

Von dynamischer Navigation bis zu Zirkonkronen im Milchgebiss

Innovative Behandlungsmöglichkeiten in der konservierenden und restaurativen Zahnheilkunde

Prof. Dr. med. dent. Karin C. Huth, MME, und
Dr. Maximilian Kollmuß, München

In diesem Artikel stellen wir Ihnen einige neue Behandlungsoptionen aus verschiedenen Bereichen der Zahnmedizin vor. Dabei kommen sowohl neueste Erkenntnisse aus der regenerativen Zahnmedizin als auch digitale Verfahren basierend auf der dreidimensionalen Erfassung von anatomischen Strukturen und Bewegungen zur Sprache. Dies ermöglicht individuelle, minimal-invasive Behandlungsprotokolle.

Dynamische Echtzeitnavigation

Als Erstes soll die dynamische Echtzeitnavigation beleuchtet werden, die nicht nur für die dentale Implantologie, sondern auch im Bereich der Endodontologie und der Wurzelspitzenresektion nutzbar gemacht werden kann. Ursprünglich kommt diese Technologie aus der Neurochirurgie, in der es für den Operateur ganz wesentlich darum geht, die Zielregion möglichst sicher ohne Verletzung anatomischer Nachbarstrukturen zu erreichen und dort unter Echtzeitkontrolle tätig zu werden (siehe z. B. brainlab.com). Mit der Einführung der dreidimensionalen dentalen Volumentomografie (DVT) kann heute auch in der Zahnmedizin die Implantatposition hinsichtlich anatomischer und prothetischer Aspekte genau geplant werden, was die Komplikationsrate durch Verletzung anatomischer Nachbarstrukturen oder einer schwierigen prothetischen Versorgung minimieren kann [1].

Basierend auf dem dreidimensionalen anatomischen Datensatz, kann die softwaregestützte Planung entweder mithilfe statischer Bohrschablonen oder mittels computergestützter dynamischer Navigationssysteme in die OP übertragen werden [2, 3]. Letztere haben unter anderem den Vorteil, dass kein zusätzlicher Oberflächenscan nötig ist, die Sicht und die Kühlung zu keinem Zeitpunkt eingeschränkt sind und intraoperativ Anpassungen an die Situation, die sich vielleicht in der Planungsphase anders dargestellt hat, unter Echtzeitkontrolle im anatomischen Datensatz möglich sind [4].

Es ist eine Reihe dynamischer Navigationssysteme auf dem Markt, unter anderem die Systeme Robodent (RoboDent GmbH), Navident (ClaroNav) und X-Guide (Nobel Biocare) und als neuestes das Denacam-System (mininavident AG). Neben dem DVT benötigt die Echtzeitnavigation eine stereoskopische Kamera, die die Position der Bohrer während der OP erfasst, einen Marker am Patienten in der Nähe der Zielregion, der von der Kamera erkannt und schon in der 3-D-Bildgebung erfasst wurde, sowie die Navigations-

software, die die anatomischen Daten und die Echtzeitposition des Instruments des Operateurs zur Deckung bringt und gleichzeitig die geplante Implantatposition anzeigt. Im Denacam-System sind die Kamera und der Marker im Vergleich zu den anderen dynamischen Navigationsgeräten miniaturisiert (Abb. 1). Der Bildschirm zeigt während der OP zeitgleich die Bohrerposition im dreidimensionalen Datensatz (sagittaler und/oder horizontaler Querschnitt) zusammen mit der Planung sowie einer Zielgrafik mit Informationen zur Abweichung des Bohrers beziehungsweise des Implantats von der Planung in Winkel, Tiefe und Eintrittspunkt (Abb. 2). In einem kürzlich erschienenen Fallbericht wird die Anwendung bei einer Implantation beschrieben [5].

Bisher wurde in diversen Fallberichten beziehungsweise -serien über die dentale Implantologie hinaus vom Einsatz vornehmlich der statischen Navigation (Bohrschablonen) für die Endodontologie berichtet, insbesondere für das Auffinden gerader obliterierter Wurzelkanäle oder Kanäleingänge, aber auch zur statisch navigierten Wurzelspitzenresektion in anatomisch kritischen Bereichen [6–8]. Zum Beispiel warb Dentsply Sirona jüngst mit den Sicat Accessguide-Bohrschablonen für die genannten Indikationen in der geführten Endodontologie. Jedoch ist bei einer solchen statischen Navigation zu bedenken, dass sowohl eine 2-D-Röntgenaufnahme als auch eine DVT-Aufnahme und ein Oberflächenscan nebst Softwareplanung nötig sind, was sicherlich Anlass gibt, das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu diskutieren.

Erstmals ist auf der Internationalen Dental-Schau (IDS) 2019 in Köln aufgefallen, dass auch ein Hersteller eines dynamischen Navigationssystems (Navident) für den Einsatz bei Wurzelkanalbehandlungen wirbt. Eine Literaturrecherche ergab in diesem Zusammenhang unter anderem einen Fallbericht [9], in dem zwei gerade obliterierte Wurzelkanäle einmal mit statischer Navigation und einmal mit dynamischer Navigation (X-Guide) therapiert und beide Verfahren verglichen wurden. Als Nachteile der Verwendung statischer Bohrschablonen für die Endodontie werden genannt,

dass das Einbringen von Bohrschablonen überlange Bohrer beispielsweise für die Trepanation nötig machen kann, wobei der okklusale Platz schnell knapp wird. Zudem seien die Bohrhülsen nicht für solche hohe Umdrehungszahlen geeignet, und bei mehr als einem Kanal pro Zahn seien viele Bohrhülsen auf engstem Raum nötig. Außerdem ist keine intraoperative Anpassung der Planung möglich.

Der Autor arbeitet dagegen für die Verwendung dynamischer Systeme Vorteile heraus. Es seien dafür keine überlangen

Bohrer vonnöten, die Bohrergeschwindigkeit sei nicht eingeschränkt und es gebe keinen Zeitverlust durch die Herstellung der Schablonen. Ferner seien multiple, in Echtzeit kontrollierbare Bohrungen auf engstem Raum ebenso möglich wie eine intraoperative Anpassung der Behandlungsplanung.

Wir sind gespannt, ob sich die dynamische Navigation in diesen endodontischen Behandlungsfällen einen Namen machen kann; interessant ist diese Möglichkeit für das Behandlungsportfolio allemal.

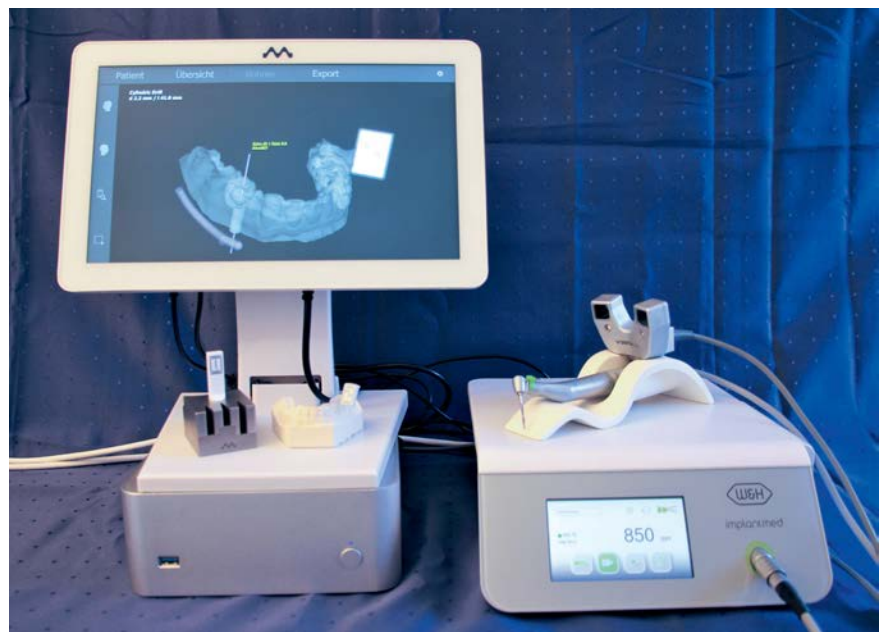


Abb. 1 Aufbau des Denacam-Systems. Links: Denacam Computer mit Bildschirm sowie Bohrer, Registrierblock und einem Gipsmodell, das den miniaturisierten intraoralen, keramischen Marker auf der Gegenseite der geplanten Implantation regio 45 zeigt. Über einen USB-Port kann die DVT-basierte Implantatplanung in das System geladen werden (sogenannte „digitale Bohrschablone“). Rechts: chirurgisches Winkelstück mit magnetisch aufgesetzter stereoskopischer Kamera und Chirurgiemotor

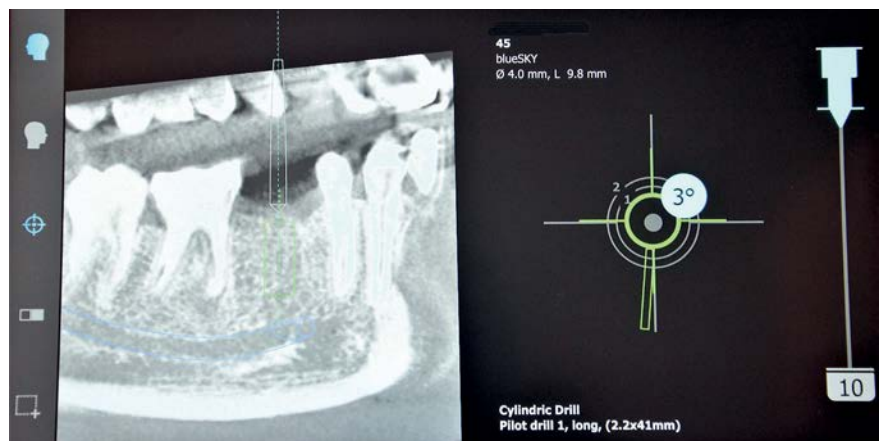


Abb. 2 Denacam-Bildschirm, links sagittaler Querschnitt der OP-Region, rechts Zielgrafik mit Angabe der Abweichung von der Planung in Winkel (°) und Eintrittspunkt (Fadenkreuz) sowie Angabe der Tiefe während der Bohrung (blau hier z. B. 0 mm in der Tiefe gebohrt, 10 mm ist die geplante Solltiefe)



Abb. 3 Scanbody für die digitale Abformung mittels Intraoralscanner (Straumann)

Abb. 4 Additiv hergestelltes Modell für eine Einzelzahn-Implantatkronen regio 36

Intraoraler Scan und 3-D-Druck

Auch im Bereich der digitalen Zahnheilkunde haben sich in den letzten Jahren einige Neuerungen ergeben. Dank immer präziser werdender intraoraler Scansysteme ist der Intraoralscan mittlerweile in vielen Situationen eine echte Alternative zur konventionellen Abformung geworden [10]. Insbesondere im Bereich der Implantatprothetik können diese Systeme ihre Vorteile ausspielen, da in diesem Gebiet mit fest definierten geometrischen Formen gearbeitet werden kann, die sich als optimal für die digitale Erfassung erwiesen haben. So sind für alle gängigen Implantatsysteme sogenannte Scan-Abutments erhältlich, die anstelle eines klassischen Abformpfostens für die digitale Abformung verwendet werden (Abb. 3).

Vonseiten des zahntechnischen Labors wurde bei dieser Fertigungsstrategie stets beklagt, dass bei einem reinen intraoralen Scan ohne konventionelle Abformung keine Arbeitsunterlage im Sinne eines Modells existiert. Für viele Situationen ist dies sicherlich nicht unbedingt erforderlich – allerdings erleichtert es viele Arbeitsschritte im zahntechnischen Labor. Seit einiger Zeit ist es möglich, aus den erfassten Oberflächendaten ein relativ kostengünstiges Modell mithilfe des 3-D-Druckverfahrens herzustellen. Als Materialien kommen dabei verschiedene Kunststoffpolymere zum Einsatz (Abb. 4).

Dieses additive Verfahren eignet sich allerdings nicht nur zur Herstellung von Arbeitsmodellen, sondern auch zur Herstellung von Aufbissschienen, individuellen Löffeln und Bisschablonen, Bohrschablonen für die Implantologie oder

auch zahnfarbenen Provisorien [11]. Auch in der Zahntechnik sind verschiedene Einsatzgebiete denkbar, so zum Beispiel das spannungsfreie Herstellen von Modellgussgerüsten aus einem vollständig verbrennbaren Kunststoff. Dieser kann im Anschluss an den Druck konventionell eingebettet und gegossen werden. Die Zeit für die Nachbearbeitung von so hergestellten Gerüsten verringert sich dank der besseren Passung deutlich. **Tabelle 1** zeigt eine Übersicht über einige derzeit auf dem Markt erhältliche 3-D-druckbare Materialien, aufgeteilt nach Einsatzgebieten.

So können mittels des 3-D-Druckverfahrens passgenaue zahntechnische Werkstücke im digitalen Workflow hergestellt werden. Dank der verhältnismäßig geringen anfallenden Kosten ist ein breiter Einsatz möglich: Waren zum Beispiel Bohrschablonen für eine vollnavigierte Implantation mit mehreren hundert Euro in der Vergangenheit ein recht großer Kostenfaktor bei der Aufstellung der Gesamtkosten, sind diese nun deutlich günstiger. Eine zwischen Zahnarzt und Zahntechniker abgestimmte Planung kann in jedem zahntechnischen Labor mit entsprechender Hard- und Softwareaus-

rüstung in eine gedruckte Bohrschablone überführt werden.

Auch in anderen Bereichen der Zahnheilkunde bietet sich der Einsatz des 3-D-Druckverfahrens an. Bei Bisserrhöhungen sind oftmals mehrere provisorische Versorgungen zum „Austesten“ der optimalen Bisshöhe sinnvoll und nötig. Wird ein solches Provisorium gedruckt, fallen auch dafür deutlich weniger Kosten an, als wenn eine konventionelle Fertigung erfolgt wäre. Daher können mit deutlich reduziertem Aufwand verschiedene Bisslagen oder -höhen getestet werden, was eine bessere Planbarkeit der definitiven Versorgung zur Folge hat.

Eine große Zahl unterschiedlicher Drucksysteme ist derzeit auf dem Markt erhältlich. Die zum Einsatz kommenden Materialien sind für die Verarbeitung in 3-D-Drucksystemen optimiert und werden in den meisten Fällen von den Herstellern der entsprechenden Drucker angeboten. Trotz der vielen Möglichkeiten besteht allerdings noch keine langfristige Erfahrung mit diesen neuen Materialien, was insbesondere bei Restaurationen eine Rolle spielt, die über eine längere Zeit in der Mundhöhle bleiben sollen. So sind bereits

Einsatzgebiet	Zulassung nach MPG	Beispielmaterialien
Modellherstellung	–	Model Resin (Formlabs), NextDent Model 2.0 (NextDent)
Schienenherstellung in Funktionstherapie und KFO	IIa	NextDent Ortho Clear (NextDent), Sheraprint ortho plus (Shera)
Vollständig verbrennbare Gerüstwerkstoffe	–	NextDent Cast (NextDent), Castable Wax Resin (Formlabs)
Kronen und Brücken	IIa	NextDent C&B MFH (NextDent), VarseoSmile Crown (Bego)

Tab. 1 Übersicht über verschiedene 3-D-druckbare Materialien

einige Materialien angekündigt, die eine Zulassung als Klasse-II-Medizinprodukt besitzen und somit für einen unbegrenzten Einsatz in der Mundhöhle zugelassen sind. Dazu sollte eine breitere wissenschaftliche Basis angestrebt werden, sowohl im Bereich der In-vitro-Testung als auch bei größeren klinischen Studien, die den langfristigen Erfolg dieser neuen Materialien untersuchen.

Digitale Kiefergelenkregistrierung

In der digitalen Zahnheilkunde ist in letzter Zeit zudem ein Trend zur Verschmelzung von verschiedenen Verfahren zu beobachten: So können mittlerweile mithilfe eines Scanners intraoral erfasste Zahnoberflächen nicht nur mit radiologischen Daten aus einer dentalen Volumentomografie kombiniert werden – es ist sogar möglich, eine Bewegungskomponente durch eine digitale Erfassung von Kieferbewegungen hinzuzufügen [12]. Damit wird eine dreidimensionale Darstellung der anatomischen Strukturen während der Kieferöffnung und -bewegung ermöglicht. Hier eröffnen sich neue Wege zur Diagnostik und Therapie der craniomandibulären Dysfunktion, da eine genauere Analyse der zugrunde liegenden pathologischen Situation in vielen Fällen

erst durch eine solche Kombination von Verfahren ermöglicht wird. Die mittels digitaler Aufzeichnung der Kieferbewegung gewonnenen Datensätze können weiterhin auch für die Rekonstruktion von Kauflächen bei prothetischen und restaurativen Versorgung genutzt werden. Die so gewonnenen Hüllkurven der dynamischen Bewegung können als Parameter zur Gestaltung von Kauflächen verwendet werden [13]. Damit fließt das individuelle Bewegungsmuster des Patienten in die Gestaltung der Kauflächen ein, was zu einer passenderen Oberflächenmorphologie der Restaurationen für den jeweiligen Patienten führen soll. Zudem bieten diese Systeme die Möglichkeit, Daten zur Programmierung eines individuellen Artikulators zu generieren. Dabei sind vor allem Parameter wie die individuelle Gelenkbahnneigung, der Bennett-Winkel sowie eine mögliche Retrusion und ein immediate sideshift von Interesse. Mithilfe einer Positionierungshilfe für den Oberkiefer kann eine schädelbezogene Montage des Oberkiefers nach einer individuell bestimmten Scharnierachse erfolgen, was zu einer weiteren Verbesserung der Simulation der realen Verhältnisse im Artikulator beiträgt (Abb. 5 und 6).

Diese Technologie lässt sich bei verschiedenen Arten von Restaurationen einsetzen: Zum einen kann eine Anwendung

im Bereich der Schienentherapie erfolgen, wobei auch ein voll digitaler Workflow aus intraoralem Scan und digitaler Aufzeichnung der Kieferbewegungen und des Bissregistrats denkbar ist. Zum anderen bietet sich der Einsatz eines solchen Verfahrens immer dann an, wenn größere indirekte restaurative Maßnahmen geplant sind, da dann die Aspekte der dynamischen Okklusion eine größere Rolle spielen als bei Einzelzahnrestorationen. Inwieweit all diese Verfahren zu einer messbaren Verbesserung des Behandlungserfolgs auf verschiedenen Ebenen wie Patientenzufriedenheit und Einschleifzeit der Restaurationen führen, ist derzeit Gegenstand von mehreren klinischen Studien.



Abb. 5 Patientenindividuelle Montage eines Oberkiefermodells in einem Artek CR Artikulator (Amann Girrbach)

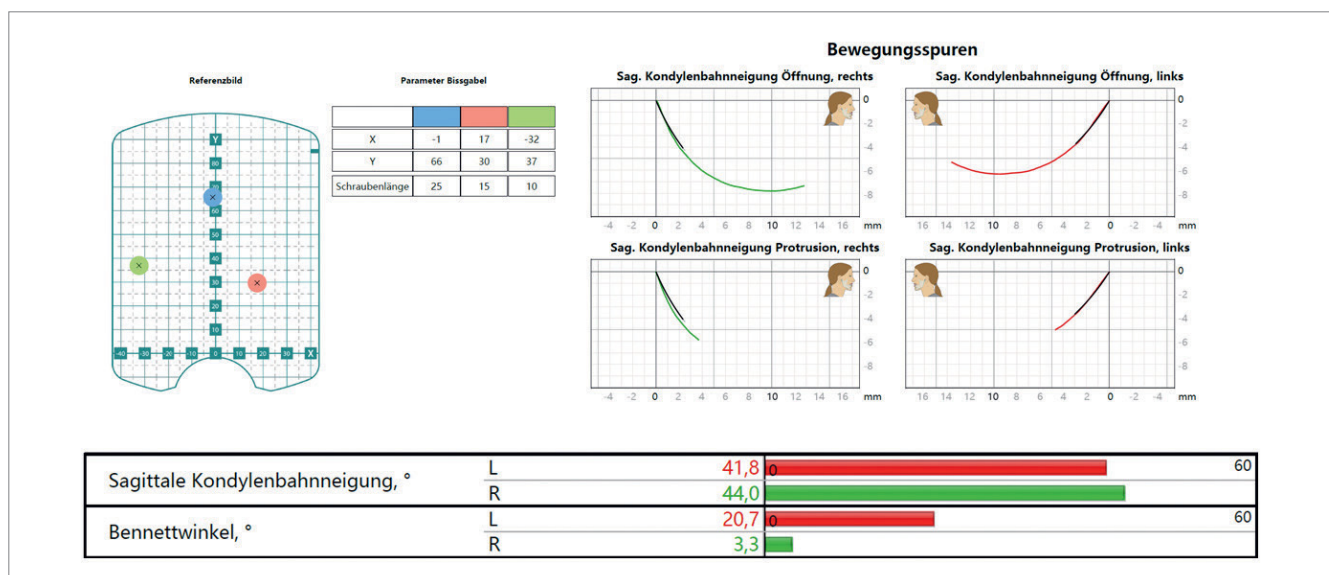


Abb. 6 Beispiel für eine Analyse verschiedener Parameter bei Kieferbewegungen (JMANalysert+, Zebris Medical)



Abb. 7 Siebenjähriges Kind mit nekrotischem Zahn 21 nach Trauma



Abb. 8 und 9 Zahn 21 sechs Monate nach regenerativer endodontischer Behandlung: Im Röntgenbild ist eine dezente Verlängerung der Wurzel zu erkennen. Rechts ist der Zahn 21 nach Kompositaufbau der Krone zu sehen.



Kariesexkavation

Auch im Bereich der Kariesexkavation gibt es in den letzten Jahren einige Paradigmenwechsel zu verzeichnen. Allgemein kann festgestellt werden, dass bei tiefen, pulpanahen Läsionen unter gewissen Bedingungen keine vollständige Kariesentfernung nach klassischen Kriterien nötig und sinnvoll ist. Stellt man das Ziel des Vitalerhalts der Pulpa an die erste Stelle, kann mittels moderner Exkavationstechniken wie der selektiven Kariesexkavation, bei der im zentralen Anteil der Kavität im pulpanahen Bereich durchaus kariös verändertes Dentin belassen werden kann, eine deutliche Reduktion von iatrogenen Pulpaeröffnungen verzeichnet werden. Dabei sind allerdings einige wichtige Bedingungen und Voraussetzungen zu beachten: Der Zahn sollte weitestgehend klinisch und radiologisch symptomfrei sein – im Sinne von Schmerzfreiheit und damit intakter Pulpa –, zudem sollte die Kavität sofort durch eine dichte, adhäsive Kompositfüllung versorgt werden können. Nur so kann ein Fortschreiten der Karies ausgehend von belassenen kariösen Anteilen verhindert werden. Explizit ist auch die Forderung zu stellen, dass die Ränder und pulpafernen Anteile der Kavität komplett exkaviert werden müssen, um einen solchen bakteriendichten Verschluss gewährleisten zu können. In Stellungnahmen mit aktuellen Handlungsempfehlungen haben mehrere Fachgesellschaften aus dem Bereich der Zahnerhaltung und Endodontologie diese neuen, weniger invasiven Ver-

fahren zum Vitalerhalt von bleibenden Zähnen propagiert [14, 15]. Zusätzlich gibt es im Bereich der Endodontologie derzeit Bestrebungen, die Technik der Pulpotomie auch an bleibenden Zähnen einzusetzen. Diese Technik findet derzeit vor allem im Bereich der Kinderzahnheilkunde und Traumatologie Anwendung. Einige Studien berichten jedoch auch für bleibende Zähne mit begrenztem Pulpaschaden von guten bis sehr guten Erfolgen mit mikroinvasiven endodontischen Behandlungen wie partiellen Pulpotomien.

Regenerative Endodontie

Eine endodontische Behandlung bei jugendlichen bleibenden Zähnen hat ihre Tücken, insbesondere dann, wenn das Wurzelwachstum bei Weitem noch nicht abgeschlossen ist. Kommt es also infolge von Karies oder einem dentalen Trauma zu einer Nekrose der Pulpa, sieht man sich der Problematik teilweise stark verkürzter Wurzeln, frakturanfälliger dünner Wurzelkandentinnenwände und sehr weiter Kanäle mit stark geöffnetem Apex gegenüber, was eine reguläre endodontische Behandlung faktisch unmöglich macht. Lange Zeit behalf man sich mit der Apexifikation, bei der Calciumhydroxid über Monate in den Kanal eingebracht wurde, um apikal die Bildung eines körpereigenen Hartsubstanzverschlusses zu induzieren, um dann den Kanal möglichst drucklos mit weicher Guttapercha zu füllen [16]. Dieses Verfahren wurde mit dem Aufkommen von MTA (Mineral Trioxide Aggregate) durch das Ein-



Abb. 10 Zahn 21 neun Monate nach regenerativer Endodontie: Es sind eine weitere Verstärkung und Verlängerung der Wurzelwand sowie die Andeutung einer unregelmäßigen Ausbildung einer Apexstruktur zu sehen.

bringen eines sofort dicht verschließenden sogenannten MTA Plugs in den apikalen Bereich mit nachfolgender druckloser Kanalfüllung mit Guttapercha ersetzt. Was mit beiden Apexifikationsverfahren jedoch ausbleibt, ist eine Weiterentwicklung der Wurzel – das heißt, die hohe Frakturanfälligkeit und das schlechte Kronen-Wurzel-Verhältnis bleiben als Probleme bestehen. In den letzten Jahren hat sich eine Alternative zur Apexifikation herumgesprochen, die sogenannte Revaskularisation, auch unter den Begriffen Revitalisierung beziehungsweise regenerative endodontische Behandlung geführt [17]. Basierend auf den Gesetzmäßigkeiten des „tissue

engineering“ wird eine gesteuerte Geweberegeneration von pulpaähnlichem Gewebe durch das Zusammenwirken von Stammzellen, Wachstumsfaktoren und einer bioaktiven Matrix angestrebt. Der grobe Ablauf besteht in der Entfernung der nekrotischen Pulpa und der Desinfektion des Kanals, der Induktion einer Blutung von apikal für die Einschwemmung von Stammzellen aus der apikalen Papille sowie dem Herauslösen von Wachstumsfaktoren. Damit soll nicht nur das Entzündungsgeschehen gestoppt, sondern auch das Längen- und Dickenwachstum der Wurzel ermöglicht werden. Zu diesem Thema wurde in den letzten Jahren viel geforscht; größere klinische Studien liegen jedoch noch nicht vor.

Das genaue Step-by-step-Vorgehen wird nahezu einheitlich sowohl von der American Association of Endodontology (www.aae.org) als auch von der European Society of Endodontology [17] und von Letzterer inklusive Aufklärungs- und Nachuntersuchungsbögen bereitgestellt. Einen Versuch ist diese Methode bei den betroffenen Jugendlichen bei bleibenden Zähnen auf alle Fälle Wert, bevor zur Apexifikation mit den genannten Nachteilen geschritten wird. In den **Abbildungen 7 bis 10** ist ein unserer Behandlungsfälle gezeigt, vom Ausgangszustand des Zahns 21 nach Pulpanekrose infolge Traumas im Alter von sieben Jahren bis zur sechsmonatigen und neunmonatigen röntgenologischen Kontrolle. Es darf für den Zahn eine vorsichtige positive Prognose gestellt werden.

Zirkonoxidkronen für Milchzähne

In der Kinderzahnmedizin ergab sich eine interessante Neuerung im Bereich der Kronenrestauration von Milchzähnen: die

vorgefertigten Zirkonoxidkronen als hochwertige Alternative zu den bisher meist verwendeten Edeldstahlkronen mit oder ohne Verblendung. Dies hängt sicherlich mit dem gestiegenen Bewusstsein für Mundgesundheit im Kindesalter an sich und den gestiegenen ästhetischen Ansprüchen an zahnärztliche Restaurationen im Besonderen zusammen. Die Indikation für die Überkronung eines Milchzahns bleibt selbstverständlich unangetastet. Dies ist in der Regel der kariös stark zerstörte Milchzahn mit drei oder mehr betroffenen Flächen und gegebenenfalls vorangegangener endodontischer Behandlung. Von besonderer Bedeutung ist bei der Überkronung, neben der Wiederherstellung der Kaufunktion, der Schutz vor mesio-distalem Platzverlust, damit ein regelrechter physiologischer Zahnwechsel erfolgen kann. Nun gab es auch schon vor vielen Jahren zahnfarbene reine Kompositkronen – „strip crowns“ – und konfektionierte, mit Komposit verblendete Stahlkronen. Jedoch wurden oft Absplittierungen des Komposits sowie ein mattes Erscheinungsbild kritisiert [18, 19]. Die nun alternativ erhältlichen konfektionierten Zirkonoxidkronen versprechen eine deutliche Verbesserung hinsichtlich natürlicher weißer Ästhetik und Haltbarkeit und werden von einer ganzen Reihe von Herstellern für Front- und Seitenzähne des Milchgebisses angeboten, zum Beispiel NuSmile Zirconia (NuSmile), KinderKrowns (KinderKrowns), Sprig EzCrowns (Sprig Oral Health Technologies) (**Abb. 11 und 12**).

Im Vergleich zur Präparation des Zahns für Edeldstahlkronen benötigt die Zirkonoxidkrone eine Präparation, die dem passiven Sitz gerecht wird, das heißt, statt das Cingulum bukkal und oral für die unterhalb davon mechanisch einrastende Edeldstahlkrone zu erhalten, wird komplett zirkulär isogingival oder leicht subgingival

tangential präpariert. Die meisten Hersteller bieten ein Präparationsbohrerset sowie eine Präparationsanleitung an. Auch sind die Wandstärken der Zirkonoxidkronen dicker, was generell zu einem größeren notwendigen Substanzabtrag führt [20]. Dieser per se eher negative Aspekt mag sich dann relativieren, wenn der Zahn nur noch wenig Restzahnschubstanz bietet und die Präparation ohnehin hauptsächlich in der Aufbaufüllung erfolgt. Bei Milchzähnen mit mehr Restzahnschubstanz und ohne endodontische Vorbehandlung kann der erhöhte Substanzabtrag bei der Präparation im Sinne eines anzustrebenden minimalinvasiven Vorgehens durchaus eine relative Kontraindikation darstellen.

Hinsichtlich der antagonistischen Abrasion ergab sich in einer Studie eine tendenziell, aber nicht signifikant erhöhte Abrasion eines natürlichen Antagonisten im Vergleich zu Stahlkronen [21]. Für die gingivale Gesundheit ist monolithisches Zirkonoxid bekanntlich positiv zu bewerten.

In einer kürzlich erschienenen In-vitro-Studie wurden als weitere wesentliche Faktoren die Bruchlast und die Langzeitstabilität an Zirkonoxidkronen drei verschiedener Hersteller sowie individuell gefertigter CAD/CAM-Zirkonoxidkronen, mit Komposit verblendeter und unverblendeter Stahlkronen untersucht [22]. Die Bruchlasten für die präfabrizierten Zirkonoxidkronen lagen zwischen 893 N und 1582 N und damit deutlich oberhalb der mittleren maximalen Kaukräfte im Kindesalter (3- bis 5,5-Jährige: 186 N bis 235 N und 6- bis 11-Jährige: 330,5 N bis 374,4 N [23, 24]). Ferner lag die Überlebensrate nach Kausimulation (entsprechend sieben Jahre Nutzungsperiode) bei 100 Prozent.

Als Fazit kann daher gezogen werden, dass die konfektionierten Zirkonoxidkronen eine zahnfarbene Alternative zu Stahlkronen im Milchgebiss darstellen.



Abb. 11 und 12 Konfektionierte Zirkonoxidkronen verschiedener Anbieter

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. dent. K. C. Huth
 Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
 Klinikum der Universität München, LMU München
 Goethestraße 70, 80336 München
 Fon + 49 89440059411
khuth@dent.med.uni-muenchen.de

Literatur bei den Verfassern