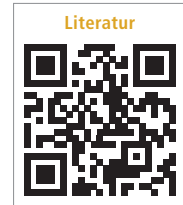
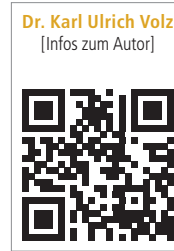


Heutzutage gibt es immer noch viele Patienten, die in der Folge von Zahnextraktionen signifikant Knochenvolumen verloren haben und bei denen deshalb Knochenaufbaumaßnahmen erforderlich sind. Im folgenden Artikel werden einige dieser Maßnahmen dargestellt – mit Schwerpunkt auf der Verwendung von autologen Materialien.



# Biologische GBR und Keramikimplantate

## Teil 1 einer zweiteiligen Serie

Dr. med. dent. Karl Ulrich Volz, Dr. med. dent. Stephanie Vergote, Dr. med. dent. Rebekka Hueber, Dr. med. dent. Josephine Tietje, Dr. med. dent. Tobias Wilck, Prof. Dr. Dr. Dr. Shahram Ghanaati

Keramikimplantate, respektive Zirkoniumdioxid-Implantate, bestehen aus der Hochleistungskeramik Zirkoniumdioxid. Dies bedeutet, dass das Material in oxidierter Form vorliegt und somit „ausreagiert“ ist,<sup>1</sup> also keine freien

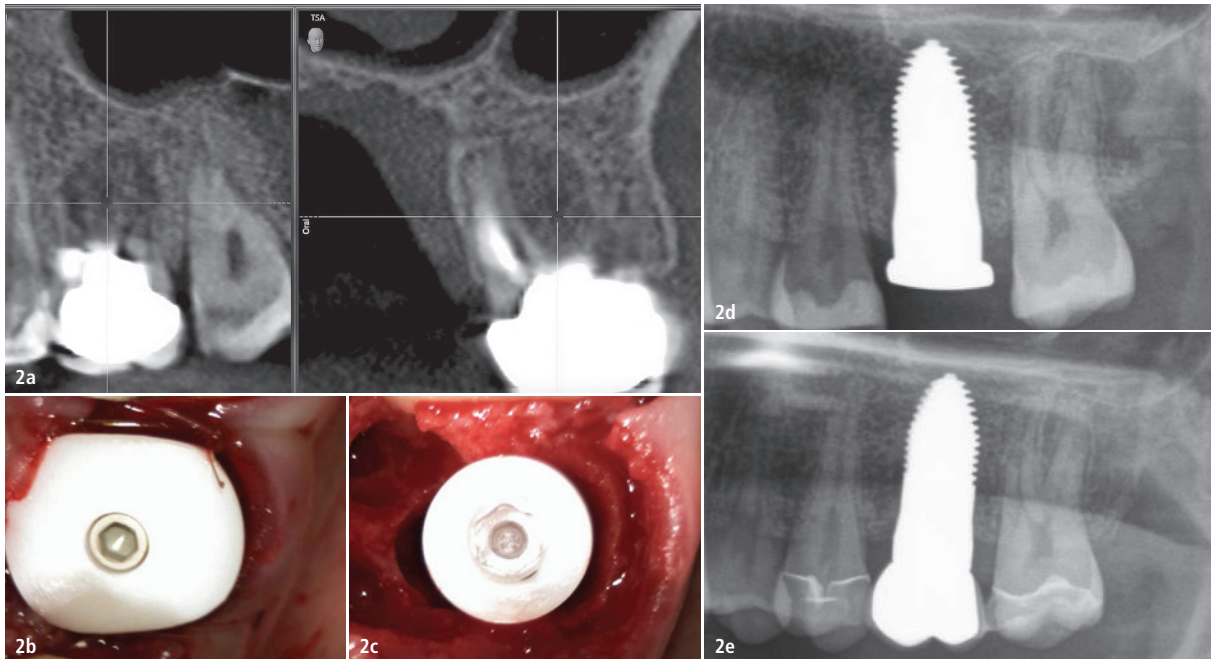
(Bindungs-)Elektronen aufweist und somit überaus reaktionsträge ist.<sup>2</sup> Es sind Temperaturen von über 2.600 °C oder die Anwendung von Flusssäure erforderlich, um das Material zu verändern. Im Vergleich zu Titan ist die

geringere Plaqueaffinität, die fehlende thermische und elektrische Leitung sowie die Korrosionsstabilität des Zirkons von großem Vorteil.<sup>2-9</sup> Bei der Einheilung von Zirkoniumdioxid-Implantaten werden vermutlich geringe inflammatorische Botenstoffe ausgeschüttet.<sup>1,10-13</sup> In Studien konnte gezeigt werden, dass der Bone-to-Implant-Contact (BIC) von Zirkoniumdioxid dem von Titan ebenbürtig ist.<sup>14-20</sup>

Bei Titan entsteht bei Insertion der Implantate mit hoher Friktion ein Abrieb und im weiteren Verlauf durch den Vorgang der (Bio-)Korrosion eine Abgabe von Titandioxidpartikeln in das umliegende Hart- und Weichgewebe, wodurch Makrophagen aktiviert werden.<sup>21-29</sup> Diese Aktivierung kann zu einer Ausschüttung von Zytokinen wie TNF- $\alpha$  und IL-1- $\beta$  führen, was lokale Reaktionen und chronische Entzündungen („Silent Inflammation“) hervorrufen kann. Insbesondere die Aktivierung von Osteoklasten löst einen Knochenabbau im Sinne einer Periimplantitis aus.<sup>30</sup> Es gilt, zu beachten, dass Keramikimplantate schlechte thermische Leiter sind und nicht mit zu hohen Eindrehmomenten inseriert werden sollten, da die an der Oberfläche entstehende Reibungshitze nicht an den



**Abb. 1:** Überextendierte Implantatbett-Aufbereitung ermöglicht die Bildung von „de novo“-Bone, unter anderem durch die hohe Zellmigration.



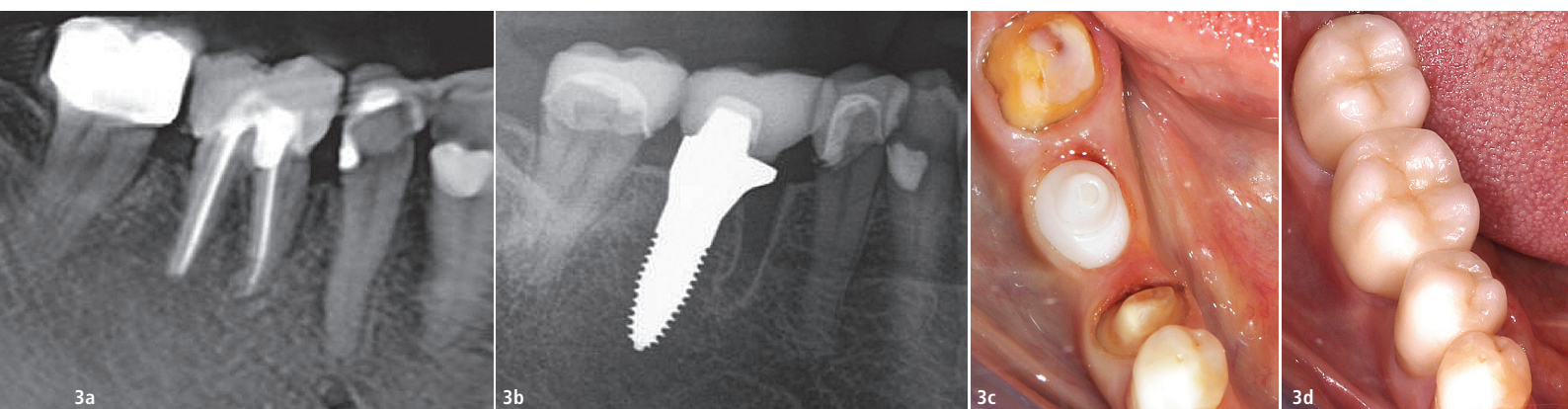
**Abb. 2:** Ausschnitt der präoperativen dreidimensionalen Röntgenaufnahme des Zahnes 26 mit ausgeprägter apikaler Entzündung (a), intraorale Aufnahme des Keramikimplantates 26 mit vestibulärem Knochendefekt (b), intraorale Aufnahme des Implantates 26 mit Keramikscheibe zur Erzielung des Umbrella-Effektes (c), postoperative röntgenologische Kontrolle des Implantates 26 nach viermonatiger Abheilphase (d), postoperative röntgenologische Kontrolle des Keramikimplantates 26 nach prothetischer Versorgung (e).

Kern abgeleitet wird. Deshalb ist das vom Erstautor entwickelte Keramikimplantat (SDS Swiss Dental Solutions) so gestaltet, dass die gesamte Friktion und Stabilität aus dem apikalen Anteil und seinem tiefen und schneidenden Gewinde gewonnen und bei korrekter Anwendung des Bohrprotokolls das Risiko einer Überhitzung der Kompakta reduziert wird.

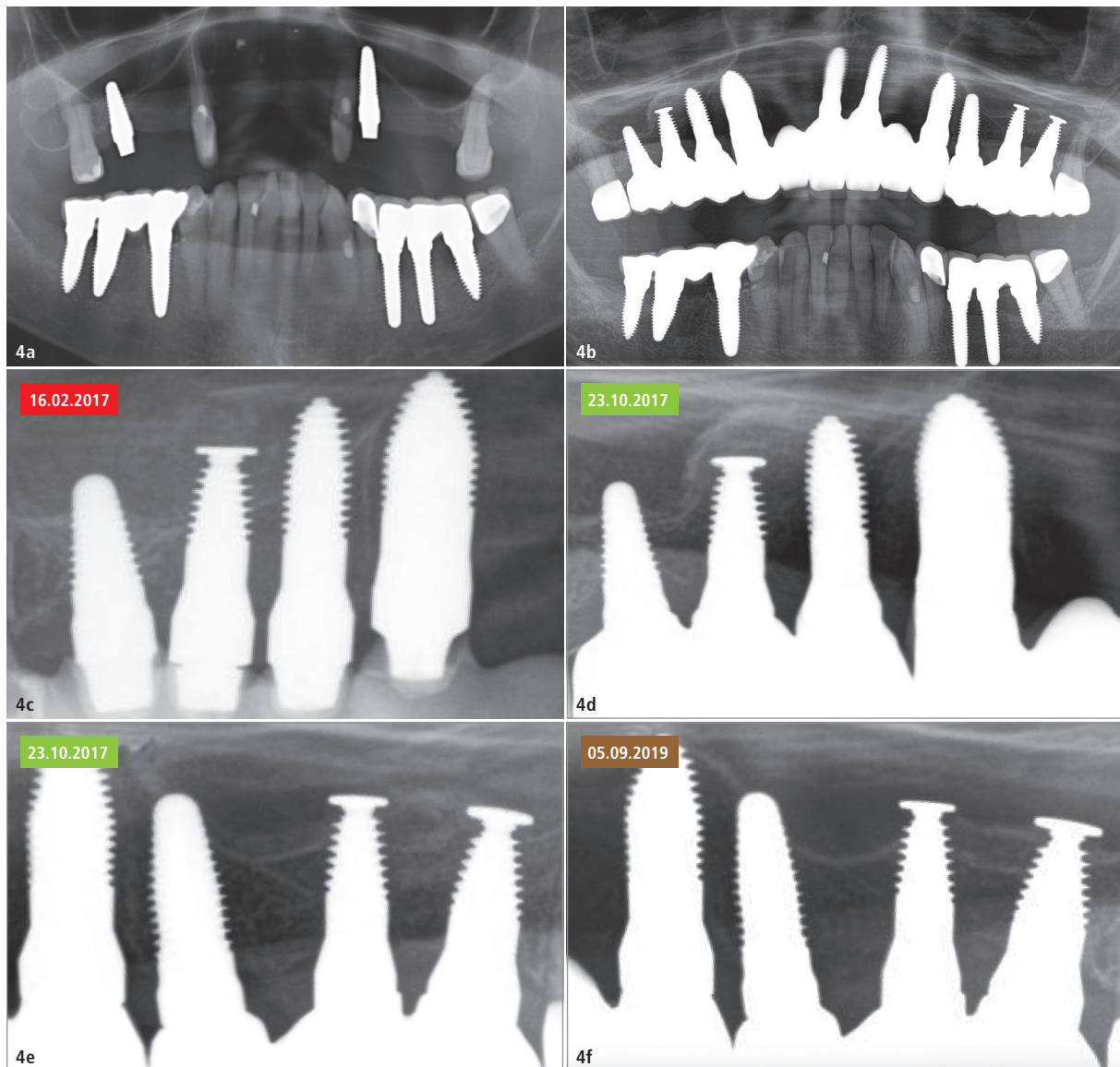
Im krestalen Anteil des Knochens wird mit dem letzten Bohrer, dem Counter-sink, überextended aufbereitet und somit Insertionsdruck auf diesen sensiblen und mindervaskularisierten Bereich vermieden.<sup>31</sup> Der schneidende apikale

Gewindeanteil ermöglicht es auch, dass das Implantat im Falle einer bindegewebigen Einheilung in über 80 Prozent der Fälle auf >35 Ncm „nachgedreht“ werden kann. Dieses Verständnis für die physikalischen, biologischen und immunologischen Eigenschaften des Zirkoniumdioxids ist sehr wichtig, wenn wir über Knochenaufbaumaßnahmen sprechen werden. Grundsätzlich ist die Durchführung solcher Maßnahmen in den Kliniken der Autoren immer seltener geworden, da aufgrund der vorgenannten Eigenschaften in vielen Fällen Sofortimplantate inseriert werden können. Zirkon neigt vermutlich selbst

in zuvor hochgradig entzündeten Arealen unter Beachtung eines eingehaltenen Begleitprotokolles (THE SWISS BIOHEALTH CONCEPT) nicht dazu, weitere Entzündungen auszulösen. Dennoch gibt es immer noch viele Patienten, welche in der Folge von Zahnextraktionen in der Vergangenheit signifikant Knochenvolumen verloren haben und bei denen deshalb Knochenaufbaumaßnahmen erforderlich sind. Die Autoren werden im Folgenden die entsprechenden, in der SWISS BIOHEALTH CLINIC angewendeten Maßnahmen mit Schwerpunkt auf der Verwendung von autologen Materialien darstellen.



**Abb. 3:** Persistierender Milchzahn 85 und wurzelkanalbehandelter Zahn 46 mit chronisch apikaler Parodontitis (a), Implantation Regio 46 (SDS, 1.0\_4611-ba) und 45 (SDS 1.0\_4611) und sofortige Versorgung mit festsitzenden Provisorien (b), intraorale Aufnahme der Implantate 45 und 46 nach Abheilphase von 4 Monaten und Präparation der Tulpe (c), prothetische Versorgung der Implantate 45 und 46 mit Vollkeramikkronen (d).



**Abb. 4:** Präoperativ angefertigtes OPG mit vertikaler Resorption Regio 16 und 26 (a), OPG nach prothetischer Versorgung aller Implantate im Ober- und Unterkiefer (b), röntgenologische Kontrolle des 1. Quadranten nach Implantation (c), sichtbarer Knochenzuwachs Regio 13 bis 16 nach acht Monaten Abheilphase (d), röntgenologische Kontrolle der Implantate 26, 27 nach 1,5 Jahren (e), röntgenologische Kontrolle der Implantate 26, 27 bei der Nachsorgeuntersuchung im September 2019 (f).

Patienten, die Keramikimplantate wünschen, akzeptieren in der Regel keine synthetischen oder tierischen Sekundärmaterialien, sondern möchten möglichst mit autologen Materialien versorgt werden. Grundsätzlich gehen alle Knochenaufbaumaßnahmen auf das Tentpole-Umbrella-Prinzip zurück, welches von Hämmerle et al. 1998 anhand eines Falles beschrieben wurde.<sup>32</sup> Darin hat die Knochenregeneration vermutlich nicht „wegen“, sondern „trotz“ des eingesetzten Materials funktioniert, denn die Osteoinduktivität kommt aus dem Periost<sup>33</sup> und dieses sollte unverletzt vorliegen. Deshalb sollten keine Entlastungsschnitte und

keine Periostschlitzungen durchgeführt, sondern auf einen Zahnfleischrandschnitt und die sogenannte „Brushing-Technik“ nach Simonpieri ausgewichen werden.

Der in dem Fall von Hämmerle et al. neu gebildete Knochen bietet gegenüber einem eingesetzten Knochenblock den Vorteil, dass es sich hierbei um den sogenannten „de novo“-Bone, also gesunden und gut vaskularisierten lamellären Knochen handelt. Füllmaterial im geschaffenen Hohlraum in Form eines Knochenblockes oder eines Granulates, sei es tierischen oder synthetischen Ursprunges, könnte mitunter auch ein Hindernis für die Angioge-

nese darstellen, welche wiederum die Voraussetzung für die Bildung eines Kallus-Knochens ist. Dieselben Gesetze gelten selbstverständlich auch in der Kieferhöhle, denn auch die Schneider'sche Membran besitzt eine osteoinduktive Wirkung.<sup>34–36</sup> Materialien, welche in diesem Bereich eingebracht werden, dienen unter anderem dem Zweck, die Schneider'sche Membran auf Abstand zu halten und somit einen mechanisch stabilen Hohlraum zu schaffen. Dieser füllt sich den biologischen Gesetzen folgend mit neuem Knochen.<sup>37</sup> Allerdings sollte auch hier das Paradoxon beachtet werden: Je dichter ein Füllstoff in den elevierten

# Puros® Allograft Portfolio



ZIMMER BIOMET  
Your progress. Our promise.®

Lösungen für die Hartgeweberegeneration



Puros Allograft  
Block



Puros Allograft  
Patientenindividueller Block



Puros Allograft  
Spongiosa-Dübel



Puros Allograft  
Spongiosa-Partikel



Puros Allograft  
Spongiosa-Block



Puros Allograft Blend  
Kortiko-Spongiose Partikel

Die Familie der Puros Knochenersatzmaterialien wird zur Füllung von Knochendefekten bei Patienten, die eine Knochenaugmentation im Unter- und Oberkiefer benötigen, eingesetzt. Puros Allografts werden durch den Tutoplast®-Prozess verarbeitet, der das Bereitstellen steriler Produkte bei gleichzeitiger Erhaltung der Biokompatibilität und strukturellen Integrität ermöglicht.<sup>1</sup>

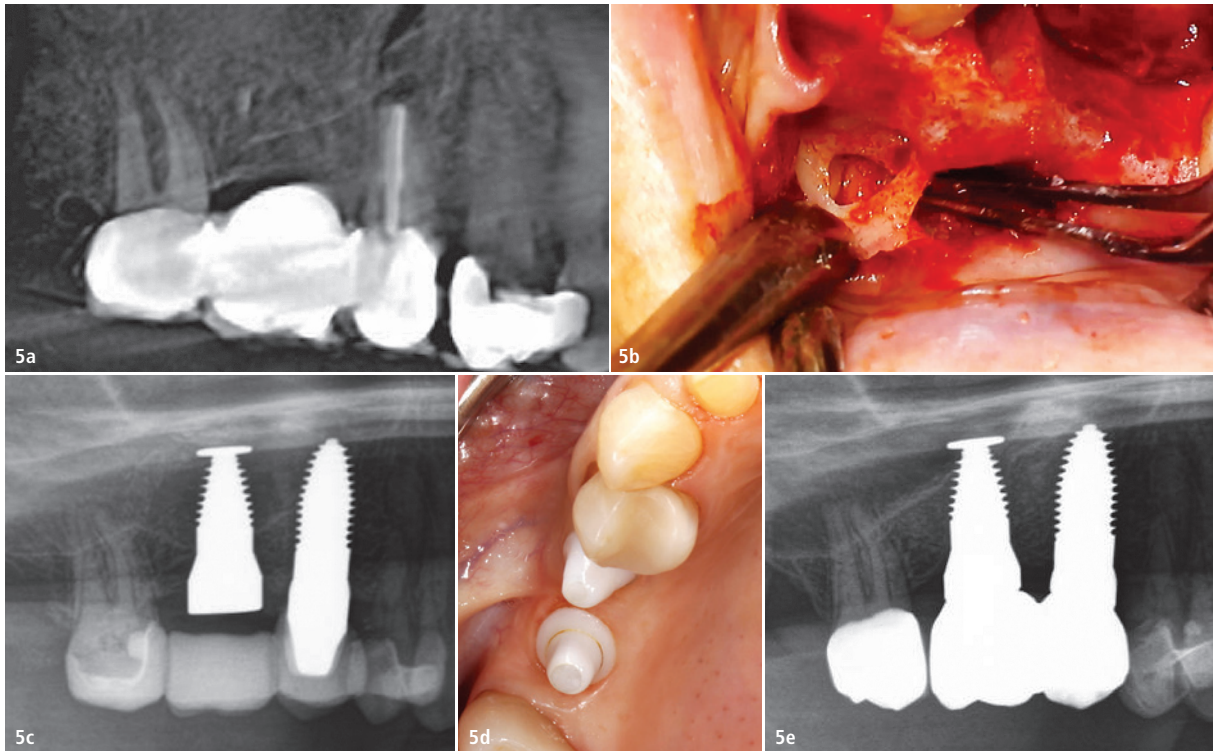
Bitte kontaktieren Sie uns unter 0800 101 64 20, um weitere Informationen zu erhalten.

[www.zimmerbiometdental.de](http://www.zimmerbiometdental.de)

<sup>1</sup> Daten liegen bei RTI Surgical, Inc. vor.

**Bezeichnung des Arzneimittels:** PUROS ALLOGRAFT | **Zusammensetzung:** Humane Spongiosa (mit Kortikalis-Anteil bei der Variante Puros Allograft Blend), Tutoplast konserviert, gamma-strahlensterilisiert. | **Anwendungsgebiete:** Zur Knochendefektdeckung oder -auffüllung oder zur Herstellung knöcherner Strukturen in der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Positive Erfahrungen liegen u.a. vor für folgende Anwendungsgebiete: Regeneration parodontaler Knochendefekte, Regeneration von Furkationsdefekten, Regeneration nach Zysten- und Wurzelspitzenresektionen, Regeneration von Extraktionsalveolen, Regeneration von Lücken zwischen Alveolenwand und Zahnimplantaten, Regeneration von Defekten nach Blockentnahme, Regeneration von Lücken um Blocktransplantate, Horizontale Kieferkammaugmentation (Partikel), Sinusaugmentation, Dreidimensionale (horizontale und/oder vertikale) Kieferkammaugmentation (Blockaugmentation). Weitere Einsatzmöglichkeiten in anderen operativen Fachdisziplinen sind beschrieben. | **Gegenanzeigen:** keine bekannt. | **Nebenwirkungen** (Häufigkeit auf Grundlage der verfügbaren Daten nicht abschätzbar): Transplantat-Abstoßung, Reaktion an der Implantatstelle, Transplantatversagen. Wie bei jeder Operation/Transplantation besteht die Möglichkeit einer Infektion oder anderer Reaktionen durch den Eingriff. | **Warnhinweise:** Trocken, sonnenlichtgeschützt und nicht über 30 °C lagern. Nicht einfrieren. Nicht verwendetes Material verwerfen; nicht erneut sterilisieren! Gebrauchsinformation beachten. Für Kinder unzugänglich aufbewahren. | **Verkaufsabgrenzung:** verschreibungspflichtig. | **Weitere Informationen:** siehe Packungsbeilage; | **Stand der Information:** 07/2017 „10“. | **Pharmazeutischer Unternehmer:** Tutogen Medical GmbH, Industriestraße 6, 91077 Neunkirchen am Brand | **Mitvertreiber:** Zimmer Dental GmbH, Wilhelm-Wagenfeld-Str. 28, 80807 München.

Alle Marken in diesem Dokument sind Eigentum von Zimmer Biomet, wenn nicht anders angegeben. Alle Produkte wurden von einer oder mehreren der zahnmedizinischen Tochtergesellschaften von Zimmer Biomet Holdings, Inc. hergestellt und werden von Zimmer Biomet Dental vertrieben und vermarktet (und im Fall des Vertriebs und der Vermarktung von dessen autorisierten Marketing-Partnern). Puros-Produkte werden von RTI Biologics, Inc. hergestellt. Tutoplast ist eine eingetragene Marke der Tutogen Medical GmbH. Weitere Produktinformationen sind den jeweiligen Produktetiketten oder Gebrauchsanweisungen zu entnehmen. Die Produktzulassung und -verfügbarkeit können auf bestimmte Länder/Regionen beschränkt sein. Diese Unterlagen wurden nur für Zahnärzte erstellt und stellen keinen medizinischen Rat oder medizinische Empfehlungen dar. Dieses Material darf ohne ausdrückliches schriftliches Einverständnis von Zimmer Biomet Dental nicht vervielfältigt oder nachgedruckt werden. ZB0287DE REV A 12/17 ©2017 Zimmer Biomet. Alle Rechte vorbehalten.



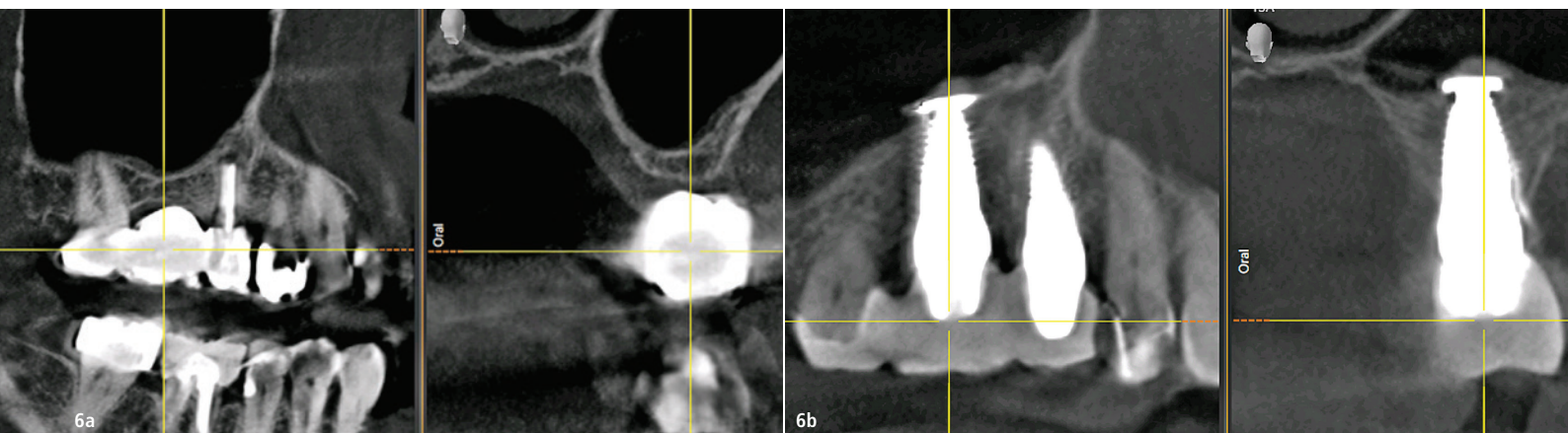
**Abb. 5:** Präoperativ angefertigtes DVT Regio 16, 15 mit chronischer apikaler Parodontitis Regio 15 (a), intraoperative Aufnahme der Regio 16, 15 (b), postoperative röntgenologische Kontrolle der Implantate 16 und 15 (c), Implantate 16 und 15 vor prothetischer Versorgung (d), röntgenologische Kontrolle der Implantate 16 und 15 nach prothetischer Versorgung mit Vollkeramikronen (e).

Hohlraum gepackt wird, desto weniger Raum existiert für die Angiogenese. Somit besteht das Ziel einer jeden biologisch zu Ende gedachten Guided Bone Regeneration (GBR) darin, einen mechanisch stabilen Hohlraum zu schaffen, welcher möglichst mit PRF-Membranen und Blut als Informationsträger gefüllt sein sollte und eventuell mit autologen Knochenspänen. Darauf beruht auch die Khoury-Technik,<sup>38</sup> welche den Raum für den neu entstehenden Knochen durch kortikale Knochenplatten begrenzt und im Hohl-

raum lediglich schnell resorbierbares Knochenersatzmaterial einbringt oder sogar nur PRF-Membranen.

Es hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass v. a. im dorsalen Unterkiefer die augmentierten Knochenblöcke zu einer hohen Prozentzahl resorbiert werden. Im dorsalen Unterkiefer kommt diese Problematik deshalb besonders deutlich zum Tragen, da dorsal des Foramen mentale die Durchblutung nahezu ausschließlich von zentral und nicht von peripher kommt. Es ist für die Gefäße aus der Arteria inferior schwierig, von

zentral aus dem Unterkieferast durch die koronale Kompakta hindurch in den Knochenblock einzusprießen.<sup>39-46</sup> Das Konzept der biologischen GBR besteht darin, einen möglichst großen Hohlraum zu schaffen, welcher über mindestens vier Wochen mechanisch stabil bleibt und nicht unter dem Periost oder der Schneider'schen Membran kollabiert. Diese Situation haben wir bei jeder Sofortimplantation, besonders, wenn durch ein schneidendes apikales Gewinde das Implantat im unteren Anteil verankert wird und somit eine Primär-



**Abb. 6:** Präoperativ angefertigtes DVT Regio 16, 15 mit chronischer apikaler Parodontitis Regio 15 und vertikalem Knochenabbau Regio 16 (a), postoperativ angefertigtes DVT nach 6-monatiger Abheilphase mit deutlichem Knochenzuwachs über den Implantaten 16 und 15 (b).



Dr. Karl Ulrich Volz

Prof. Shahram Ghanaati

Dr. Tobias Wilck

Dr. Stephanie Vergote

Dr. Rebekka Hueber

Dr. Josephine Tietje

stabilität nicht nur über die Breite, sondern auch über die Länge erzielt wird. Optimalerweise besitzt das Implantat eine breite Tulpe, welche eine möglichst große „Schattenwirkung“ und somit einen Umbrella-Effekt erzielt. Abbildung 1 erläutert dabei die Mechanismen, welche bei der Sofortimplantation bei gleichzeitiger Nutzung des „Healing Chamber“-Prinzips zum Tragen kommen.<sup>47,48</sup>

### Besondere Techniken der biologischen GBR

#### Disc-Abutment

Bei Verwendung eines Disc-Abutments wird die oben dargestellte Technik, bei welcher das Implantat den Sonnenschirm darstellt, noch verbessert, indem die Schattenwirkung der Tulpe durch Aufschrauben einer breiten, die Alveole abdeckenden Keramikscheibe aus Zirkoniumdioxid vergrößert wird. Diese Technik könnte vom Prinzip her mit der Scheibentechnik nach Dr. C. Cacacci verglichen werden. Das Implantat wird dabei lediglich durch einen internen Lift über einen apikalen Anteil von ca. 2 mm und das aggressive Gewinde stabilisiert (Abb. 2a–d). Das postoperative Röntgenbild zeigt eine vollständige Knochenfüllung mit „de novo“-Bone über die gesamten 14 mm des Implantates (Abb. 2e).

#### Balkon-Implantate

Balkon-Implantate werden ebenfalls meist als Sofortimplantate eingesetzt und vergrößern den Schatten im Falle einer asymmetrischen Insertion entweder zu einer Seite oder bei symmetrischer Insertion als Doppelbalkon zu beiden Seiten (Abb. 3a–d).

#### Sinus-Implantat

Dr. Karl Ulrich Volz hat die neuartige Form des Sinus-Implantats im Jahre 2017 auf den Markt gebracht, mit der Absicht, das Tentpole-Umbrella-Prinzip auch in der Kieferhöhle anzuwenden und damit auf Sekundärmaterialien verzichten zu können (Abb. 4a–f). Die Sonnenschirmwirkung der Disc-Scheibe am apikalen Ende des Implantates wird von den Autoren bei ihrem implantologischen Vorgehen durch die Einlage des lateralen Knochendeckels noch vergrößert. Dieser wird hierzu in zwei PRF-Membranen eingekleidet und zwischen die Schneider'sche Membran und auf den apikalen Anteil des Implantates geschoben. Auf diese Weise kann ohne jeglichen Einsatz von Sekundärmaterialien die Bildung eines vaskularisierten, vitalen und lamellären Knochens ermöglicht werden. Diese Technik reduziert auch erheblich die Kosten, da zusätzliche Positionen für Sekundärmaterialien, Membranen oder Schrauben entfallen. Diese Technik sollte bei einer Restknochenhöhe von 3–5 mm, je nach Breite des Alveolar-kammes und Dichte des vorhandenen Knochens, angewendet werden. Eine stabile Fixierung des Sinusimplantates ist hier eine *Conditio sine qua non*.

#### Verwendung von autologem Knochen

Eine mögliche Entnahmestelle von autologem Knochen ist der gesunde kortikale Anteil aus dem Bereich des Tubers. Des Weiteren können durch die Anwendung des Safescrapers® autologe, kortikale Knochenchips aus dem lateralen Kieferhöhlenbereich gewonnen werden. Damit können Perforationen nach vestibulär sowie in die Kieferhöhle verschlossen

werden. Die Kieferhöhle kann zusätzlich zu der Einbringung von PRF-Membranen mit diesen Chips gefüllt werden. Gleichzeitig kann der Kieferkamm vertikal erhöht und lateral verbreitert werden (Regio 16; Abb. 5a–e).

Die Abbildungen 6a und b der Schnitte vor und nach Augmentation zeigen eindrucksvoll den Gewinn an Knochen-volumen, der mit dieser Methode möglich ist.

*Redaktioneller Hinweis: Der zweite Teil dieser Artikelreihe wird in der Ausgabe 6/2020 des Implantologie Journal publiziert. Darin werden sechs weitere Techniken zur biologischen GBR behandelt und ein Fazit formuliert.*

### Kontakt

#### Dr. med. dent. Karl Ulrich Volz

SWISS BIOHEALTH CLINIC  
Brückenstr. 15  
8280 Kreuzlingen, Schweiz  
Tel.: +41 71 6782000  
www.swiss-biohealth.com

#### Prof. Dr. Dr. Shahram Ghanaati

Universitätsklinikum Frankfurt  
Theodor-Stern-Kai 7  
60590 Frankfurt am Main, Deutschland  
Tel.: +49 69 63013744  
shahram.ghanaati@kgu.de