

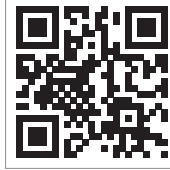
2

CME-Punkte

Die Knochenneubildung (Neogenese) folgt im Rahmen der Regeneration verloren gegangener Knochensubstanz unumstößlichen biologischen Gesetzen. Die Schaffung von Hohlräumen durch sog. Spacemaker in Kombination mit der darin stattfindenden Bildung eines Blutkoagulums ist ein seit Langem bekanntes Verfahren zur gesteuerten Knochenregeneration (GBR). Dieser Fachbeitrag stellt ein autologes Therapiekonzept zur gesteuerten Regeneration von lamellärem Knochengewebe vor, das auf dem altbewährten Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip beruht und kein Knochenersatzmaterial für den Behandlungserfolg benötigt.

Dr. Karl Ulrich Volz  
[Infos zum Autor]

Literatur



## Verzicht auf Sekundärmaterialien zum Knochenersatz in der GBR

Dr. Karl Ulrich Volz, Prof. Dr. Ralf Smeets, Dr. Martin Chares, Dr. Stefan König, M.Sc., Dr. Dominik Nischwitz, Dr. Alexander Neubauer, Sabine Hutfilz

Bei der GBR kommt es durch die in den thrombozytären Alpha-Granula enthaltenen Wachstumsfaktoren zu einer schnellen Blutgefäßeinsprossung in das Koagel, welcher eine schnelle Knochenregeneration über die Kallusbildung folgt.<sup>1-3</sup> Hierbei können die osseoinduktiven Eigenschaften des Periosts oder der Schneider'schen Membran zusätzlich positiven Einfluss nehmen. Histologisch führt diese Form der Knochenneubildung zu einer gefäßreichen Havers'schen Knochenmorphologie im Langzeitverlauf und ist damit einem Knochenregenerat, das über Knochenersatzmaterialien gebildet wird, vor allem im Hinblick auf sein Responseverhalten auf eingeleitete Belastungen funktionell weit überlegen. Das neue Sinusimplantat (SDS, Swiss Dental Solutions AG, Schweiz; Abb. 1) aus der Serie der „Bone Growing Implants“ unterstützt durch seine spezifische Makrogeometrie, die auf dem Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip beruht,

diese Form der sog. Callus Bone Formation, in dem ein stabiler und voluminöser Hohlraum (Biocontainer) erzeugt und über den notwendigen Zeitraum so lange offen gehalten wird, dass unter Verzicht auf Knochenersatzmaterialien verlässlich neuer Knochen von höchster biologischer Qualität generiert werden kann.<sup>4,5</sup>

### Zielsetzung

Ziel unserer Entwicklungsarbeit war es, unter Verzicht auf Sekundärmaterialien zur Augmentation, ein verlässliches chirurgisches Verfahren zu entwickeln, das in qualitativer und quantitativer Hinsicht funktionell geeigneten Knochen im Sinus maxillaris entstehen lässt, in welchem dentale Implantate mit hoher Vorhersagbarkeit verankert werden können. Neben ei-

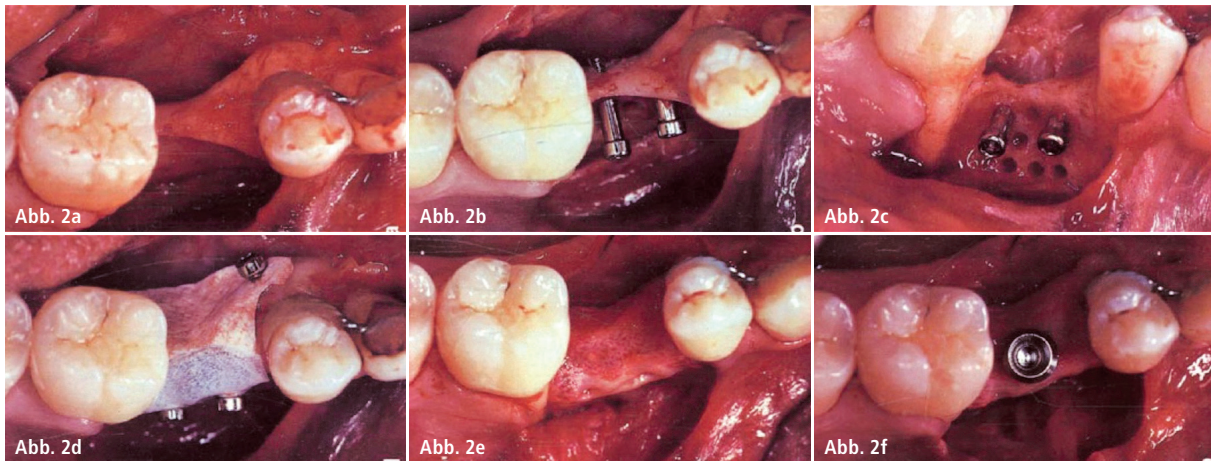
ner erheblichen Reduzierung des operativen Risikos sowie postoperativer Komplikationen und damit der operativen Belastung der Patienten würde gleichzeitig eine erhebliche Kostenersparnis für die Patienten erreicht werden.

### Material und Methode

Es wurden modifizierte Zirkonoxidimplantate (SDS, Swiss Dental Solutions AG, Schweiz) verwendet. Diese weisen an ihrem apikalen Ende ein diskusförmiges und möglichst großes Plateau auf, um die Schneider'sche Membran großflächig und damit im Hinblick auf Perforationen risikominimiert zu stützen. Gleichzeitig soll ein großer periimplantärer Hohlraum zum Implantatkörper geschaffen und über die notwendige Zeit offen gehalten werden, wodurch ein bioaktiver Container erzeugt wird. In diesem soll eine rein autologe und über das Blutkoagel initiierte Knochenneubil-



**Abb. 1:** Das zweiteilige Keramikimplantat weist an der apikalen Spitze eine diskusförmige Auswölbung mit weichen Rundungen auf, die nicht nur die Membran breitflächig und risikoreduziert stützt, sondern auch einen Hohlraum zum Gewinde hin schafft.



Fotos © 2007, John Wiley and Sons

**Abb. 2a–f:** Das Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip wird in der Veröffentlichung von Hämmerle et al. 2000 eindrucksvoll demonstriert.<sup>9</sup>

zung ablaufen, die im Langzeitverlauf zu einer Havers'schen Knochenmorphologie führen soll.

### Biologische Prinzipien

#### Systemische Bedingungen

Die allgemeine Fähigkeit des Organismus, neuen Knochen zu bilden, muss im Vorfeld der Implantatinserterion gestärkt werden. Dazu wurden alle Patienten angehalten, ihren LDL-Wert (Low Density Lipoprotein) auf unter 1,2 g/l und ihren Vitamin-D3-Wert (25 OH-Colecalciferol) auf größer 70 ng/ml durch entsprechende Diät und Einnahme einer spezifischen Vitamin- und Mineralstoffmischung (Basic Immune, SWISS BIOHEALTH AG) einzustellen. Gemäß der Studie von Choukroun et al. 2014 wird dadurch das Risiko einer Infektion reduziert und die Knochenbildung beschleunigt.<sup>6</sup>

#### Lokale Bedingungen 1

Es soll eine Verbesserung der extrazellulären Matrix erreicht werden – durch Schaffung eines stabilen Hohlraums, gebildet aus knöchernem Kieferhöhlenboden und Schneider'scher Membran. Palma et al. 2006 haben gezeigt, dass regelmäßig neuer Knochen gebildet wird in Kontakt zur Schneider'schen Membran auch in reinen Blutkoagelregionen, was die osteoinduktive Eigenschaft der Kieferhöhlenmembran belegt.<sup>7</sup>

#### Lokale Bedingungen 2

Der Erhalt der Durchblutung des neugebildeten Knochens ist notwendig.

Mammoto et al. 2009 postulieren, dass der langfristige Erhalt von regeneriertem oder neugebildetem Knochen vor allem vom Erhalt der Durchblutung dieses Knochens abhängt.<sup>8</sup> Die Vermeidung von Sekundärmaterialien zum Knochenersatz erhöht den Anteil und die Ausdehnung einer gefäßreichen, Havers'schen Knochenmorphologie, die über eine initiale Gefäßinsprossung in einen autologen Blutclot mit nachfolgendem Einwachsen von Geflechtknochen entsteht, aus welchem sich eine lamelläre Knochenstruktur entwickelt.<sup>3</sup>

#### Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip

Bereits im Jahre 1998 haben Hämmerle et al. 2000 gezeigt, dass mit dem sog. Memfix®-System sich große Volumina an neuem Knochen bilden lassen, ohne dass ein Knochenblock oder granulöses Knochenersatzmaterial Anwendung finden muss (Abb. 2).<sup>9</sup> Das Periost wurde durch eine Art „Zeltstange“ (Memfix®-Schraube) auf Abstand gehalten. Zusätzlich wurde über eine oder mehrere weitere Zeltstangen Membranen (Goretex®) gelegt und fixiert, um den Hohlraum zusätzlich zu schützen und abzudichten.

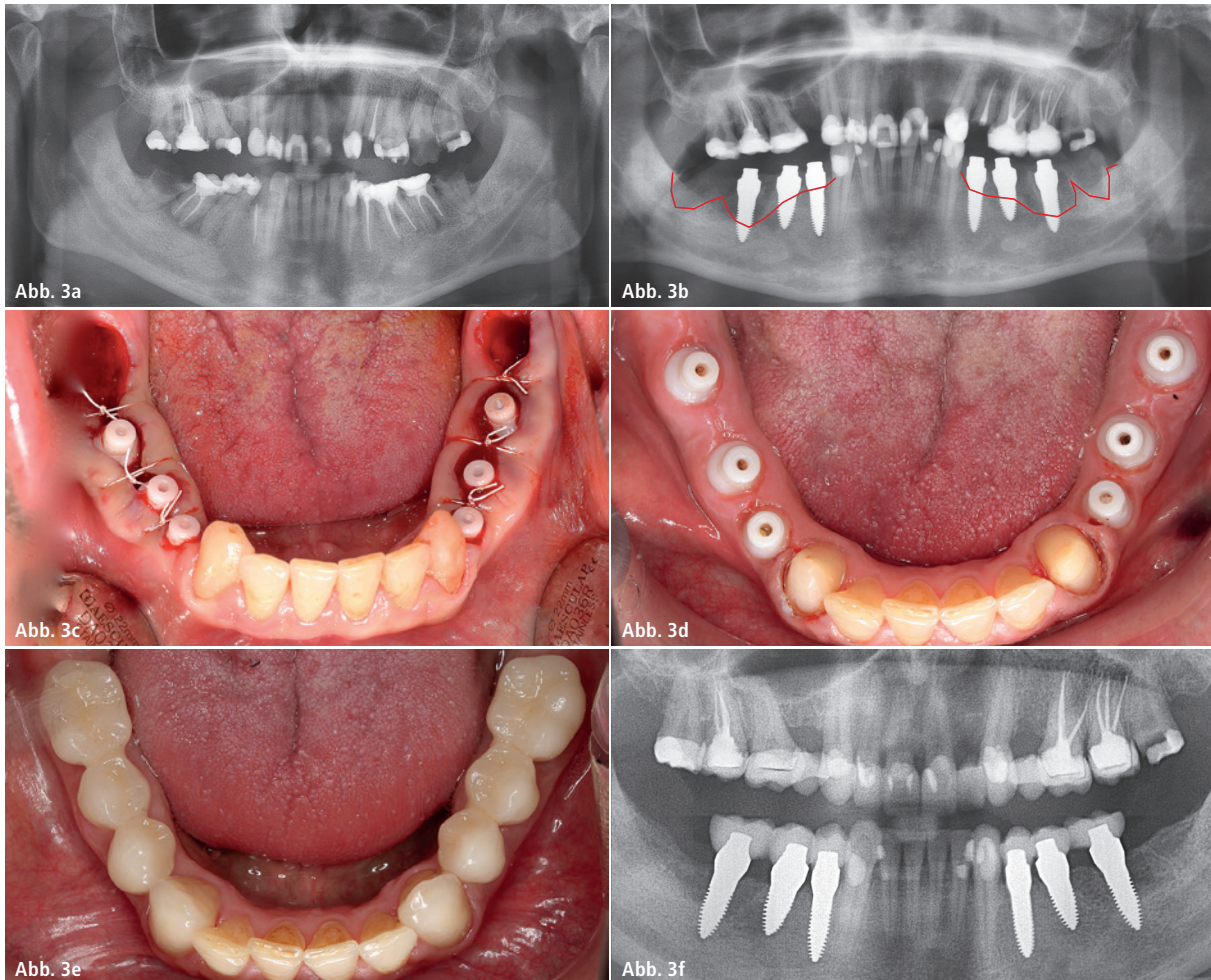
Die Bedeutung des Periosts für die Knochenregeneration ist unbestritten. Srouji et al. 2009 stellen fest, dass es sich bei der Schneider'schen Membran um Periost handelt, welches ohne die Anwesenheit calcifizierter Strukturen alleine und nur durch das Vorhandensein eines Blutkoagels alle zur Knochenregeneration

notwendigen humoralen und zellulären Faktoren, wie z.B. Beispiel Bone Morphogenic Protein 2, produziert.<sup>10</sup> Weitere Studien zeigen, dass das Periost eine hervorragende Quelle für knochenbildende Vorläuferzellen ist. Froget et al. 2011 weisen auf die Fähigkeit des Periosts zur lokalen Angiogenesis hin.<sup>11</sup> Marolt et al. 2015 zeigen die Existenz von knochenbildenden Stammzellen im Periost auf, You-Kyong et al. 2016 folgern: „Thus, periosteum-derived cells can be expected to be a good source for bone regeneration.“<sup>12,13</sup>

Wir wissen heute auch, dass keine künstliche Membran nötig ist. Die dichte und hohlraumstabile Abdeckung mit Periost oder Schneider'scher Membran ist ausreichend, um den Hohlraum effektiv zu schützen (Abb. 3). Dieser Verzicht erniedrigt wiederum das Risiko einer Infektion oder einer Dehiscenz und reduziert die Kosten des Eingriffes. Das zusätzliche Einbringen von PRF-Membranen stabilisiert das Blutkoagel im Hohlraum und unterstützt die Knochenneubildung und Geweberegeneration.<sup>14–16</sup>

In einer Weiterentwicklung des Wurzelscheiben-Protokolls nach Randelzhofer et al. 2016 wurden nach einer Idee von Choukroun und Simonpieri bei ausgedehnten Defekten Scheiben aus Zirkonoxid auf Keramikimplantate fixiert.<sup>17</sup> Diese lassen eine vollständige Regeneration des Defektes unter Verwendung von A-PRF erkennen.

Auch asymmetrische Auswölbungen an Keramikimplantaten führen durch die Abdichtung der Nachbaralveole



**Abb. 3a–f:** Im Zuge einer Sofortimplantation wurden die Implantate auf die gewünschte Knochenregenerationslinie platziert und das unverletzte Periost sowie die stabile Attached Gingiva lage- und hohlraumstabil über die tulpenförmige Erweiterung (= Sonnenschirm-Prinzip) des Keramikimplantates gelegt. Die finale Versorgung mit e.max-Kronen nur zweieinhalb Monate postoperativ zeigt auf dem OPG eine vollständige Regeneration des Knochens auf Soll-Niveau.

und den Sonnenschirmeffekt zu einer vollständigen Knochenregeneration (Abb. 4 und 5).

### Literaturrecherche

Verschiedene Gruppen haben sich intensiv mit der knochenersatzfreien Generierung von Neuknochen im Sinus maxillaris beschäftigt:

1. Palma et al. 2006 haben gezeigt, dass neuer Knochen regelmäßig in Kontakt mit der Schneider'schen Membran in reinen Blutkoagelregionen entsteht und damit das osteoinduktive Potenzial der Membran nachgewiesen („New bone is frequently deposited in contact with the schneiderian membrane in coagulum-alone sites, indicating the osteoinductive potential of the membrane.“).<sup>7</sup>
2. Cricchio et al. 2009 installierten resorbierbare Spacemaker und konn-

- ten zeigen, dass nahezu ausschließlich in Kombination mit der simultanen Insertion von Implantaten Knochen entlang dem Implantatgewinde generiert werden konnte („Histologically there were only minor or no signs of bone formation in the sites with a space-making device only. Sites with simultaneous implant placement showed bone formation along the implant surface.“).<sup>18</sup>
3. Jungner et al. 2015 stellten fest, dass neuer Knochen nach Sinusbodenelevation vom Sinusboden aus entlang dem Implantat in den Hohlraum wächst, ganz gleich, ob Knochenersatzmaterial verwendet wurde oder nicht („Bone formation after sinus membrane elevation with or without additional bone grafts starts at the sinus floor and sprouts into the elevated space along the implant surface.“).<sup>19</sup>

4. Cricchio et al. 2011 bewiesen, dass Knochenbildung eine sichere Konstante war, sobald die Schneider'sche Membran eleviert wurde („When the sinus membrane was elevated, bone formation was a constant finding.“) und schlussfolgerten daraus, dass ein idealer Spacemaker stabil sein und die Schneider'sche Membran sicher stützen sollte, um die Verbindung zwischen der Membran und dem abgedichteten Hohlraum zu erhalten („An ideal space-making device should be stable and elevate the membrane to ensure a maintained connection between the membrane and the secluded space.“).<sup>20</sup>
5. Sohn et al. 2008 zeigen die Kapazität zur Knochenneubildung im Sinus maxillaris nach Anhebung der Schneider'schen Membran und gleichzeitiger Implantatinsertion in den so geschaffenen Hohlraum



## EIN STARKES TEAM

### Echtes Backward Planning

Synchrone Implantat- und Prothetikplanung durch Echtzeit-Verbindung

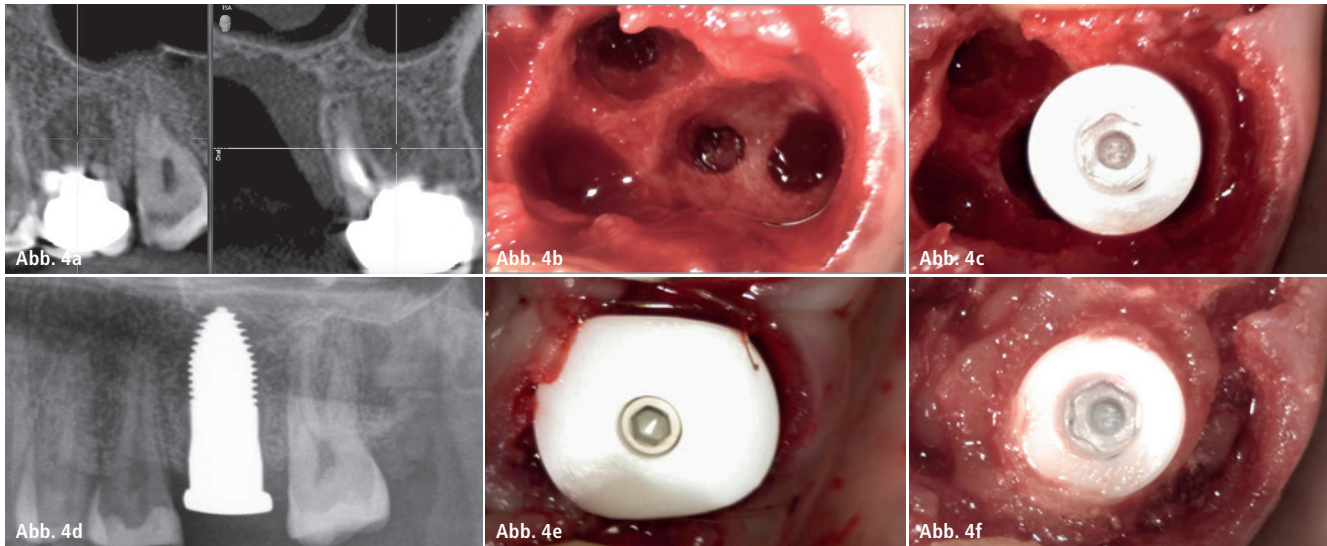
### Optimierte Zusammenarbeit mit dem Labor

Temporäre Versorgung und individuelle Gingivaformer verfügbar bei Implantatinsertion

### Zufriedenere Patienten

Weniger Patientensitzungen und bessere Ästhetik

**Neu:** coDiagnostiX™ 9.8 jetzt erhältlich



**Abb. 4a–f:** Das Implantat wird ausschließlich in der Kieferhöhlenbodenkompakta nach internem Sinuslift fixiert. Der Hohlraum mit A-PRF gefüllt und die Alveole im Sinne eines Sonnenschirms mit einem Disc-Abutment verschlossen und abgedichtet. Vollständige Füllung des Defektes erfolgte nach vier Monaten.

ohne zusätzliche Einbringung von Knochenersatzmaterial („New bone formation without additional bone graft in the maxillary sinuses revealed from the clinical, radiographic, and histologic results ...“).<sup>21</sup>

In Zusammenfassung der fünf oben erwähnten Studien lässt sich schlussfolgern, dass ein optimales One-stage-Ergebnis erzielt werden kann, durch die knochenersatzfreie Insertion einer Implantatform, die in der Lage ist, die Schneider'sche Membran perforationsfrei zu stützen sowie gleichzeitig einen großen und stabilen Hohlraum zu schaffen und zu erhalten und diesen

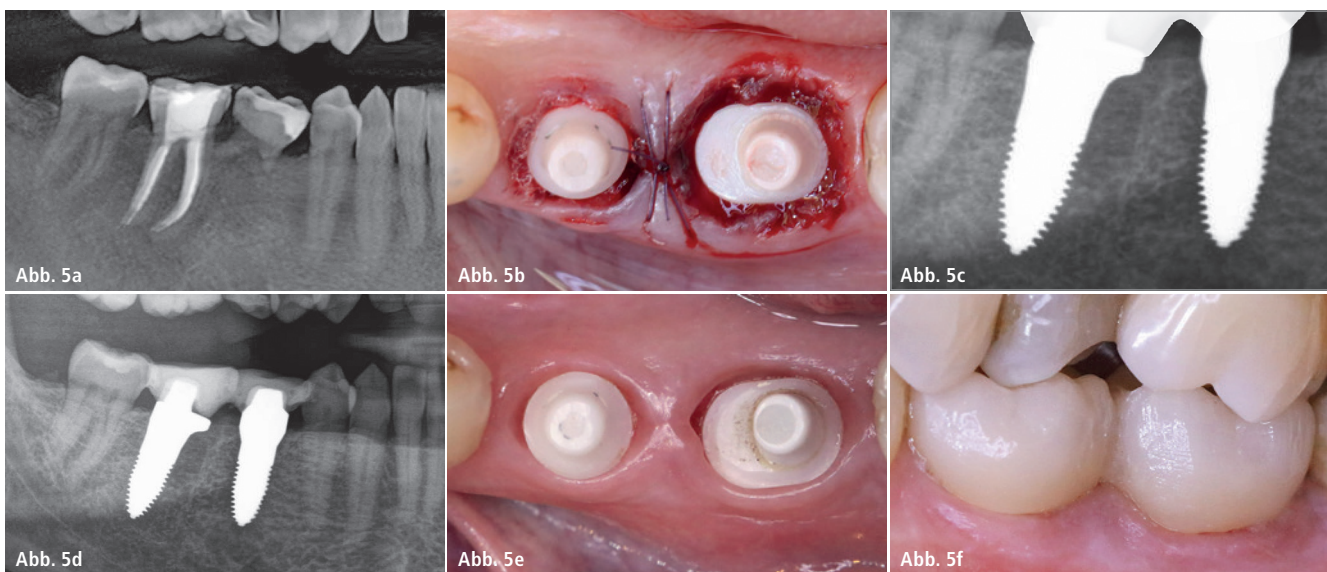
Hohlraum sicher gegenüber der Mundhöhle abzudichten. Dies führte zur Entwicklung der Sinusimplantate.

#### Operationsprotokoll

Nach entsprechender Vorbereitung des Immunsystems durch systemische Begleittherapie (Einstellung des LDL- und D3-Wertes s.o.) und hoch dosierte Vitamin-C-Infusionen sowie Singleshots von 600mg Sobelin und 8mg Dexametason e i.v. an drei Tagen (-1, OP, +1) wird die Operation in Lokalanästhesie durchgeführt:

- Kieferkammschnitt mit Zahnfleischrandschnitt zu den Nachbarzähnen zur Vermeidung vertikaler Inzision

- Anwendung der sog. Brushing-Technik nach Choukroun et al. 2016 zur Herstellung einer zug- und bewegungsfreien Deckung in Kombination mit apikalen Matratzennähten<sup>22</sup>
- Ausdünnung des vestibulären Knochens im Fensterareal mit dem Safescraper (Safescraper® Twist, gerade) und gleichzeitige Gewinnung von Kortikalis-Chips
- Piezoanwendung (Piezotome Solo; F 57 500; Kit „Externer Sinuslift“ F 87 319 Bone Surgery BS1) zur Ablösung des Knochenfensters ohne Perforation der Schneider'schen Membran
- Elevation der Schneider'schen Membran weit nach medial und dorsal



**Abb. 5a–f:** Balkonimplantat in der distalen Wurzel Regio 46 mit Überdeckung der mesialen Alveole nach Füllung mit A-PRF, vollständige Regeneration mit Weich- und Hartgewebe.

# Dentegris

Präzisions Implantate made in Germany



**Bovines Knochenaufbaumaterial,  
Kollagenmembranen, Kollagenvlies,  
Alveolarkegel, Weichgewebmatrix**

**Tausendfach bewährtes  
Implantatsystem**

**Jetzt auch in  
Ø 4,1mm!**

Soft-Bone-Implantat -  
der Spezialist im schwierigen Knochen

SL-Tapered-Implantat -  
der Spezialist für den Sinus-Lift

SLS-Straight-Implantat -  
der klassische Allrounder



## CompactBone B.

Natürliches, bovines  
Knochenersatzmaterial



## CompactBone S.\*

Biphasisches, synthetisches  
Knochenersatzmaterial



## BoneProtect® Membrane

Native Pericardium Kollagenmembran



## BoneProtect® Guide

Natürlich quervernetzte Kollagenmembran



## BoneProtect® Fleece

Natürliches Kollagenvlies



## BoneProtect® Cone

Alveolarkegel aus natürlichem Kollagen



## MucoMatrixX®

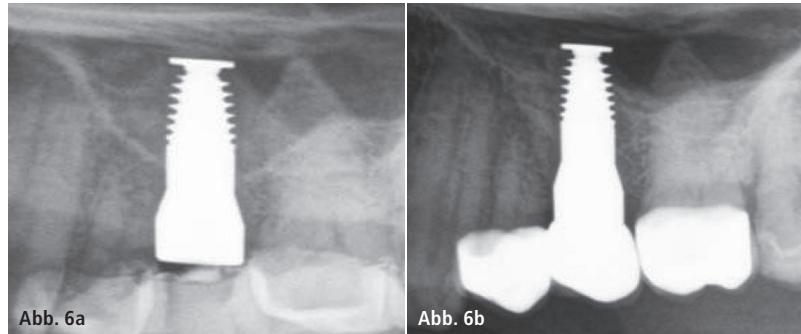
Soft Tissue Graft



**Dentegris**  
DENTAL IMPLANT SYSTEM

sowie weit nach palatinal, da einerseits dort die Blutversorgung für den Hohlraum generiert wird und andererseits keinerlei Spannung auf der Membran mit expansiven Kräften auf das Sinusimplantat vorhanden sein soll<sup>23,24</sup>

- Verstärkung der Membran mit einer Lage A-PRF, Insertion des Sinusimplantates, Platzierung des knöchernen vestibulären Fensterknochens über dem Diskus des Sinusimplantates zur Vergrößerung der „Schattenwirkung“, Füllung des Hohlraumes mit weiteren A-PRF-Membranen und den kortikalen Knochenchips, die mit dem Safescraper gewonnen wurden
- Verschluss des Fensters ausschließlich mit kortikalen Knochenchips, darüber ein bis zwei A-PRF-Membranen und speicheldichter und spannungsfreier Wundverschluss



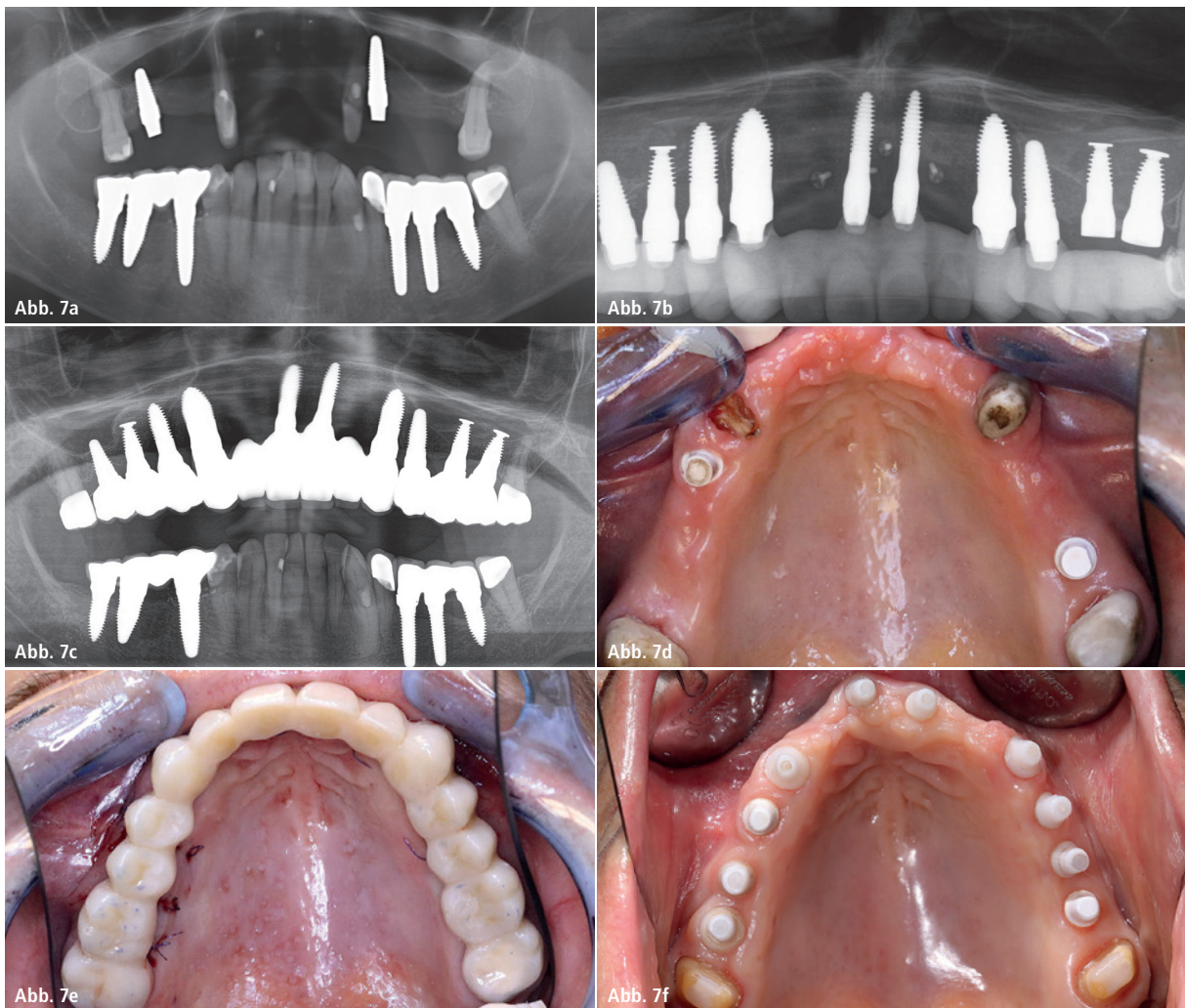
**Abb. 6a und b:** Ergebnis sechs Monate postoperativ: Es lässt sich beobachten, dass quantitativ und qualitativ zufriedenstellend Knochen gewonnen werden konnte.

durch zweischichtige Nahttechnik (apikale Matratzennähte und Einzelknopf- bzw. fortlaufende Nähte im Wundbereich) mit einem monophilen, atraumatischen Nahtmaterial (Verwendung findet vorzugsweise PGC25, da PGC25 die niedrigste bakterielle Anhaftungsrate aufweist und somit die Inzidenz von

Stichkanalinfektionen als eine der möglichen Sekundärkomplikationen erheblich minimiert.<sup>25,26</sup>)

### Ergebnisse

Es zeigt sich durch die leichte Radioopazität der Kortikalis-Chips und des A-PRF, dass der Hohlraum gut herge-



**Abb. 7a–f:** Insuffizient vorbehandelter Situs im Oberkiefer, nach Insertion von weiteren acht Implantaten im Oberkiefer, Sinuslift beidseits und Knochenaufbau im Frontbereich.

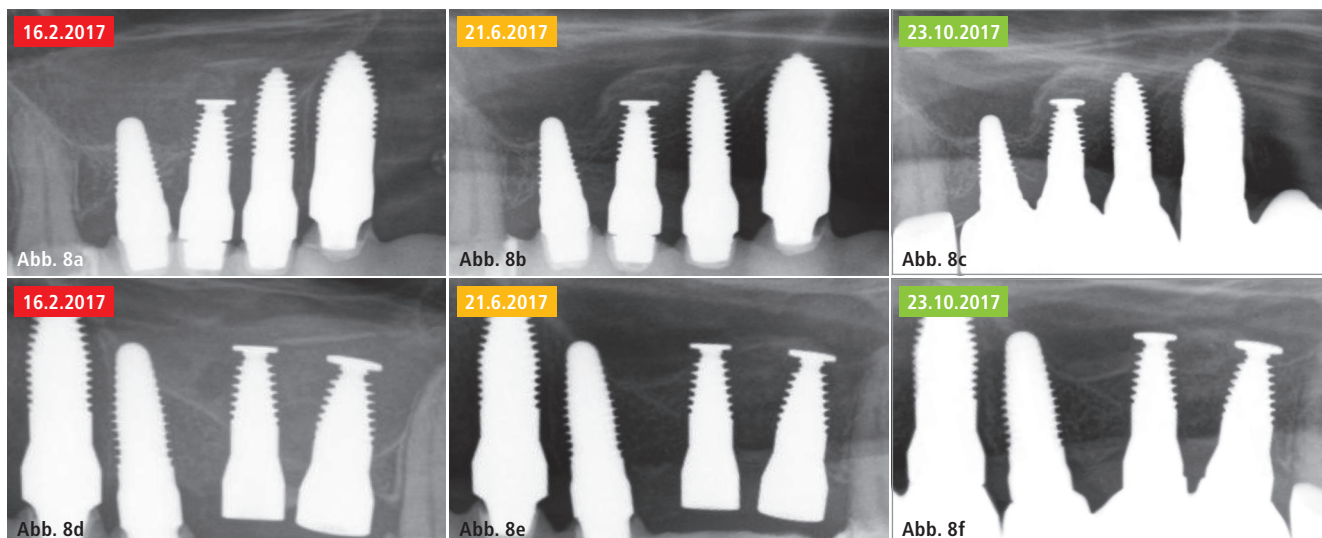


Abb. 8a–f: Deutliche Knochenbildung bereits nach vier Monaten und weitergehende Verbesserung über weitere vier Monate.

stellt und gefüllt werden konnte und der Knochendeckel auf dem Diskus des Sinusimplantates liegt (Abb. 6). Der folgende Fall zeigt eine umfangreiche Sanierung mit den hier genannten Keramikimplantaten und drei Sinusimplantaten auf beiden Seiten: Das knöchernerne Ergebnis nach vier bzw. acht Monaten zeigt ein perfektes Ergebnis

im Hinblick auf Weich- und Hartgewebe um die Implantate (Abb. 7 und 8).

### Schlussfolgerung

Die externe und interne Sinusbodenelevation unter Einsatz von Sekundärmaterialien zur Augmentation gehört heute zum Standardrepertoire der implantologischen Chirurgie. Dennoch kommt es im Rahmen ihrer Anwendung immer wieder zu Komplikationen, wie Infektionen oder Dehiszenzen bis hin zum Totalverlust. Leider ist in diesen Fällen meist keine „Restitutio ad Integrum“ mehr zu erwarten und die Sinusschleimhaut wie auch das orale Weichgewebe oft nachhaltig kompromittiert. Durch das hier vorgestellte Therapiekonzept ist einerseits eine minimalinvasive und atraumatische Operationstechnik gegeben, bei der die Behandlung ausschließlich mit natürlichen, autologen und somit körpereigenen Stoffen erfolgt. Andererseits werden nur biologisch hoch verträgliche, metallfreie Implantatmaterialien eingebracht. Die bisherigen komplikationsfreien Verläufe und hervorragenden Ergebnisse sind in klinischer, röntgenologischer sowie Knochen- und Weichgewebshinsicht sehr positiv und stellen eine vielversprechende Variante für den Praktiker dar. Im Falle einer Komplikation würde der Patient im Rahmen dieses Behandlungskonzepts lediglich auf den Ursprungszustand zurückfallen.

Im Rahmen weiterer Langzeitstudien gilt es nun, die hier gefundenen Ergebnisse im Hinblick auf Patientenzahl und Beobachtungszeitraum weiter nachhaltig zu untermauern.



## CME-Fortbildung

### Verzicht auf Sekundärmaterialien zum Knochenersatz in der GBR

Dr. Karl Ulrich Volz, Prof. Dr. Ralf Smeets, Dr. Martin Chares, Dr. Stefan König, M.Sc., Dr. Dominik Nischwitz, Dr. Alexander Neubauer, Sabine Hutfilz

Zum Beantworten dieses Fragebogens registrieren Sie sich bitte unter:

[www.zwp-online.info/de/cme-fortbildung/92861](http://www.zwp-online.info/de/cme-fortbildung/92861)



Infos zur CME-Fortbildung auf ZWP online

Prof. Dr. R. Smeets  
[Infos zum Autor]



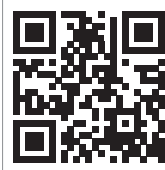
Dr. M. Chares  
[Infos zum Autor]



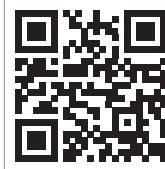
Dr. S. König  
[Infos zum Autor]



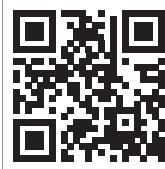
Dr. D. Nischwitz  
[Infos zum Autor]



Dr. A. Neubauer  
[Infos zum Autor]



S. Hutfilz  
[Infos zur Autorin]



### Kontakt

**Dr. med. dent. Karl Ulrich Volz**  
Biological Medical & Dental Clinic  
SWISS BIOHEALTH AG  
Brückenstr. 15  
8280 Kreuzlingen, Schweiz  
dental@swiss-biohealth.com  
www.swiss-biohealth.com