An dentale Werkstoffe werden hohe Ansprüche gestellt, besonders an solche Materialien, die unmittelbaren Zellkontakt haben. Eine kleinflächige okklusale Füllung wird vermutlich eine andere Reaktion im menschlichen Körper auslösen als der retrograde Verschluss im Rahmen einer Wurzelspitzenresektion. Beide Materialien sollten zumindest biokompatibel sein und mit ihrer Volumenstabilität verhindern, dass es zu einer Reinfektion durch Bakterien kommt. Einen Schritt weiter wollen kalziumsilikatbasierte Materialien gehen, die nicht nur biologisch kompatibel sind, sondern vielmehr durch ihre Bioaktivität gezielt Zellwachstum fördern sollen.

Dr. Andreas Simka
[Infos zum Autor]

Literatur

Einsatz kalziumsilikatbasierter Materialien in der Endodontie

Dr. Andreas Simka

Die Art der endodontischen Behandlung bestimmt häufig die Art des zu verwendenden Werkstoffs. Der Zahnarzt hat inzwischen eine große Auswahl an verschiedenen Materialien. Jene auf Basis von Kalziumsilikat sollen mit ihren biokompatiblen Eigenschaften das Zellwachstum fördern. Damit wird dem endodontisch tätigen Behandler ein Material an die Hand gegeben, das insbesondere bei traumatisch, iatrogen oder entzündlich bedingten Situationen zum Einsatz kommt. Dieser Artikel soll einen Überblick über einige kalziumsilikatbasierte Werkstoffe geben, deren Anwendung beleuchten und Indikationen aufzeigen, wann welches Material sinnvoll eingesetzt werden kann.

Als synonymer Begriff für kalziumsilikatbasierte Materialien wird oft auch die Bezeichnung „biokeramisch" verwendet. Ein Vorreiter in der Entwicklung und Erforschung solch biokeramischer Werkstoffe war die Forschergruppe um Prof. Mahmoud Torabinejad in den 1990er-Jahren. Die Wissenschaftler untersuchten die Eigenschaften von MTA (Mineral Trioxid Aggregat) und verglichen diese in Versuchen mit denen anderer endodontischer Werkstoffe. Insbesondere im Rahmen eines apikalen Verschlusses ist der bakteriendichte Verschluss zur Verhinderung einer Reinfektion des Wurzelkanalsystems von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Behandlung (Abb. 1–3).[1] In der Studie von Prof. Torabinejad et al. zeigte MTA im Vergleich zu anderen Werkstoffen das höchste Abdichtungsvermögen.[2]

Bleibt man bei der Therapieform des apikalen Verschlusses, kommt man nicht umhin, die Frage nach der Zelltoxizität oder Mutagenität dentaler Materialien zu stellen. Die große Kontaktfläche, die aus einer Wurzelspitzenresektion resultiert oder im Rahmen eines entzündlichen Prozesses mit konsekutiver Resorption im Apexbereich entsteht, macht eine Zellinteraktion unumgänglich. Die Grundbestandteile von MTA sind Kalziumsilikat, Trikalziumaluminat und Kalziumoxid. Die Studiengruppe um Collado-Gonzalez et al. untersuchte 2017 die Zytotoxizität verschiedener Wurzelkanalsealer auf humane Paro-

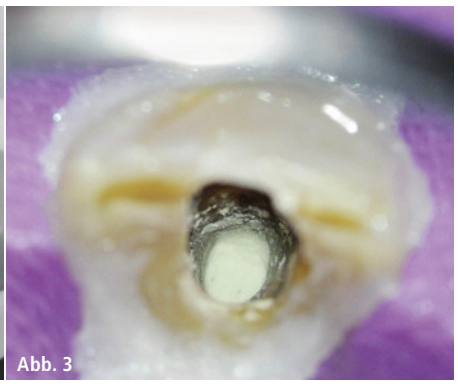


Abb. 1: Zahn 21 mit ausgedehnter apikaler Osteolyse, Zahn nach Trepanation. – **Abb. 2:** Zustand nach apikalem Verschluss mit ProRoot MTA® in einer Schichtstärke von ca. 4 mm. – **Abb. 3:** Zustand nach apikalem Verschluss mit ProRoot MTA®, intraoperative Ansicht.

ENDODONTIE.
UND NOCH VIEL MEHR.

Multifunktions-Ultraschallgerät für grenzenlose Einsatzmöglichkeiten dank eines unerschöpflichen Aufsatzsortiments für Scaling, Paro, Endo und Restauration/Prothetik.

Varios 970
iPiezo engine®

AKTION
jetzt inkl.
2. Handstück

NSK

CREATE IT.

NSK Europe GmbH

TEL.: +49 (0)6196 77606-0 FAX: +49 (0)6196 77606-29
E-MAIL: info@nsk-europe.de WEB: www.nsk-europe.de

* Aktion gültig bis 31. Dezember 2019

dontalligament-Stammzellen (hPDLS).[3] Untersucht wurde die Reaktion dieser Stammzellen auf direkten Kontakt unterschiedlicher Sealer auf MTA-Basis sowie dem auf Epoxidharz basierten Sealer AH Plus® (Dentsply Sirona). Die Fragestellung der Studie war, ob das in den MTA-basierten Sealern enthaltene Kalziumsilikat für die Toxizität verantwortlich ist. Die Ergebnisse zeigten, dass die höchste Zellüberlebensrate insgesamt bei den biokeramischen Sealern zu finden waren. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass andere Bestandteile als Kalziumsilikat für die Zytotoxizität verantwortlich sein mussten.
Zu ähnlichen Ergebnissen kamen weitere Studien, die den Einfluss von aktuellen Sealern auf hPDLS untersuchten.[4,5] AH Plus® schnitt diesbezüglich im Vergleich zu den kalziumsilikatbasierten Sealern schlechter ab. Dabei zeigte sich, dass der Sealer auf Epoxidharzbasis die höchste Zelltoxizität innerhalb der ersten 24 Stunden, also während der Abbindephase, aufweist. Nach diesen 24 Stunden ist der Sealer jedoch biologisch inert.[6] Trotz dieses verhältnismäßig schnellen Umschwungs von toxisch zu neutral sollte durch entsprechende Aufbereitungs- und Obturationstechniken ein Überpressen des Materials möglichst vermieden werden. Eine Extrusion des Sealers kann allerdings nicht vollständig ausgeschlossen werden, möchte man insbesondere Seitenkanäle oder das apikale Delta zuverlässig versiegeln (Abb. 4).

Vor- und Nachteile kalziumsilikatbasierter Zemente

Die Einsatzgebiete kalziumsilikatbasierter Zemente sind der Perforationsverschluss, der apikale Verschluss stark erweiterter apikaler Foramina bzw. der retrograde Verschluss nach Wurzelspitzenresektion sowie die direkte Pulpaüberkappung.[7] Die Erfolgsraten in der apikalen Chirurgie liegen zwischen 83,6 Prozent[8] und 92,5 Prozent[9]. Hier spielt dieses Material seine chemischen und physikalischen Vorteile aus. Neben der hohen Biokompatibilität[4,5] tolerieren kalziumsilikatbasierte Zemente nicht nur Flüssigkeiten (z. B. Blut), sondern benötigen sogar ein feuchtes Milieu, um auszuhärten.[10,11] Dennoch unterliegen biokeramische Materialien einer gewissen Löslichkeit. Diese wurde u. a. 2014 von der Studiengruppe um Gandolfi et al. untersucht.[12] Dabei zeigten die getesteten Materialien Löslichkeitswerte zwischen 12 und 38 Prozent. Durch Körperflüssigkeiten und die darin enthaltenen Proteine wird auch gleichzeitig die Abbindezeit der eingesetzten Materialien beeinflusst. Es resultiert eine verzögerte Aushärtung.[13] Im Schnitt dauert es bis zu 170 Minuten, bis die meisten biokeramischen Zemente vollständig abgebunden haben.[13–15] Bei ProRoot MTA® (Dentsply Sirona) z. B. dauert es bis zu drei Stunden.[12] Im Gegensatz dazu härtet Biodentine™ (Septodont) innerhalb von zwölf Minuten aus. Der behandelnde Zahnarzt muss dies in seine Überlegungen miteinbeziehen und entscheiden, ob die vollständige Wurzelfüllung gleichzeitig mit dem Einsatz eines keramischen Zements abgeschlossen werden kann. Dabei muss er überlegen, ob die kürzere Abbindezeit des Biodentine™ ausreicht, um das angestrebte Therapieziel zu erreichen. Im Rahmen einer Perforationsdeckung kann der Abschluss der Behandlung simultan zur Deckung der Perforation durch das Versiegeln des biokeramischen Zements realisiert werden.

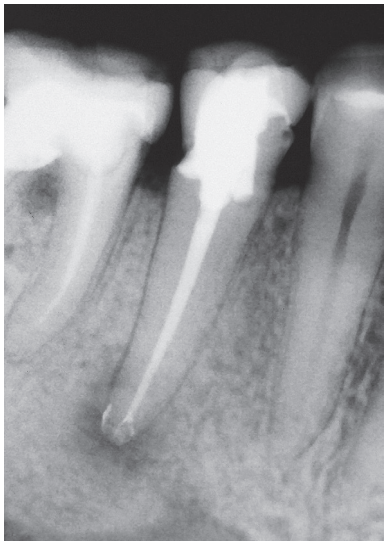


Abb. 4: Zahn 45 mit Extrusion von AH Plus® im Bereich des apikalen Deltas, Zustand vor prothetischer Neuversorgung.

Fallbeispiele

Bei der endodontischen Therapie des Zahns 45 fiel die insuffiziente Wurzelfüllung mit Verdacht einer Osteolyse im Bereich der Furkation an Zahn 46 auf (Abb. 5). Der inserierte Stift im distalen Kanal sowie die sehr umfangreiche Füllung im koronalen Bereich der distalen Wurzel legten den Verdacht einer Perforation im Furkationsbereich nahe. Nach Zugang, Stiftentfernung und vorsichtiger sonoabrasiver Entfernung der plastischen Verschlussmaterialien zeigten sich zwei kleine punktförmige Perforationen am Boden der Furkation (Abb. 6). Die Perforationsstellen wurden ausgiebig mit Natriumhypochlorit (3 %) gespült, mit ProRoot MTA® abgedeckt und anschließend mit einem Bulk-Fill-Material versiegelt (Smart Dentin Replacement – SDR®, Dentsply Sirona). Die Messaufnahme und das Kontrollröntgenbild zeigten den Perforationsverschluss (Abb. 7–9). Die für das Abbinden des biokeramischen Zements benötigte Feuchtigkeit wurde dabei aus der Perforationsstelle gezogen. Alternativ wäre der Einsatz eines feuchten Schaumstoffpellets und der provisorische Verschluss möglich.
In der Folgebehandlung war der Zement vollständig ausgehärtet und die Therapie konnte finalisiert werden. Aus klinischen sowie forensischen Überlegungen spielt die Röntgenopazität in der Endodontie eine wichtige Rolle. Nur dadurch lässt sich beim apikalen Verschluss die korrekte Lage des „Plugs" beurteilen und gegebenenfalls korrigieren. Um den Röntgenkontrast zu erhöhen, wurde bei einigen biokeramischen Zementen Bismuthoxid hinzugefügt. Ein Nachteil daran ist, dass es durch das Bismuthoxid zu Diskolorationen kommt, was insbesondere im Bereich der Frontzähne zu starken ästhetischen Einschränkungen führen kann.[16,17] Dabei reagiert das Kollagen im Dentin mit dem Bismuthoxid. Das Resultat ist eine gräuliche Verfärbung des Zahns.[18] So enthält White MTA (Tulsa Dental Products) beispielsweise 21,6 Prozent Bismuthoxid.[19] Um den daraus resultierenden Verfärbungen entgegenzuwirken,

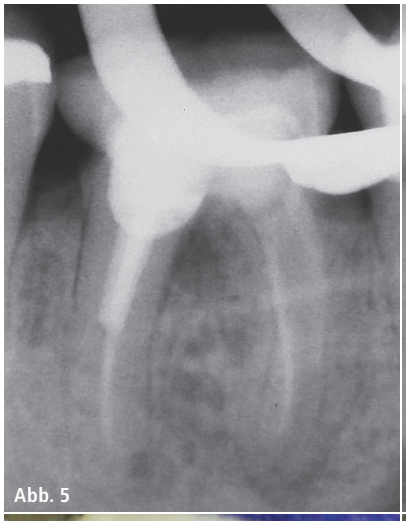


Abb. 5

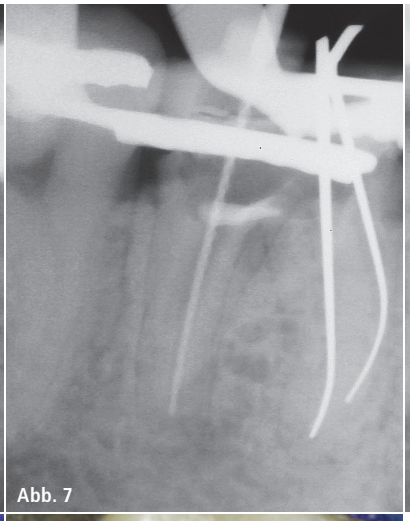


Abb. 7

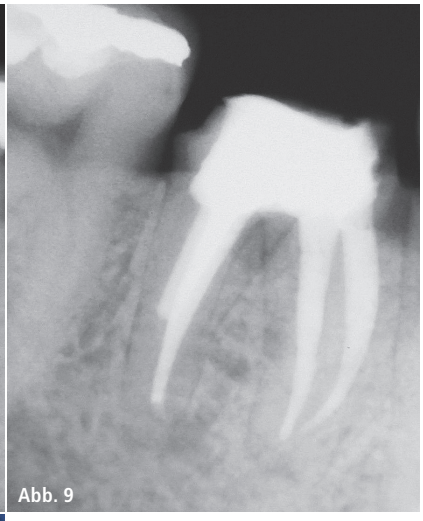


Abb. 9

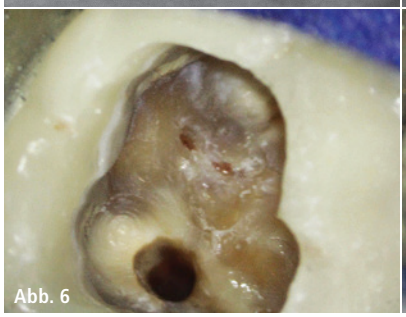


Abb. 6

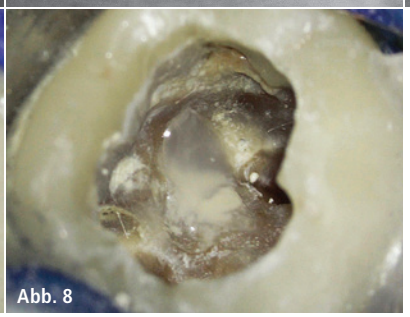


Abb. 8

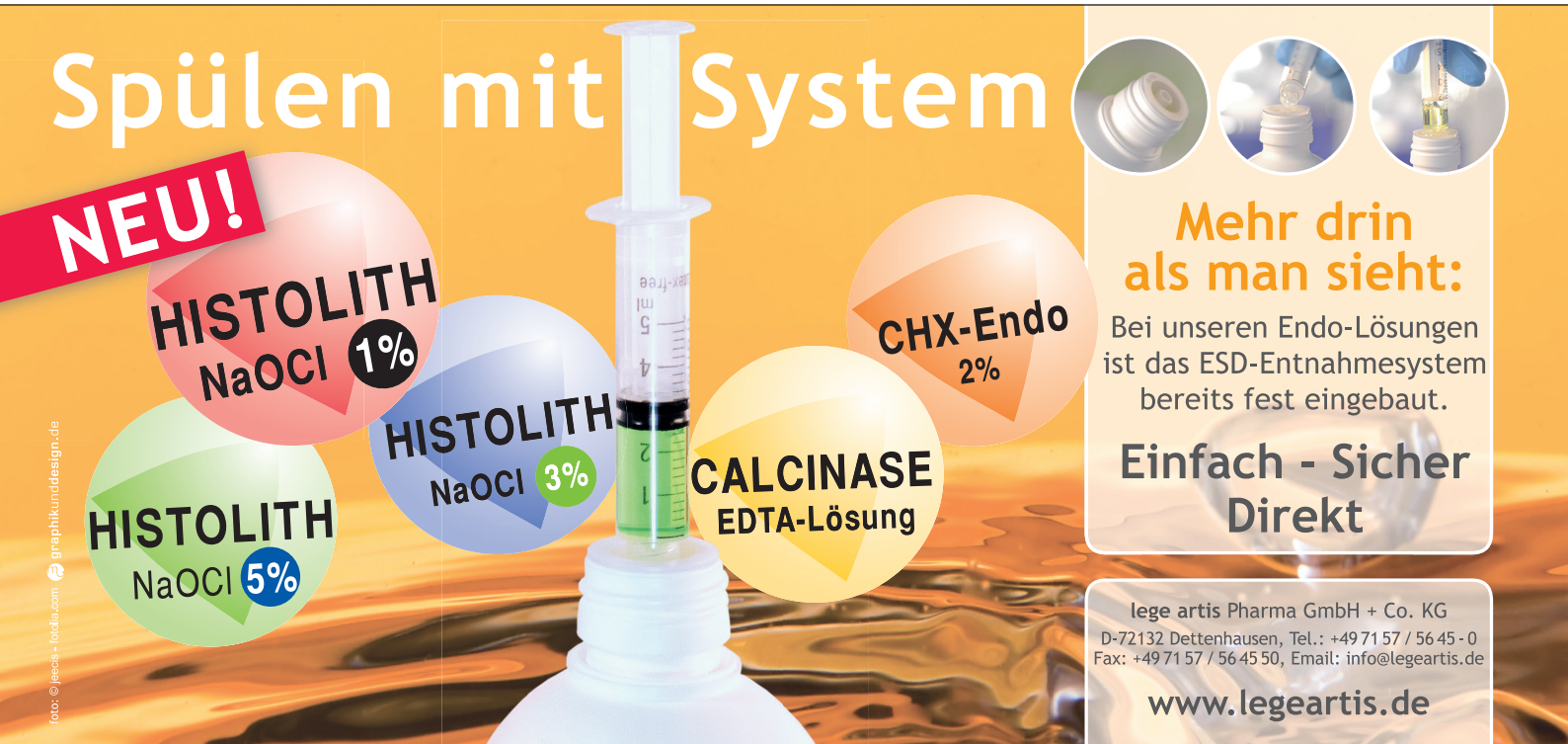
Abb. 5: Zahn 46 mit insuffizienter Wurzelfüllung, distalem Stift und interradikulärer Osteolyse. – **Abb. 6:** Intraoperativer Zustand, punktförmige Perforationen im Bereich des Pulpenbodens. – **Abb. 7:** Messaufnahme mit Darstellung des Perforationsverschlusses. – **Abb. 8:** Perforationsverschluss intraoperativ, Verschluss mit ProRoot MTA®, Versiegelung mit SDR®. – **Abb. 9:** Kontrollaufnahme der abgeschlossenen Revisionsbehandlung.

wurden die Zusammensetzungen der biokeramischen Zemente modifiziert. Bei ProRoot MTA White® wurde auf Aluminiumferrit verzichtet, das beim ProRoot MTA Grey® noch zum Einsatz kam und dem Material seine graue Farbe verlieh.[20] Damals ging man davon aus, dass das enthaltene Eisen für die Verfärbungen verantwortlich sei. Die zusätzliche Verfärbung des Zahns durch die graue Farbe des Zements selbst wurde damit bereits reduziert. Bei Biodentine™ hingegen wurde vollständig auf Bismuthoxid verzichtet und stattdessen Zirkonoxid für die Röntgenopazität hinzugefügt. Die Studie von Marconyak et al. zeigte bezüglich Diskolorationen, dass es unter der Anwendung von Biodentine™ zu deutlich weniger Verfärbungen kam als bei der Anwendung von weißem oder grauen ProRoot MTA®.[21]

Die Eigenschaft dieser Materialien, Zähne zu verfärben, muss der Behandler in seine Überlegungen miteinbeziehen. Dabei ist sicher auch der Einsatzort entscheidend. Eine Diskoloration der Krone beim Einsatz von biokeramischen Materialien in der apikalen Chirurgie ist eher unwahrscheinlich.

Kommen wir erneut auf den notwendigen Röntgenkontrast während der Nutzung dieser dentalen Werkstoff-

ANZEIGE



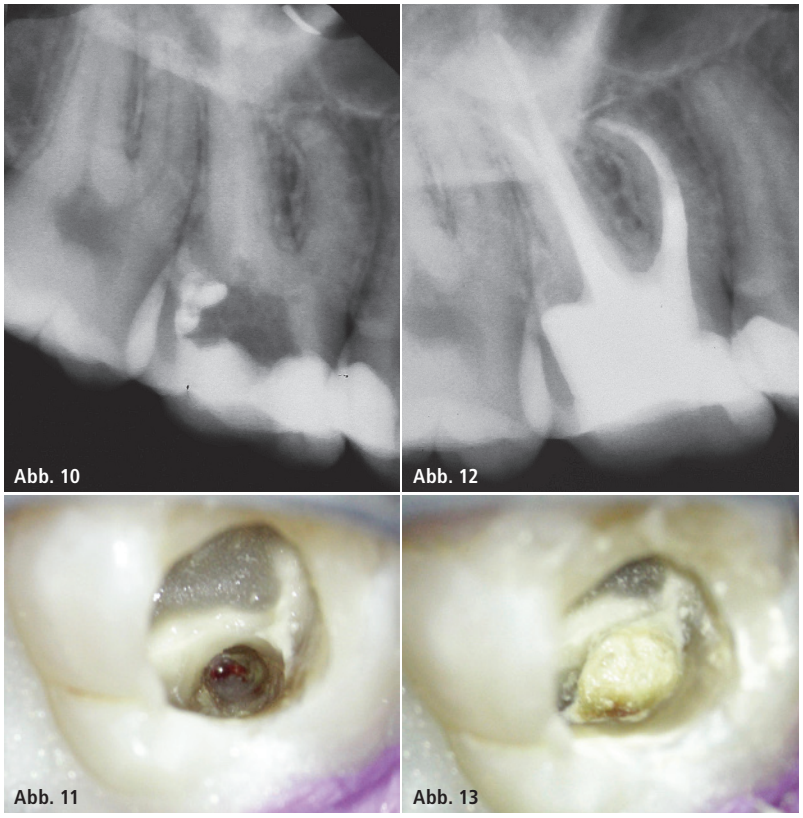


Abb. 10: Zahn 16 mit Perforation im Übergang zum distalen Pulpenboden. – **Abb. 11:** Intraoperative Darstellung der Perforation nach Reinigung. – **Abb. 12:** Zustand nach Wurzelfüllung und Perforationsdeckung, deutlich reduzierter Röntgenkontrast des biokeramischen Zements. – **Abb. 13:** Intraoperativer Zustand direkt nach Perforationsdeckung.

klasse zurück. Autoren verschiedener Studien zeigten unterschiedlich starke Röntgenkontraste, vergleicht man Biodentine™ mit biokeramischen Werkstoffen, welche Bismuthoxid enthalten.[22–24] Beim folgenden Fall wurde die Patientin aufgrund einer großflächigen Perforation im Bereich des distalen Pulpenbodens an Zahn 16 überwiesen (Abb. 10 und 11). Nach vollständiger Wurzelkanalbehandlung sowie ausgiebigem Spülen der Perforation mit Natriumhypochlorit (3 %) wurde die Perforation mit Biodentine™ gedeckt und anschließend adhäsiv verschlossen (Abb. 12 und 13). Dabei zeigt die Kontrollaufnahme zwar den Bereich der Perforationsdeckung, allerdings nicht sehr kontrastreich, was sich mit den Studienergebnissen von Lucas et al. und Tanalp et al. deckt.[22,23] Wichtig ist es, den Patienten über den reduzierten Röntgenkontrast aufzuklären, um Fehlinterpretationen anderer Behandler zu vermeiden, die keine Kenntnis über den vorangegangenen Einsatz von Biodentine™ haben.

Entscheidend für den Gebrauch biokeramischer Werkstoffe ist zudem das Handling. Insbesondere bei den Zementen, die man per Hand anmischen muss, ist es nicht immer ganz einfach, das richtige Mischverhältnis zu erreichen. Zudem trocknen die Materialien schnell wieder aus, was die Anwendung zusätzlich erschwert. Das wiederholte Arbeiten mit solchen Werkstoffen und ein damit erfahrenes Team reduzieren den Aufwand erheblich. Etwas einfacher in der Anwendung ist ein Kapselsystem, wie es beispielsweise bei Biodentine™ zu finden ist. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist die Anwendung solch biokeramischer Materialien ein nicht zu unterschätzender Posten – insbesondere, wenn man das zu verwerfende Material berücksichtigt, das zwangsweise anfällt, unabhängig vom verwendeten System. Die Menge, welche der Behandler letztendlich benötigt, um beispielsweise eine Perforation zu decken, ist vergleichsweise gering. Zudem bedarf es weiterer Instrumente um den Zement sicher und gezielt zu platzieren. Diese Therapieform ist zeit-, kosten- und techniksensitiv, bringt allerdings hohe Erfolgsquoten[8,9], wenn die Materialien richtig zum Einsatz kommen.

Fazit für die Praxis

Biokeramische Materialien haben ihre klaren Indikationen in der Zahnmedizin. Insbesondere im Bereich der Perforationsdeckungen, der apikalen Chirurgie, der orthograden Revision mit apikalem Verschluss sowie der direkten Pulpaüberkappung spielen sie ihre biologischen, chemischen und physikalischen Vorteile aus.[7] Steht man nun vor der Entscheidung, solche Materialien in der eigenen Praxis anzuwenden, hilft es eventuell, sich folgende Punkte zu überlegen:

- Kann der Einsatz biokeramischer Zemente aus Zeit- und Kostengründen effizient in den Behandlungsalltag integriert werden (Bevorratung eines oder mehrerer verschiedener biokeramischer Materialien, Integration in den Behandlungsablauf etc.)?
- Habe ich eine ausreichend hohe Zahl an Behandlungen, um das Team im Umgang mit diesem Material zu schulen und in Übung zu halten (z. B. WSR mit retrogradem Verschluss, Perforationsdeckungen etc.)?
- Besitze ich die apparative Ausstattung (z. B. ausreichend hohe Vergrößerung der Lupenbrille, ggf. mit Lichtquelle bzw. ein Dentalmikroskop)?

Kontakt
Dr. med. dent. Andreas Simka
Bundeswehrkrankenhaus Hamburg
Abteilung XXIII, Zahnmedizin
Lesserstraße 180, 22049 Hamburg
andreassimka@bundeswehr.org

Wurzelaufbausystem Endofix® plus

info@atec-dental.de | www.atec-dental.de

- Optimiertes Design in Anlehnung an die Bionik für **zuverlässige und langlebige** Funktion
- Titan-Aluminium-Niob-Legierung für **hohe** Biokompatibilität und Festigkeit
- Modulares System für vielseitige Indikationsabdeckung mit nur **einem** System
- Mehr als **25 Jahre** erfolgreiche Anwendung in der Zahnmedizin

atec Dental GmbH