Pseudomonaden. Garantiert und zertifiziert.

Für eine unverbindliche Bestandsaufnahme oder Fortbildung rufen Sie uns **kostenfrei** unter **0800 - 25 83 72 33** (0800 BLUESAFETY) an oder schauen Sie sich auf unserer Webseite **Video-Erfahrungsberichte** von Kolleginnen und Kollegen an.

think blue™ www.bluesafety.com

Biozide sicher verwenden.

zichten die meisten Anwender auf eine mechanische Aufbereitung der Wurzelkanäle. Gründliche Spülungen mit Natriumhypochlorit (1 bis 3 %) zeigen befriedigende bis gute Reinigungsergebnisse. Die endodontische Längenmessung bei Milchzähnen sollte mit elektronischen Messgeräten erfolgen. Zur Wurzelfüllung werden weit mehrheitlich resorbierbare Pasten aus Jodoform und Kalziumhydroxid empfohlen. Auf alle nichtresorbierbaren Wurzelfüllmaterialien muss verzichtet werden (auch Guttaperchaspitzen). Röntgenaufnahmen finden zur Befunderhebung und abschließend zur Erfolgskontrolle statt. Die Behandlungen sollten unter Anwendung von Kofferdam stattfinden.[10,16,25] Endodontische Verfahren im Milchgebiss müssen in ein therapeutisches Konzept eingebunden sein und sollen den betroffenen Milchzähnen einen unschädlichen Erhalt über die ganze Funktionsperiode und den Patienten eine regelgerechte Gebissentwicklung ermöglichen.

Abb. 8

Abb. 9

Abb. 8: Röntgenbild, Zahn 55 überkappt und Zahn 85 pulpaamputiert mit Portland Zement. – **Abb. 9:** Zahn 75, Spülung mit Natriumhypochlorit während einer Pulpektomie.

Kontrovers diskutierte Behandlungsmöglichkeiten

Die oben beschriebenen Verfahren stellen anerkannte Behandlungsmethoden dar. Aus wirtschaftlichen Zwängen, um bestehende Verfahren zu verbessern oder zu ersetzen, und aus behandlungstechnischen Gründen werden jedoch weitere Behandlungsverfahren erprobt oder entwickelt. Diese Verfahren sind meist in der Fachliteratur weniger verankert oder sind durch Studien wenig auf Evidenz geprüft und werden daher von Fachpersonen kontrovers besprochen oder auch pauschal abgelehnt. Nichtsdestotrotz muss erwähnt werden, dass es in der Kinderzahnmedizin schwierig ist, „evidence based studies" durchzuführen. Auch sind hier Mitarbeit der Patienten und ökonomische Grenzen wichtige Faktoren bei der Auswahl der geeigneten Therapie. Gerade aus mangelnder Mitarbeit dürfte in der Kinderzahnmedizin manches insuffiziente Provisorium statt einer perfekten Restauration gelegt werden.[25]

„Karies-Versiegelung"

Speziell in der englischsprachigen Literatur werden unter dem Begriff „Indirect Pulp Treatment" Verfahren zur einzeitigen als auch zur schrittweisen Kariesentfernung verstanden. Bei der schrittweisen Kariesentfernung wird, um einer Pulpaeröffnung vorzubeugen, erweichtes Dentin unter einem dichten Kavitätenverschluss belassen. Manche Schulen akzeptieren sogar das permanente Belassen von kariösem Restdentin unter allerdings strickt geforderten, absolut dichten Füllungen. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei dem Unterfüllungsmaterial zu. Auch hier hat sich MTA/PC den kalziumhydroxid- und zinkoxid-eugenolhaltigen Präparaten überlegen gezeigt. Bei einem schrittweisen Vorgehen wird eine Reintervention in der Regel nach sechs Monaten empfohlen. Als besonders erfolgreich, aber auch sehr kontrovers, wird die sogenannte „Hall-Technik" in England diskutiert. Bei dieser Technik werden kariöse Milchzähne ohne weitere, größere Behandlung mit SS-Edelstahl-Kronen überdeckt.[7,15,27]

„Karies-Imprägnierung"

In den frühen zahnmedizinischen „Notzeiten" war das Ausschleifen und Imprägnieren von Milchzahnkaries mit Silbernitrat eine verbreitete Minimaltherapie. Diese Technik war erstaunlich pulpaerhaltend und sehr ökonomisch. Die großen Fortschritte in der Kinderzahnmedizin haben diese Verlegenheitsmethode aber zusehends unnötig gemacht. Basierend auf dem Gedanken einer Minimalversorgung werden neuere Präparate zur Imprägnierung von Karies entwickelt. Silberdia-

ANZEIGE

wenn Sie keinen Wettbewerber hätten?

PLUS X AWARD®
ausgezeichnet für:
Innovation
High Quality
Ökologie

Kompromisslose Wasserhygiene.

Vor Gebrauch stets Kennzeichnung und Produktinformationen lesen.

Materialtyp	Markenname	Inhaltsstoffe	Verwendung
Reiner Portland Zement	• Medizinischer Portland Zement®	Portland Zement	Milchzahnpulpotomie Überkappungen, bleibende Zähne
MTA 1. Generation	• ProRoot® • MTA Angulus® • Ledermix MTA®	Portland Zement Bismutoxid	Ganze Endodontie Milchzahnpulpotomie (≠Traumatologie)
MTA 2. Generation	• Medcem MTA™	Portland Zement Zirkonium	Endodontie Milchzahnpulpotomie Traumatologie
MTA-Klone	• Biodentine® • EndoSequence • RootRepair® • „TriCalciumSilicat“ • EndoCPM® • IRoot-SP® • CEM® • NEC® • MTA Plus™ • MTA CEM™	• Portland Zement oder Fraktionen von Portland Zement • Verschiedenste Zusätze, um Konsistenz und Härtung zu beeinflussen, Kontrastmittel	Endodontie Milchzahnpulpotomie Traumatologie Indikation je nach Material verschieden

Übersicht zu den auf dem Markt erhältlichen MTA-Materialien (Liste unvollständig).

minfluoride mit nachfolgender Abdeckung mit Glasionomerzement versprechen eine gewisse Karies-Einschließung. Wesentlich innovativer und vom Therapieansatz auf die optimale Substanzerhaltung gezielt sind kariesregenerative Behandlungsmethoden. Aktive, synthetische Peptide (z. B. Curodont) versprechen vielleicht in der Zukunft, initiale Karies aktiv zu remineralisieren.[25,27,33]

Die Materialien

Die im Folgenden aufgezählten Medikamente werden als Überkappungs-, Amputations- und Wurzelfüllungsmaterialien bei der Milchzahnendodontie klinisch eingesetzt.

Formokresol

Jahrzehntelang waren formokresolhaltige Lösungen oder Zemente die Materialien der Wahl. Heute wird empfohlen, aldehydhaltige (Glutaraldehyd) oder formokresolhaltige Präparate aufgrund ihrer mutagenen und kanzerogenen Eigenschaften nicht mehr bei Pulpotomien einzusetzen.[2,8,9,20]

Eisen-III-Sulfat

Eisensulfat wird als Medikament zur Erstversorgung amputierter Pulpen eingesetzt. Die Wirkung von Eisensulfatlösungen beruht auf einer Ausfällungsreaktion. Kommen Blut und Eisensulfat in Kontakt, setzt die Blutgerinnung ein und es bilden sich Blut/Eisensulfatkomplexe. Diese lagern sich in den Blutkapillaren ab und verschließen die Gefäße der Pulpa. Eisensulfat wirkt aufgrund seiner starken Blutstillung bei entzündeten Pulpen deutlich „maskierend“. Es wird diskutiert, ob eine optimale Pulpaversorgung nicht ganz ohne das Eisensulfat auskommen kann.[20,29]

Zinkoxid-Eugenol-Zemente

Es wird häufig empfohlen, nach der Blutstillung eine Amputationswunde mit einem ZnO-Eugenol-Zement zu überdecken. Untersuchungen zeigen bei solch überdeckten Pulpen klinische Erfolge mit Sekundärdentinbildungen und partielles Dentinbridging. Es werden aber auch häufig Misserfolge mit chronischen Pulpaentzündungen und hydrolytische Auflösungserscheinungen beschrieben.[16,20,29]

Kalziumhydroxid

Mit $CaOH_2$ überkappte Zähne zeigen häufig unphysiologische Resorptionserscheinungen. Dies vor allem, wenn bereits Entzündungszellen in der Wurzelpulpa angesiedelt waren. Die besten Ergebnisse lieferten $CaOH_2$-Amputationen bei strengster Indikationsstellung und der Reduktion auf Amputationen bei möglichst gesunden Pulpen. $CaOH_2$ induziert im Idealfall die Bildung von Hartgewebsbrücken unter einer ätznekrotischen verflüssigten Zwischenschicht. Das darunter liegende Pulpagewebe zeigt jedoch häufig pathologische Veränderungen in den angrenzenden Zellschichten.[10,23]

Kalziumhydroxid-Jodoform

Kalziumhydroxid-Jodoformpasten (z. B. Vitapex®) werden vor allem bei der Milchzahnpulpektomie als Wurzelfüllmaterial eingesetzt. Bei dieser Behandlung müssen die eingesetzten Materialien dem temporären Charakter der Milchzähne Rechnung tragen und gut resorbierbar sein. Es gibt keine Studien über den Einsatz von Kalziumhydroxid-Jodoformpasten bei Milchzahnpulpaamputationen. Als biokompatibles Wurzelfüllmaterial sind die Eigenschaften von Kalziumhydroxid-Jodoformpasten belegt, aufgrund seiner Resorbierbarkeit scheint aber ein stabiler bakteriendichter Verschluss der Amputationswunde mit diesem Material nicht gegeben.[16,29,30]

Portland Zement/MTA

Mineral Trioxid Aggregate (MTA) sind Portland Zemente (PZ) mit einem Zusatz von Bismutoxid. Sie werden seit 1993 mit großem Erfolg in der Endodontie eingesetzt. PZ-Pulver besteht aus Trikalziumsilikat, Trikalziumaluminat, Trikalziumoxid, Siliziumoxid und anderen Oxiden. Bei den für die Zahnmedizin kommerziell angebotenen MTA-Produkten der ersten Generation (ProRoot®, MTA Angulus®) wird Bismutoxid (Bi_2O_3) als Röntgenkontrastmittel zugesetzt.[1,14,26,31]

Unter Zusatz von Wasser entsteht aus dem Pulver ein kolloidales Gel, welches vor allem Kalziumhydroxid (CH) und Kalziumsilikathydrat (CSH) enthält. Dieses Gel verfestigt sich in circa drei Stunden zu einer kristallinen Matrix mit CH-Einschlüssen. PZ/MTA zeigt neben seiner Eigenschaft, im feuchten Milieu auszuhärten, hervorragende biologische Eigenschaften.[31] Dabei werden in der Pulpa bei di-

rektem Kontakt Mineralisationen angeregt und Hartgewebsbrückenbildung induziert.
Das erste MTA (grau) verursachte deutliche Verfärbungen der Zahnhartsubstanz und wurde aus diesem Grund durch weißes MTA ergänzt. Jedoch zeigt auch dieses MTA Farbveränderungen beim Abbinden.[3,21] MTA-Materialien durchlaufen im Großen und Ganzen die gleichen Abbindemechanismen wie das Ausgangsmaterial PZ.
Die Farbstabilität, Rand- und Bakteriendichtigkeit und weitere chemische und physikalische Eigenschaften werden jedoch durch das Bismutoxid verändert, meist sogar verschlechtert. Die biologischen Eigenschaften von reinem PZ und MTA unterscheiden sich nur wenig voneinander.[19,22,26]
Seit 1999 werden MTA-Materialien mit großem Erfolg auch in der Kinderzahnheilkunde als Medikament zur Deckung von Pulpaamputationswunden eingesetzt. Aufgrund seines hohen Preises ist MTA nur bedingt für die Milchzahnendodontie einsetzbar. MTA kann aber in der Milchzahnendodontie sehr gut durch reinen PZ ersetzt werden. In seiner Abbindephase gibt es genau wie eine Kalziumhydroxidpaste Kalziumhydroxidionen ab. Dies aber nur während einiger weniger Stunden und in deutlich geringeren Mengen.
Durch die Aushärtung des PZ wird das Kalziumhydroxid in der kristallinen Zementmatrix eingeschlossen, und zurück bleibt eine biokompatible Oberfläche, welche für anliegende vitale Pulpazellen wachstumstimulierend wirkt. Eine nekrotische Zwischenschicht zwischen Pulpa und Amputationsmaterial, wie beim Kalziumhydroxid, entsteht hier nicht. Die angrenzenden Bereiche der Pulpa bleiben entzündungsfrei, vital und frei von Zellmutationen. MTA-Materialien der 2. Generation ersetzen das verfärbende Bismutoxid durch das farbstabilere Zirkonium.[4,5,26,32]
MTA-Klone sind PZ-Materialien mit einer Vielzahl von verschiedenen Zusatzstoffen, welche alle das Handling und das Abbindeverhalten des PC verbessern sollen. Ebenso wurde bei manchen MTA-Klonen das Bismutoxid als Röntgenkontrastmittel durch das farbstabilere Zirkonium ersetzt (Biodentine). Jeder Zusatzstoff zum PC verringert allerdings die hervorragenden biologischen Eigenschaften dieses Materials.[26]

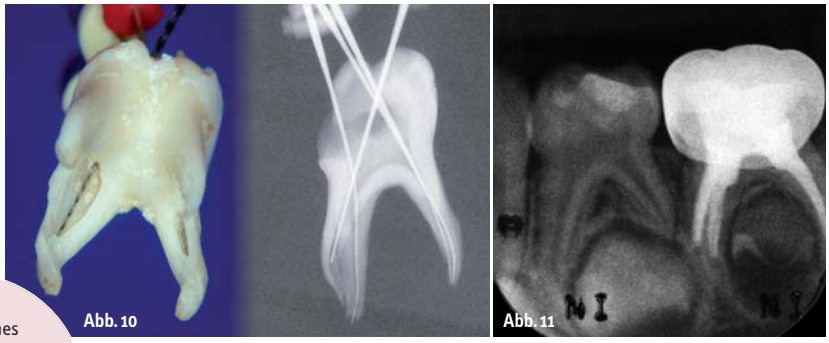

Abb. 10: Anatomie eines Milch-5ers, welche den Gebrauch von Wurzelbehandlungsinstrumenten verbietet. – **Abb. 11:** Zahn 75 mit Vitapex-Wurzelfüllung.

Weitere mögliche Pulpabehandlungen

Überdeckungen von Pulpawunden mit Adhäsivsystemen, Morphogenetic Proteins, Transforming Growth Factor oder Schmelzmatrixproteinen (Emdogain®) stehen alle noch in einer experimentellen Phase der Entwicklung, und die klinische Verwendbarkeit dieser Materialien muss im Moment zurückhaltend bewertet werden. Erste Versuche mit regenerativen endodontischen Protokollen (z. B. Triple Antibiotikapasten, 3Mix-MP) haben bei Milchzähnen stattgefunden. Ob diese regenerativen Ansätze bei Milchzähnen überhaupt sinnvoll sind oder ob beim Einsatz von Antibiotikapasten nur Infektionen unterdrückt werden, ist zu diskutieren.[29,30,33]

Endversorgung

Wichtig für den Erfolg einer endodontischen Behandlung eines Milchzahnes ist die anschließende definitive koronale Restauration.
Ein bakteriendichter Verschluss der Pulpotomiestelle sowie eine genügende Stabilisierung des restaurierten Zahnes sind entscheidend für den Erfolg einer solchen Behandlung. Ein bakteriendichter Verschluss wird bereits bei der Abdeckung einer Amputationswunde mit PZ/MTA erreicht.
Die Stabilität muss eine Versorgung mit einer Stahlkrone oder einer Füllung liefern. Nicht genügend Stabilität liefern provisorische Füllungsmaterialien. Amalgam- und Glasionomerzementfüllungen liefern ausreichende Ergebnisse. Adhäsivsysteme steigern die Stabilität solcher Restaurationen signifikant. Versorgungen mit konfektionierten Stahlkronen weisen die höchsten Erfolgsraten auf, werden aber zusehends durch die ästhetisch überlegenen Komposit-Adhäsivsysteme verdrängt.[16,29,30]

Schlussfolgerungen

Die im Rahmen des Seminars dargestellten Behandlungsmethoden und Materialien stellen die Anwender in der Klinik vor einige Herausforderungen. Die richtige Auswahl eines Therapiekonzepts sowie die richtige Materialwahl sind nicht einfach. Auch der ständige Fluss der wissenschaftlichen Erkenntnisse macht es nicht einfacher, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Diese Zusammenfassung gibt nur einen kurzen Überblick zu den Themen und Materialien, welche im Seminar dargestellt wurden.
Für genaue Informationen sei auf die umfangreiche Fachliteratur verwiesen. Mit entscheidend zu einer erfolgreichen Therapie in der Milchzahnendodontie gehört ein gutes Verständnis der medizinischen Vorgänge rund um die Milchzähne. Für eine gute Behandlung ist es auch von entscheidender Bedeutung, dass die Endodontie bei Milchzähnen der gleichen seriösen wissenschaftlichen Grundlage wie die der Endodontie bleibender Zähne bedarf.

Literatur

kontakt

Dr. med. dent. Richard Steffen
E-Mail: richard.steffen@zzm.uzh.ch

Dr. med. dent. Hubertus van Waes
Klinik für Kieferorthopädie und Kinderzahnmedizin,
Zentrum für Zahnmedizin,
Universität Zürich
Plattenstr. 11
8032 Zürich
Schweiz
E-Mail:
hubertus.vanwaes@zzm.uzh.ch