

Tobias Pausch, Wilfried Wagner, Robert Nölken

Neues biphasisches Knochenersatzmaterial zur periimplantären Defektaugmentation

Erste klinische, radiologische und histologische Ergebnisse

INDIZES *Knochenersatzmaterial, biphasisch, alloplastisch, Sofortimplantation, Alveolarkammprävention, provisorische Sofortversorgung, Knochendefekt, Knochenaugmentation, marginales Knochenniveau*

Ziel: Die retrospektive Analyse dieser Fallberichte evaluiert Implantatüberleben, Hart- und Weichgewebeeränderungen um OsseoSpeed™ EV Implantate nach periimplantärer Defektaugmentation mit dem alloplastischen Knochenersatzmaterial Symbios® Biphasic Bone Graft Material (BGM). **Material und Methoden:** Bei 3 Patienten mit ausgeprägten Alveolarkammdefekten erfolgte die Implantatinsertion mit simultaner oder präoperativer lappenfreier Defektaugmentation mit BGM als alleinigem Augmentat. Unterschiedliche Therapiekonzepte kamen zur Anwendung (Sofortimplantation mit oder ohne Sofortversorgung, Alveolarkammprävention und spätere Implantation). Implantatüberleben, Knochenniveau bzw. -volumen und Weichgewebeparameter wurden nach einem Nachbeobachtungszeitraum von mindestens einem Jahr beurteilt. Im Fall der Spätimplantation konnte eine Biopsie des eingehheilten BGM histologisch untersucht werden. **Ergebnisse:** Kein Implantat ging im mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 21 Monaten verloren. Das mittlere periimplantäre Knochenniveau befand sich auf dem Niveau der Implantatschulter. Das orovestibuläre Knochenvolumen zeigte eine geringgradige Reduktion. Die mittlere Rezession reduzierte sich von 1 auf 0,3 mm. Der Pink Esthetic Score (PES) verbesserte sich im Mittel von 11,3 auf 12,7. Die mittlere Breite der keratinisierten Mukosa blieb unverändert. Die histologische Untersuchung des BGM zeigte nach 4 Monaten eine weitgehende Durchbauung mit Knochen. **Zusammenfassung:** Das Implantatüberleben, das periimplantäre Knochenniveau und -volumen, die Weichgewebeparameter sowie die schnelle knöcherne Durchbauung lassen vermuten, dass das neue biphasische BGM zur periimplantären Augmentation erfolgreich eingesetzt werden kann.



Tobias Pausch
Dr. med. dent.
Paradiesplatz 7-13
88131 Lindau/Bodensee

Wilfried Wagner
Prof. Dr. med. Dr. med. dent.

Robert Nölken
PD Dr. med. dent.
Paradiesplatz 7-13
88131 Lindau/Bodensee

Beide:
Klinik für Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie – plastische
Operationen
Universitätsmedizin der
Johannes Gutenberg
Universität Mainz
Augustusplatz 2
55131 Mainz

Korrespondenzadresse:
Dr. Tobias Pausch
E-Mail: tobiaspausch89@
gmail.com

■ Einleitung

Durch moderne implantologische Sofortkonzepte mit simultaner Hart- und Weichgewebeaugmentation kann heute neben dem Überleben der Implantate auch der weitgehende Erhalt des marginalen Knochen- und Weichgewebeniveaus gewährleistet werden^{1,2}. Die Verwendung von autologem Knochen als Augmentationsmaterial für periimplantäre Knochendefekte stellt aufgrund seiner osteoinduktiven und osteokonduktiven Eigenschaften bis dato den Goldstandard dar.

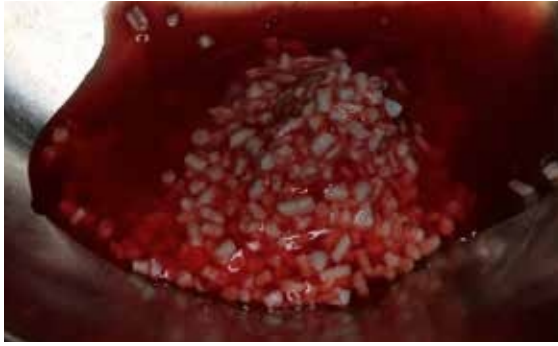
Dennoch führen Entnahmemorbidität und begrenzte Verfügbarkeit zu der Frage, ob Knochenersatzmaterialien (KEM) gleichwertige Ergebnisse liefern können. Die grundsätzliche Augmentation des periimplantären Defekts mit KEM oder autologem Knochen führte zu einer höheren Implantatüberlebenswahrscheinlichkeit als ohne Augmentation³.

Generell spielen drei Faktoren eine wichtige Rolle bei der Regeneration von Knochen in der Mundhöhle⁴:

1. Zellen, die sich zu einer mineralisierten Matrix differenzieren können,

Manuskript
Eingang: 28.03.2017
Annahme: 15.01.2018

Abb. 1 BGM vermischt mit PRF-Flüssigkeit.



2. Wachstumsfaktoren, die die regenerativen Prozesse einleiten und
3. ein stabiles Gerüst, das den Defekt mechanisch stützt und die Einwanderung von Zellen aus der Peripherie und deren Wachstum und Proliferation unterstützt.

KEM werden heute in allen Indikationen der Parodontal- und Oralchirurgie eingesetzt, die Gleichwertigkeit zum autologen Knochentransplantat wurde bislang jedoch vorwiegend für die Sinusbodenelevation durch Studien untermauert, vertikale Augmentationen hingegen gelten dem autologen Transplantat vorbehalten⁵⁻⁷. Xenogene und bovine KEM haben sich in zahlreichen Studien bewährt und werden in vielen Indikationen erfolgreich angewandt⁸. Trotz geringster Wahrscheinlichkeit spielen Ängste vor Infektionen⁹ sowie religiöse Aspekte und eine vegan-vegetarische Lebensweise eine Rolle für eine zunehmende Ablehnung dieser Materialgruppe.

Prospektive Studien mit Hydroxylapatit(HA)/ β -Trikalziumphosphat(TCP)-Gemischen zeigten bereits äquivalente Ergebnisse bei Sinusbodenelevation¹⁰ und gesteuerter Knochenregeneration (GBR)⁷ im Vergleich zu bovinen KEM. Bei mehrwandigen Defekten konnte bereits gezeigt werden, dass ein HA/ β -TCP-Gemisch wie auch xenogenes KEM dem autologen Transplantat überlegen sind¹¹.

BGM (Fa. Dentsply Sirona Implants, Mannheim) ist ein neues biphasisches, resorbierbares und anorganisches KEM (Abb. 1). Es wird durch hydrothermale Umwandlung aus Rotalgen gewonnen, wodurch die in den Algen vorhandene natürliche Porosität erhalten bleibt¹²⁻¹⁴. Es besteht als biphasische Mischkeramik zu 20 % aus HA und zu 80 % aus β -TCP. Aufgrund des hohen Anteils an TCP wird das Produkt deutlich schneller resorbiert als reines HA. Die spezielle

Resorptionskinetik soll dazu führen, dass das Material nahezu vollständig resorbiert wird und dennoch ein stabiles Volumen während der Knochenneubildungsphase erhalten bleibt.

Diese Fallberichte beschreiben mögliche klinische Anwendungen für dieses neue innovative Knochenersatzmaterial. Die klinischen, radiologischen und histologischen Ergebnisse im Rahmen von typischen implantologischen Therapiekonzepten werden detailliert dargestellt.

■ Material und Methoden

■ Patientenkollektiv

Im Zeitraum von November 2014 bis Juli 2016 wurden bei 3 Patienten (1 Frau, 2 Männer, Durchschnittsalter 55 Jahre, Spanne 42 bis 72 Jahre) 3 Astra Tech OsseoSpeed™ EV (n = 2) oder OsseoSpeed™ EV Profile (n = 1) Implantate inseriert.

Die Implantate wurden als Ersatz eines lateralen Schneidezahns, eines Eckzahns und eines ersten Molaren inseriert. Die Ursachen für den Zahnverlust waren eine Zerstörung des Zahns oder Längsfraktur der Wurzel. Zwei Implantationsstellen zeigten einen dünnen und eine einen dicken gingivalen Biotyp auf. Ein Implantat wies eine Länge von 13 mm, zwei eine Länge von 15 mm auf. Die Implantate wiesen einen Durchmesser von 4,2 mm (n = 2) und 5,4 mm (n = 1) auf. Alle Patienten waren Nichtraucher und allgemeinanamnestisch unauffällig. Bei allen Patienten wurde zur präoperativen Analyse des Knochenangebots eine digitale Volumentomografie (DVT) (Fa. KaVo Dental, 3D Exam, Biberach) angefertigt. Zur perioperativen Infektionsprophylaxe erhielten die Patienten eine orale Antibiose (Clindamycin 300 mg, 3-4 mal täglich, Augmentan 875/125 mg, 2 mal täglich oder eine Kombination aus Ciprofloxacin und Metronidazol je 2 mal 500 mg täglich), 1 Tag präoperativ beginnend bis 1 Woche postoperativ.

■ Fall 1

Die 42-jährige Patientin stellte sich 2015 nach einer Kronen-Wurzel-Fraktur des Zahns 13 vor. Der Zahn wies fazial stark erhöhte Sondierungstiefen und eine Wurzellängsfraktur auf (Abb. 2a). Das präoperativ

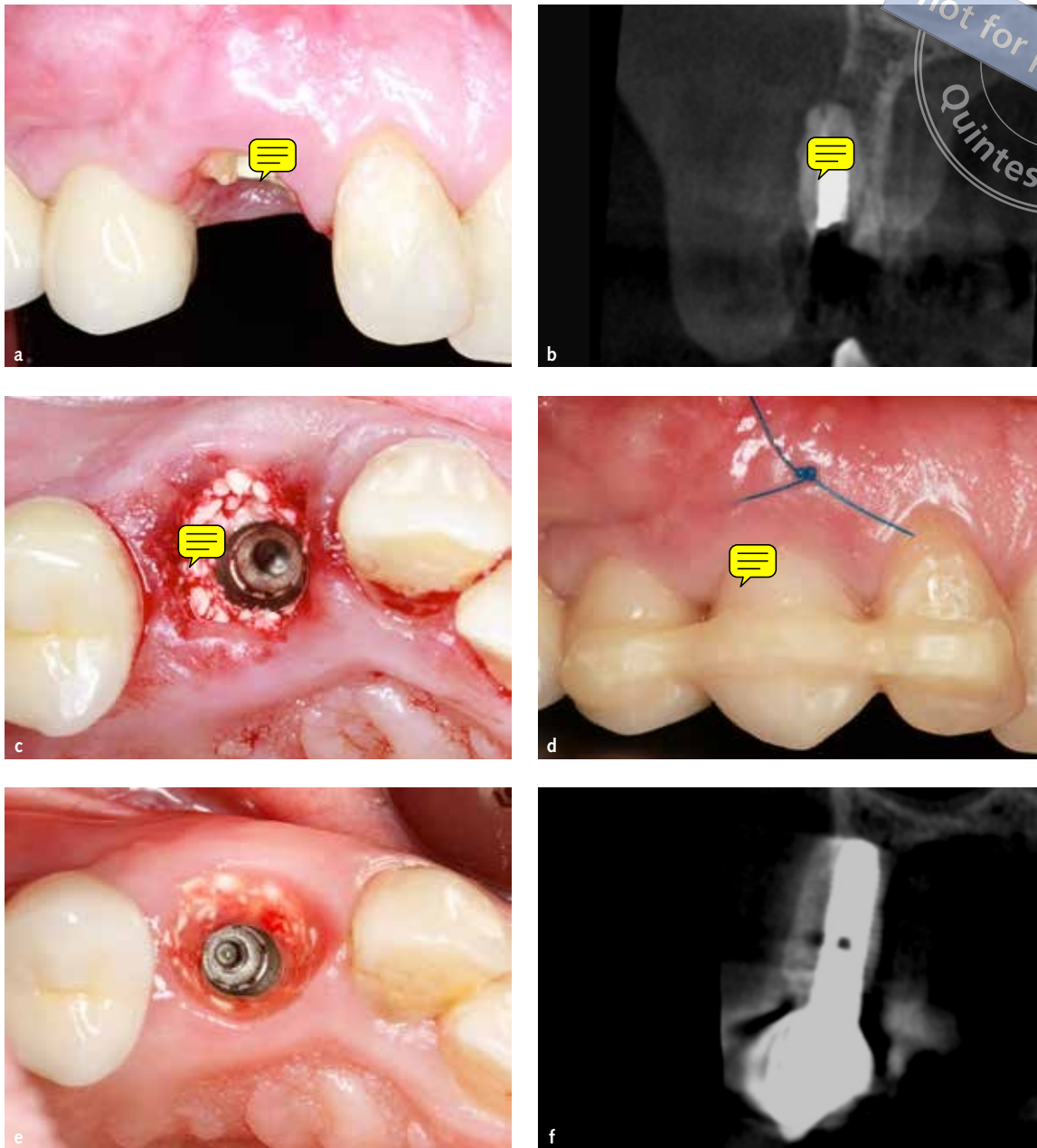
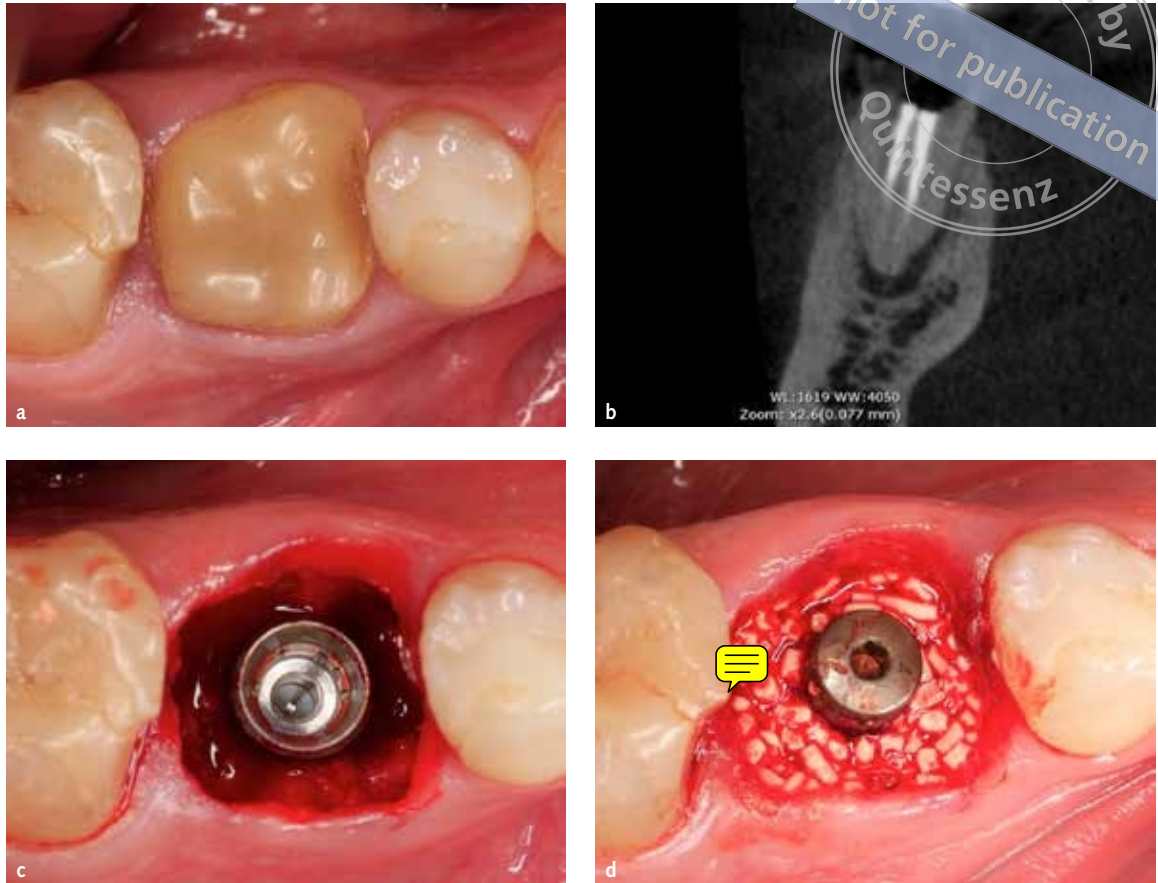


Abb. 2a bis g Sofortimplantation, Sofortrekonstruktion und Sofortversorgung bei Defekt der fazialen Knochenlamelle in Regio 13: a) Klinische Ausgangssituation des nicht erhaltungswürdigen Zahns 13 mit Wurzellängsfraktur und Defekt der fazialen Knochenlamelle. b) Sagittalanzeige des DVTs des Zahns 13 zeigt ausgeprägten Defekt der fazialen Knochenlamelle. c) Zustand nach Exzision, Sofortimplantation und lappenfreier Augmentation des fazialen Spalts zwischen Implantatoberfläche und fazialem Hart- und Weichgewebe mit BGM. d) Reizfreie periimplantäre Mukosa 4 Tage nach Sofortimplantation und Sofortversorgung mit unterkonturierter provisorischer Krone auf Titan-Abutment. e) Bei der definitiven Abformung sind einzelne, noch nicht umgebaute KEM-Partikel in der reizfreien periimplantären Mukosa zu erkennen. f) DVT nach 12 Monaten belegt die vollständige Rekonstruktion der fazialen Knochenlamelle. g) Definitive Versorgung mit verblendeter Zirkonoxid-Krone auf Zirkonoxid-Abutment 19 Monate nach Sofortimplantation und lappenfreier periimplantärer Augmentation mit BGM.





angefertigte DVT zeigte den ausgeprägten Defekt der facialen Knochenlamelle (Abb. 2b). Nach eingehender Aufklärung wurde die Wurzel schonend mit dem Benex® Extractor System (Fa. Zepf, Seiten-Oberflacht) entfernt und die Alveole unter dem Operationsmikroskop ohne Perforation der facialen Weichteile gründlich kürettiert und vollständig gereinigt. Das Implantatbett wurde im Kontakt zur palatinalen Alveolenwand aufbereitet und ein OsseoSpeed™ EV Profile Implantat (4.2 PC, Länge: 15 mm, Fa. Dentsply Sirona Implants) inseriert (Abb. 2c). Der 12 mm tiefe bukkale Spaltraum zwischen Implantatoberfläche und Mukosa wurde mit BGM aufgefüllt (Abb. 2d). Auf die Verwendung einer Membran wurde im Hinblick auf die bessere Blutversorgung verzichtet. Die Operation erfolgte ohne jegliche Schnittführung und Lappenbildung. Das Implantat wurde mit einem nicht funktions-tragenden Sofortprovisorium auf einem TiDesign™ Abutment (Fa. Dentsply Sirona Implants) versorgt und mit den Nachbarzähnen für 8 Wochen rigide mit einem Glasfasernetz zum Schutz vor unerwünschter

Krafteinleitung (Fa. Ribbond® THM, Seattle, USA) verblockt (Abb. 2e). Nach 4 Monaten mit reizfreier Einheilung wurde ein patientenindividuelles ATLANTIS Zirkonoxid-Abutment (Fa. Dentsply Sirona Implants) im Implantat definitiv fixiert und mit einer verblendeten Zirkonoxid-Krone versorgt.

■ Fall 2

Der 51 Jahre alte Patient stellte sich im Jahr 2014 mit dem zerstörten Zahn 46 vor (Abb. 3a und b). Nach eingehender Aufklärung über mögliche Therapiealternativen (Sofortimplantation, verzögerte Sofortimplantation oder Spätimplantation) erfolgte die Hemisektion und Entfernung des Zahns. Das Granulationsgewebe wurde aus der Alveole unter dem Operationsmikroskop entfernt. Die Implantatbettauflbereitung für ein parallelwandiges OsseoSpeed™ EV Implantat mit 5,4 mm Durchmesser erfolgte im interradikulären Septum. Das Implantat wurde zentral in die Alveole inseriert und leicht subkrestal ausgerichtet (Abb. 3c). Nach Einschrau-



Abb. 3a bis g Sofortimplantation in Molarenextraktionsalveole mit periimplantärer Defektaugmentation in Regio 46: a) Klinische Ausgangssituation des zerstörten und nicht erhaltungswürdigen Zahns 46. b) Sagittalachse im DVT zeigt den insuffizient endodontisch behandelten und nicht erhaltungswürdigen Zahn 46 mit apikaler Osteolyse. c) Sofortimplantation in Molarenextraktionsalveole zentriert über das interradikuläre Septum. d) Periimplantäre Augmentation mit BGM bis über das Niveau der Implantatschulter. e) Zum Zeitpunkt der Eingliederung der definitiven Versorgung 4 Monate nach Sofortimplantation sind Reste des BGM in der reizfreien periimplantären Mukosa sichtbar. f) Klinische Situation 2,5 Jahre nach Sofortimplantation belegt den Volumenerhalt des Alveolarkamms und das stabile Weichgewebeniveau mit einem natürlichen Emergenzprofil. g) DVT nach 30 Monaten belegt den vollständigen Erhalt des orovestibulären Volumens im Vergleich mit der präoperativen Dimension.



ben eines schmalen Healing-Abutments (Healing Uni EV 5.4, Fa. Dentsply Sirona Implants) erfolgte die Augmentation der periimplantären Spalträume mit dem BGM (Abb. 3d). Zum Verschluss der Alveole wurde das Healing-Abutment entfernt und ein HealDesign™ EV Abutment (Fa. Dentsply Sirona Implants) mit 6,5 mm Durchmesser eingebracht. Der marginale Restdefekt der Alveole wurde mit einer durch Zentrifugation patienteneigenen Blutes gewonnenen PRF-Membran gedeckt. Zur Sicherung des Augmentats kamen Matratzennähte nach Laurel zur Anwendung. Die OP erfolgte ohne jegliche Schnittführung und Lappenbildung.

■ Fall 3

Der 72 Jahre alte Patient stellte sich Anfang 2016 nach Verlust der Stiftkrone von Zahn 22 in der Praxis vor (Abb. 4a). Der kariöse Wurzelrest wies keine ausreichende Restsubstanz für eine prothetische Neuversorgung auf. Das präoperative DVT zeigte eine periapikale Osteolyse und den Verlust der fazi-

alen Knochenlamelle im apikalen Bereich (Abb. 4b). Intraoperativ zeigte sich, dass kein ausreichendes Knochenangebot für die primärstabile Insertion eines Sofortimplantats vorhanden war. Nach Aufklärung des Patienten erfolgte die lappenfreie Augmentation des Alveolarkammdefekts mit dem BGM und die Abdeckung mit einer Symbios® Kollagen Membran (Collagen Membrane SR, Fa. Dentsply Sirona Implants) (Abb. 4c). Der Patient verzichtete auf eine provisorische Versorgung in der Einheilungsphase des Augmentats. Die Wundheilung verlief unauffällig bei initial geringgradiger Exposition der Kollagenmembran und vollständiger Schleimhautbedeckung nach 2 Monaten (Abb. 4d). Der Patient spülte einmal täglich mit Chlorhexidindigluconat 0,2 %.

Nach 4 Monaten wurde ein DVT der betroffenen Region angefertigt, welches die Integration des KEM vermuten ließ (Abb. 4e). Basierend auf dem DVT-Datensatz und einem Modellscan wurde eine 3-D-Planung für eine Bohrschablone angefertigt. Die Bohrhülse wurde entsprechend einem Trepanbohrer mit einem Außendurchmesser mit 3,7 mm

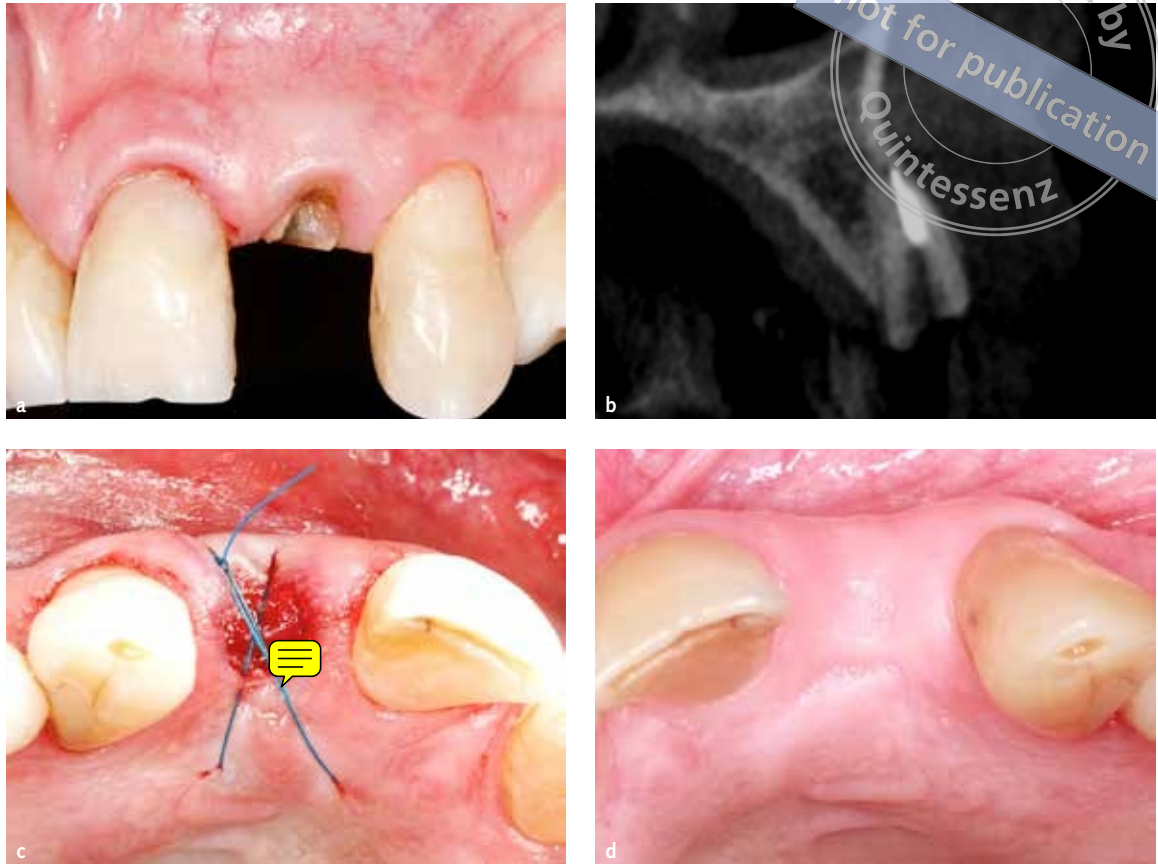


Abb. 4a bis d Alveolarkammprävention mit BGM und nachfolgender Implantation mit provisorischer Sofortversorgung in R2: a) Klinische Ausgangssituation des zerstörten Zahns 22. b) Sagittalansicht der DVT des Zahns 22 zeigt die apikale Perforation der fazialen Knochenlamelle und die periapikale Osteolyse. c) Klinische Situation nach lappenfreier Alveolarkammprävention mit BGM und Symbios Kollagen Membran. d) 4 Monate postoperativ ist der Augmentationsbereich vollständig mit Gingiva bedeckt.

gewählt. Nach minimalinvasiver Lappenbildung wurde eine Biospie des augmentierten Bereichs durch eine geführte Bohrung gewonnen, die mit dem Trepanbohrer der histologischen Untersuchung zugeführt wurde. Danach erfolgte die Insertion eines konischen OsseoSpeed™ EV Implantats mit 4,2 mm Durchmesser. Nach intraoperativer Registrierung der Implantatposition mit einem Abformpfosten, der Bohrschablone und einem dualhärtenden Komposit konnte am selben Tag ein Sofortprovisorium auf einem TiDesign™ Abutment angefertigt und eingliedert werden (Abb. 4f). Das verschraubte Sofortprovisorium wurde mit den Nachbarzähnen für 8 Wochen mit einem quervernetzten Glasfaserband (Ribbond THM) verblockt und wies keine okklusalen funktionellen Kontakte auf.

■ Nachuntersuchung und Definition der Bewertungskriterien

Die Patienten wurden klinisch und radiologisch präoperativ, zum Zeitpunkt der Implantatinsertion, 4 Monate postoperativ bei der definitiven Versorgung sowie im jährlichen Rhythmus untersucht.

Der primäre Endpunkt dieser Analyse war das Implantatüberleben nach einer Nachuntersuchungszeit von mindestens 1 Jahr.

Beurteilung der sekundären Ergebnisparameter

- Das marginale Knochenniveau wurde mithilfe von digitalen Einzelzahaufnahmen in Rechtwinkeltechnik beurteilt. Dabei wurde die vertikale Distanz zwischen Knochenniveau und

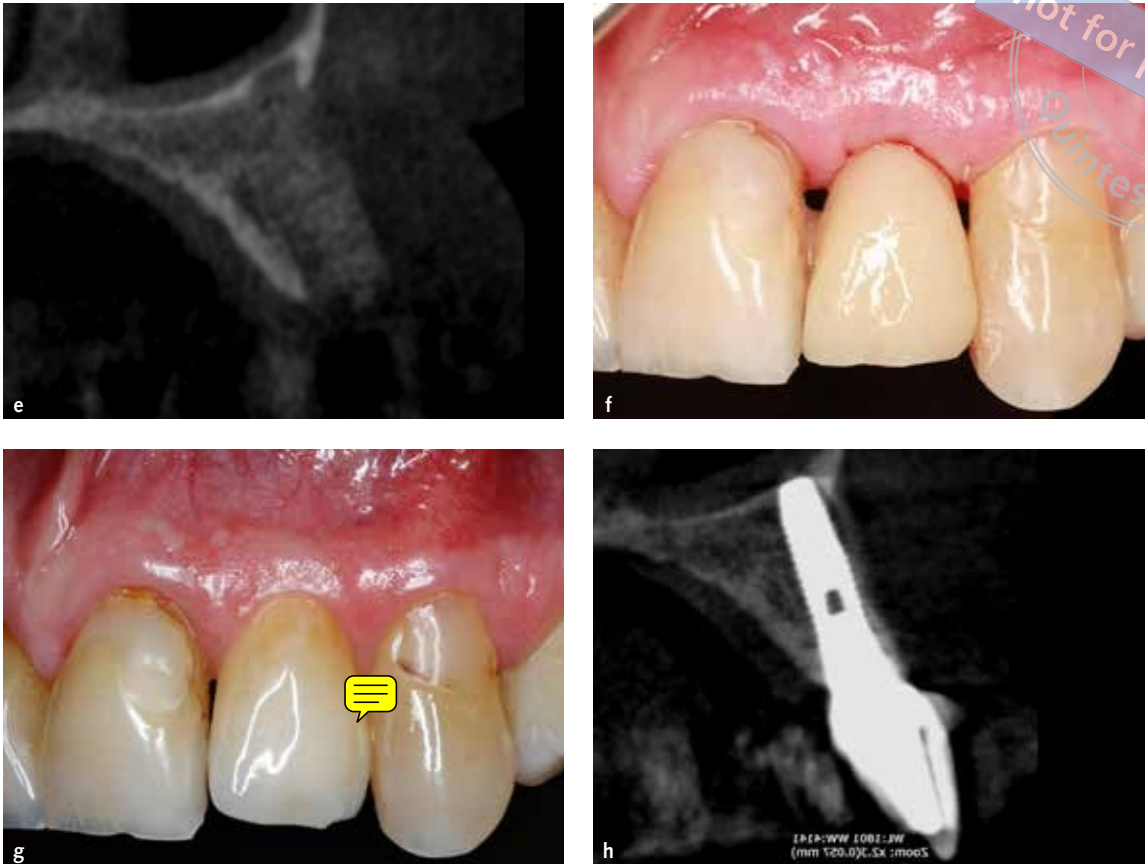


Abb. 4e bis h Alveolarkammprävention mit BGM und nachfolgender Implantation mit provisorischer Sofortversorgung in R... 22: e) Sagittalansicht einer DVT des augmentierten Bereichs lässt die knöchernen Regeneration des Augmentationsbereichs vermuten. f) Klinische Situation nach Implantation und Sofortversorgung mit einer provisorischen Krone am OP-Tag. g) Definitive Versorgung 1 Jahr nach Implantation mit Zirkonoxid-Abutment und Zirkonoxid-Krone mit Regeneration der periimplantären Weichgewebe. h) DVT 6 Monate nach Implantation belegt die Rekonstruktion der facialen Knochentlamelle.

- Implantatschulter mesial und distal gemessen. Ein Knochenniveau koronal der Implantatschulter wurde als positiver Wert dokumentiert.
- Das orovestibuläre Knochenvolumen wurde 1, 3 und 6 mm unter dem Implantatschulter- bzw. Kieferkammniveau anhand von Sagittalaufnahmen von präoperativen und im Rahmen der Nachuntersuchung erstellten DVTs ermittelt.
- Die Tiefe der mukogingivalen Rezession wurde durch die Distanz von der normalen Höhe der Schmelz-Zement-Grenze bis zum tiefsten Punkt der facialen mukogingivalen Girlande gemessen.
- Zur Beurteilung der Weichgewebeästhetik wurde der Pink Esthetic Scores (PES) nach Fürhauser¹⁵ angewendet und präoperativ und bei der finalen Nachuntersuchung evaluiert.
- Die Breite der befestigten Gingiva/Mukosa am Zahn bzw. Implantat wurde mit einer millimeter-

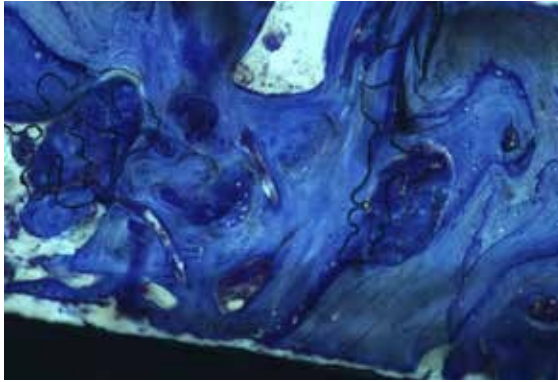
- skalierten Parodontalsonde (PCPUNC157, Fa. Hu-Friedy, Chicago, USA) bestimmt.
- An sechs Stellen (mesiofazial, fazial, distofazial, mesiooral, oral, distooral) wurden Sondierungstiefen am Implantat mit der Parodontalsonde erfasst.

■ Ergebnisse

■ Implantatüberleben

Alle Implantate heilten reizfrei ein und waren nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von $20,6 \pm 9,4$ Monaten (Spanne 12 bis 31 Monate) in situ. Die prothetische Versorgung erfolgte nach 4 Monaten. Bei der definitiven Abformung waren einzelne, noch nicht umgebaute BGM-Partikel bei

Abb. 5 Die 4 Monate nach Augmentation mit BGM gewonnene Knochenbiopsie zeigt den weitgehenden knöchernen Umbau des KEM bei wenig persistierender Hyaluronsäure-Granula.



den Sofortimplantationen in der reizfreien, periimplantären Mukosa zu erkennen (s. Abb. 2e und 3e).

Die Implantate wurden definitiv mit Abformpfosten und individuellem Löffel abgeformt. Als definitive Abutments wurden ATLANTIS® Zirkonoxid- oder Titan-Abutments (Fa. Dentsply Implants) eingebracht und mit 25 Ncm Drehmoment fixiert. Keramikverblendete Zirkonoxid-Kronen bzw. VMK-Kronen wurden auf dem Abutment mit TempBond (Fa. Kerr, Bioggio, Schweiz) fixiert (s. Abb. 2 g, 3f, 4 g).

■ Marginales Knochenniveau

Das mittlere periimplantäre Knochenniveau befand sich auf dem Niveau der Implantatschulter. Kein Implantat wies einen approximalen Knochendefekt auf.

■ Orovestibuläres Knochenvolumen

Vom Zeitpunkt der Augmentation mit dem BGM bis zur radiologischen Überprüfung nach einer Nachuntersuchungszeit von $17,7 \pm 11,3$ Monaten (Spanne 10 bis 31 Monate) reduzierte sich das orovestibuläre Volumen auf 1-mm-Niveau unter Kieferkamm-/Implantatschulter-Niveau um 3,7 % (von $8,2 \pm 1,6$ mm auf $7,9 \pm 2,0$ mm), auf 3-mm-Niveau um 3,3 % (von $8,7 \pm 1,9$ mm auf $9,0 \pm 2,2$ mm) und auf 6-mm-Niveau um 2,1 % (von $9,6 \pm 1,8$ mm auf $9,4 \pm 2,5$ mm).

Bei der Sofortimplantation im Eckzahnbereich bei Defekt der fazialen Lamelle belegte das DVT nach 13 Monaten die vollständige Rekonstruktion der fazialen Knochenlamelle (s. Abb. 2b und f). Das orovestibuläre Volumen reduzierte sich auf 1-mm-Niveau um 7,4 %, auf 3-mm-Niveau um 0 % und auf 6-mm-Niveau um 13,7 %.

Im Fall der Molarensfortimplantation war nach 30 Monaten auf 1, 3 und 6 mm keine Resorption nachweisbar (s. Abb. 3b und g).

Nach Kammprävention im Bereich des lateralen Inzisivus trat eine geringe Volumenreduktion auf. Das DVT 6 Monate nach Implantation und 10 Monate nach Kammprävention belegt eine stabile faziale Lamelle (s. Abb. 4e und h). Das orovestibuläre Volumen reduzierte sich auf 1-mm-Niveau um 8,4 % und auf 6-mm-Niveau um 0,9 %. Auf 3-mm-Niveau war keine Resorption festzustellen.

■ Mukogingivale Rezession

Die mittlere Rezession reduzierte sich von 1 mm präoperativ auf 0,3 mm bei der finalen Untersuchung.

■ Pink Esthetic Score nach Fürhauser

Der PES verbesserte sich im Mittel von 11,3 präoperativ auf 12,7 bei der letzten klinischen Nachuntersuchung.

■ Breite der befestigten Gingiva/Mukosa

Die mittlere Breite der keratinisierten Mukosa blieb von der präoperativen bis zur letzten klinischen Untersuchung unverändert.

■ Sondierungstiefen

Die mittlere Sondierungstiefe betrug vestibulär zwischen 2,3 und 2,7 mm und oral zwischen 2,7 und 3,5 mm.

■ Histologie

Die 4 Monate nach Augmentation mit BGM gewonnene Knochenbiopsie wurde in der Knochendünnschlifftechnik nach Donath aufgearbeitet und zeigt eine nahezu komplette Auffüllung mit vitalem, sehr kompaktem Knochen sowie klar erkennbaren Kittlinien des erfolgten Umbaus bei einem weitgehenden knöchernen Umbau des KEMs bis auf kleine umschriebene Restinseln an Fremdmaterial (Abb. 5). Vereinzelt sind noch HA-Granula nachweisbar, zudem zahlreiche Osteoblasten und die Bildung von sehr kompaktem Geflechtknochen mit vital angefärbten Osteozyten.

■ Diskussion

Diese Fallberichte beschreiben die erfolgreiche klinische Anwendung eines neuen biphasischen Knochenersatzmaterials zur periimplantären Defektaugmentation. Das marginale Knochenniveau blieb stabil auf dem Niveau der Implantatschulter und das orovestibuläre Knochenvolumen zeigte nur eine geringe Resorption.

Die gewonnene Biopsie des eingehielten KEM belegte die Integration in den neu gebildeten spongiosen Knochen und ist im Einklang mit Erkenntnissen aus früheren Studien mit HA/ β -TCP Präparaten^{7,10,11}. Schwarz et al.¹⁰ verglichen in einer immunhistochemischen Untersuchung an Hunden ein synthetisches, biphasisches Kalziumphosphat mit 60 % HA und 40 % β -TCP (BoneCeramic™, Fa. Straumann, Basel, Schweiz) mit dem xenogenen, bovinen Knochenersatzmaterial Bio-Oss® Collagen (Fa. Geistlich, Wolhusen, Schweiz). Beide Materialien erzielten nach 1, 4 und 9 Wochen Heilung äquivalente Ergebnisse nach GBR von Dehiszenzdefekten¹⁰. Cordaro et al.⁷ untersuchten in ihrer multizentrischen Studie die histomorphologischen Ergebnisse nach Sinusbodenelevation mit BoneCeramic™ und Bio-Oss®. Beide Materialien zeigten vergleichbare Mengen an neu gebildetem Knochen mit ähnlichem histologischem Erscheinungsbild nach 180 bis 240 Tagen. Jedoch wies Bio-Oss® mehr Kontakt zwischen neu gebildetem Knochen und Fremdmaterial sowie eine größere Menge an nicht resorbiertem Fremdmaterial auf. Es zeigte zudem weniger weichgewebliche Anteile im neu formierten Knochen⁷. Zafiroopoulos et al.¹¹ untersuchten die Regeneration intraossärer Defekte mittels GBR-Technik mit autologem Knochen sowie autologem Knochen vermischt mit Bio-Oss® oder mit BoneCeramic™. Xenogenes und alloplastisches Material erzielten vergleichbar gute Ergebnisse nach 12 Monaten und waren der Gruppe, welche nur mit autologem Knochen augmentiert wurde, signifikant überlegen¹¹.

Durch den hohen Anteil von TCP im hier untersuchten BGM zeigte sich histologisch nach 4 Monaten bereits eine nahezu komplette Auffüllung mit vitalem, sehr kompaktem Knochen sowie klar erkennbaren Kittlinien des erfolgten Umbaus mit nur kleinen Restinseln an Fremdmaterial. Die Vorteile der schnelleren Resorption und Umbaus des BGM im Vergleich mit Materialien mit einem hohen

HA-Anteil muss gegen den möglichen Nachteil der Volumenreduktion abgewogen werden, wobei dieser hier nach durchschnittlich 18 Monaten mit unter 5 % als gering bezeichnet werden kann.

Nach Extraktion eines Zahns kommt es zu erheblichen Resorptionen des Alveolarkamms^{16,17}, vor allem des bukkalen Bündelknochens¹⁸. Zur Knochenneuf ormation und zum Erhalt des Alveolarkammprofils nach Zahnextraktion wurde KEM in Extraktionsalveolen eingebracht und in tierexperimentellen¹⁹ und humanen Studien untersucht. In einer tierexperimentellen Studie wurde die Kammpvention nach Prämolarenextraktion beim Hund mit Bio-Oss® Collagen (Fa. Geistlich) im Vergleich zu keiner Defektfüllung untersucht. Nach 6 Monaten zeigte sich, dass das Einbringen von Bio-Oss® Collagen in die Extraktionsalveolen als Gerüst für die Geweberegeneration diente, aber nicht die Knochenregeneration anregte. Im Vergleich mit der nicht augmentierten Seite war die Dimension und das Profil des Alveolarkamms auf der Bio-Oss-augmentierten Seite besser erhalten²⁰.

Die Sofortimplantation in Extraktionsalveolen mit fazialem Knochendefekt wird in der Literatur widersprüchlich diskutiert. Verschiedene Autoren beschreiben, dass die typischen Voraussetzungen für eine Sofortimplantation und insbesondere eine Sofortversorgung bei fazialem Knochendefekt nicht gegeben sei^{21,22}. In retrospektiven und prospektiven Studien zeigen hingegen, dass eine Sofortimplantation mit gleichzeitiger Rekonstruktion der defekten oder fehlenden fazialen Knochenlamelle mit autologem Knochen möglich ist. Sie stellt im Bezug auf Überlebensraten, marginales Knochenniveau und ästhetische Ergebnisse eine vorhersagbare Alternative zur verzögerten Sofortimplantation und der Spätimplantation dar^{1,23,24}. Covani et al.²⁵ konnten belegen, dass eine Sofortimplantation bei fazialem Verlust des Knochens mit einer Rekonstruktion mit einem porzinen KEM (Osteobiol, Fa. Tecnos, Turin, Italien) mit oder ohne Lappenbildung voraussagbar möglich ist. Im vorliegenden Fall wurde entsprechend dem zuvor beschriebenen lappenfreien Behandlungskonzept sofortimplantiert und sofortversorgt. Einzig das autologe Augmentationsmaterial wurde hier durch das neue BGM ersetzt und führte zu einem günstigen klinischen und radiologischen Ergebnis.

Erste Studien zur Sofortimplantation in Extraktionsalveolen mehrwurzliger Zähne im Ober- und

Unterkiefer begannen 1989 und wurden von der Arbeitsgruppe um Schwartz-Arad durchgeführt²⁶. Sie beschrieben die Molarensofortimplantation als vorhersagbare chirurgische Technik. Die meisten Implantate wurden jedoch nicht im interradiikulären Septum inseriert, zudem lies man die Implantate vorwiegend geschlossen einheilen. Seitdem wurden laut Reviews von Atieh (2010)²⁷ und Ketabi²⁸ 24 Studien zu diesem Thema publiziert. Dabei wurden 1.781 Molarensofortimplantate nachuntersucht und zeigten Überlebensraten von mehr als 98 %. Darunter befanden sich auch Studien mit Kontrollgruppen, in denen Implantate in ausgeheilte Situationen inseriert wurden. In keiner dieser Untersuchungen konnte ein statistisch signifikanter Unterschied im Bezug auf das Implantatüberleben festgestellt werden²⁷⁻³². Eine Modifikation der Technik wurde in der von Rebele et al. publizierten Fallserie beschrieben³³. Um die technisch anspruchsvolle Aufbereitung des Implantataltagers im interradiikulären Septum zu erleichtern, wurden die Molaren zunächst auf Gingivaniveau eingekürzt, um dann die nun verbliebenen Wurzeln geführt durch das Lager aufzubereiten zu können. Erst nach vollständiger Implantatbetaufbereitung im interradiikulären Septum wurden die verbliebenen Wurzelanteile entfernt.

Eine klinische Untersuchung durch Arora et al. verglich Sofortimplantationen mit und ohne Verwendung von PRF als alleiniges Augmentat³⁴. In der Testgruppe wurde der periimplantäre Spalt mit PRF aufgefüllt und danach plastisch gedeckt. In der Kontrollgruppe erfolgte keine Augmentation des periimplantären Spaltraums sondern lediglich eine plastische Deckung. Die Ergebnisse zeigten zunächst, dass es in der Testgruppe zu keiner Schraubenexposition während der Einheilphase kam, wobei sich in der Kontrollgruppe dieses Phänomen bei 6 von 10 Fällen zeigte. Der PES war nach 6 Monaten in der Testgruppe signifikant besser. 12 Monate postoperativ angefertigte DVT-Aufnahmen zeigten, dass periimplantäre Spalträume mit mehr als 2 mm in der Testgruppe vollständig verknöchert waren, wobei diese in der Kontrollgruppe nach 12 Monaten nicht knöchern durchbaut waren. Auch das marginale Knochenniveau war nach 12 Monaten in der Testgruppe signifikant besser.

Die Vorteile der Sofortimplantation in Molarenextraktionsalveolen bestehen sowohl in der kürzeren Therapiedauer als auch in der reduzierten Anzahl chirurgischer Eingriffe, auch wenn die Sofortimplan-

tation bei Molaren technisch anspruchsvoller ist als bei einwurzligen Zähnen³⁵. Ob durch diese Technik das Volumen des Alveolarkamms besser erhalten werden kann, wie im vorliegenden Fall dokumentiert, muss in prospektiven Studien geprüft werden. Der Vergleich zwischen autologem Knochen und dem hier verwendeten BGM zur periimplantären Defektaugmentation bei Molarensofortimplantationen wird in einer prospektiven, randomisierten Studie seit mehr als zwei Jahren in der Klinik der Autoren untersucht.

■ Zusammenfassung

Die klinische Anwendung und die radiologische Untersuchung des neuen biphasischen, synthetischen BGM belegt, dass das Material zur Augmentation periimplantärer Knochendefekte geeignet zu sein scheint. Die bisherigen Resultate sind, mit der Einschränkung der geringen Fallzahl, bezüglich Erhalt des Knochenvolumens und marginaler Knochenstabilität günstig, auch wenn die Langzeitstabilität in prospektiven, möglichst randomisierten, klinischen Studien geprüft werden muss. Die histologische Untersuchung aus dem 4 Monate zuvor mit BGM augmentierten Bereichs zeigte große Anteile neu gebildeten Knochens und nur noch geringe Restmengen an HA.

■ Abkürzungen

- **BGM** Symbios® Biphasic Bone Graft Material
- **DVT** digitale Volumentomografie
- **HA** Hydroxylapatit
- **GBR** gesteuerte Knochenregeneration
- **KEM** Knochenersatzmaterial
- **PES** Pink Esthetic Score
- **PRF** Plättchenreiches Fibrin
- **TCP** Trikalziumphosphat
- **VMK** Keramikverblekkrone

■ Literatur

1. Noelken R, Neffe BA, Kunkel M, Wagner W. Maintenance of marginal bone support and soft tissue esthetics at immediately provisionalized OsseoSpeed implants placed into extraction sites: 2-year results. Clin Oral Implants Res 2014;25:214-220.
2. Noelken R, Oberhansl F, Kunkel M, Wagner W. Immediately provisionalized OsseoSpeed Profile implants inserted into extraction sockets: 3-year results. Clin Oral Implants Res 2016;27:744-749.

3. Knofler W, Barth T, Graul R, Krampe D. Retrospective analysis of 10,000 implants from insertion up to 20 years-analysis of implantations using augmentative procedures. *Int J Implant Dent* 2016;2:25.
4. Murphy CM, O'Brien FJ, Little DG, Schindeler A. Cell-scaffold interactions in the bone tissue engineering triad. *Eur Cell Mater* 2013;26:120–132.
5. Esposito M, Grusovin MG, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: bone augmentation techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006(1):CD003607.
6. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:696–710.
7. Cordaro L, Bosshardt DD, Palattella P, Rao W, Serino G, Chiapasco M. Maxillary sinus grafting with Bio-Oss or Straumann Bone Ceramic: histomorphometric results from a randomized controlled multicenter clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:796–803.
8. Buser D, Chappuis V, Bornstein MM, Wittneben JG, Frei M, Belsler UC. Long-term stability of contour augmentation with early implant placement following single tooth extraction in the esthetic zone: a prospective, cross-sectional study in 41 patients with a 5- to 9-year follow-up. *J Periodontol* 2013;84:1517–1527.
9. Sogal A, Tofe AJ. Risk assessment of bovine spongiform encephalopathy transmission through bone graft material derived from bovine bone used for dental applications. *J Periodontol* 1999;70:1053–1063.
10. Schwarz F, Herten M, Ferrari D, Wieland M, Schmitz L, Engelhardt E, et al. Guided bone regeneration at dehiscence-type defects using biphasic hydroxyapatite + beta tricalcium phosphate (Bone Ceramic) or a collagen-coated natural bone mineral (BioOss Collagen): an immunohistochemical study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36:1198–1206.
11. Zafiroopoulos GG, Hoffmann O, Kasaj A, Willershausen B, Weiss O, Van Dyke TE. Treatment of intrabony defects using guided tissue regeneration and autogenous spongiosa alone or combined with hydroxyapatite/beta-tricalcium phosphate bone substitute or bovine-derived xenograft. *J Periodontol* 2007;78:2216–2225.
12. Ewers R. Maxilla sinus grafting with marine algae derived bone forming material: a clinical report of long-term results. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:1712–1723.
13. Turhani D, Cvikl B, Watzinger E, Weissenbock M, Yerit K, Thurnher D, et al. In vitro growth and differentiation of osteoblast-like cells on hydroxyapatite ceramic granule calcified from red algae. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:793–799.
14. Turhani D, Watzinger E, Weissenbock M, Cvikl B, Thurnher D, Wittwer G, et al. Analysis of cell-seeded 3-dimensional bone constructs manufactured in vitro with hydroxyapatite granules obtained from red algae. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:673–681.
15. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:639–644.
16. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313–323.
17. Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2011;23(Suppl 3):1–21.
18. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212–218.
19. Araujo M, Linder E, Lindhe J. Effect of a xenograft on early bone formation in extraction sockets: an experimental study in dog. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1–6.
20. Araujo MG, Lindhe J. Ridge preservation with the use of Bio-Oss collagen: A 6-month study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:433–440.
21. Wöhrle PS. Single-tooth replacement in the aesthetic zone with immediate provisionalization: fourteen consecutive case reports. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998;10:1107–1114; quiz 16.
22. Kan JYK, Rungcharassaeng K. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: A surgical and prosthodontic rationale. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:817–824.
23. Noelken R, Kunkel M, Wagner W. Immediate implant placement and provisionalization after long-axis root fracture and complete loss of the facial bony lamella. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:175–183.
24. Noelken R, Oberhansl F, Kunkel M, Wagner W. Immediately provisionalized OsseoSpeed™ Profile implants inserted into extraction sockets: 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:744–749.
25. Covani U, Cornelini R, Barone A. Buccal bone augmentation around immediate implants with and without flap elevation: a modified approach. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:841–846.
26. Schwartz-Arad D, Grossman Y, Chaushu G. The clinical effectiveness of implants placed immediately into fresh extraction sites of molar teeth. *J Periodontol* 2000;71:839–844.
27. Atieh MA, Payne AG, Duncan WJ, de Silva RK, Cullinan MP. Immediate placement or immediate restoration/loading of single implants for molar tooth replacement: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:401–415.
28. Ketabi M, Deporter D, Atenafu EG. A Systematic Review of Outcomes Following Immediate Molar Implant Placement Based on Recently Published Studies. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016;18:1084–1094.
29. Annibali S, Bignozzi I, Iacovazzi L, La Monaca G, Cristalli MP. Immediate, early, and late implant placement in first-molar sites: a retrospective case series. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:1108–1122.
30. de Moraes EJ, Rao Genovese F. Comparison between immediate and delayed laser-treated implants surface with switching platform: a clinical retrospective study. *J Oral Implantol* 2013;39:333–338.
31. Penarrocha-Oltra D, Demarchi CL, Maestre-Ferrin L, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Diago M. Comparison of immediate and delayed implants in the maxillary molar region: a retrospective study of 123 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:604–610.
32. Vandeweghe S, Ackermann A, Bronner J, Hattingh A, Tschakaloff A, De Bruyn H. A retrospective, multicenter study on a novo wide-body implant for posterior regions. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:281–292.
33. Rebele SF, Zuhr O, Hurzeler MB. Pre-extractive interradicular implant bed preparation: case presentations of a novel approach to immediate implant placement at multirooted molar sites. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33:89–96.
34. Arora S, Ball S, Thukral P, Bhushan A, Taneja M, Aggarwal P. A comparative evaluation of immediate implant placement in fresh extraction socket with and without the use of platelet-rich fibrin: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Implantol Clin Res* 2016;7:48–58.
35. Schropp L, Isidor F. Timing of implant placement relative to tooth extraction. *J Oral Rehabil* 2008;35(Suppl 1):33–43.

New biphasic bone graft material for peri-implant defect grafting: Early clinical, radiographic, and histologic results

KEYWORDS *bone graft material, biphasic, alloplastic, immediate implant placement, ridge preservation, immediate provisionalization, bone defect, bone grafting, marginal bone level*

Aim: The retrospective analysis of these case reports evaluates implant survival as well as hard and soft tissue changes around OsseoSpeed EV implants (Dentsply Sirona) following peri-implant defect grafting using the alloplastic Symbios Biphasic Bone Graft Material (Dentsply Sirona). **Material and Methods:** In three patients with distinct alveolar crest defects, implant insertion was performed with simultaneous or preoperative flapless defect grafting with the bone graft material (BGM) as the sole graft material. Different treatment concepts were applied: immediate implant placement with or without immediate restoration, preservation of the alveolar crest, and delayed implant insertion. Implant survival, bone level and volume, and soft tissue parameters were evaluated within a follow-up period of at least 1 year. In cases of delayed implant insertion, it was possible to obtain a biopsy of the incorporated material for evaluation. **Results:** No implant was lost within the mean follow-up period of 21 months. The peri-implant bone level was at the level of the implant shoulder. The orovestibular bone volume was slightly reduced. The mean recession decreased from 1.0 mm to 0.3 mm. The mean pink esthetic score improved from 11.3 to 12.7. The mean width of the attached mucosa was unchanged. The histologic examination of the BGM presented almost complete ingrowth of bone at 4 months. **Conclusions:** The implant survival rate, the peri-implant bone level and volume, the soft tissue parameters, and the quick ingrowth of bone may suggest that the new biphasic BGM can be used successfully for peri-implant grafting.