

Die geführte Knochengeneration unter Verzicht auf Sekundärmaterialien zum Knochenersatz

Vorstellung eines autologen Therapiekonzepts zur gesteuerten Regeneration von lamellärem Knochengewebe, das auf dem altbewährten Zeltstangen-/Sonnenschirm-Prinzip beruht.

Dr. Karl Ulrich Volz, SWISS BIOHEALTH CLINIC AG, Schweiz | Prof. Dr. Ralf Smeets, Hamburg, Deutschland | Dr. Martin Chares, SDS Swiss Dental Solutions AG, Schweiz | Dr. Stefan König MSc., Oralchirurgie Bochum, Deutschland | Dr. Dominik Nischwitz, DNA Health & Aesthetics, Tübingen, Deutschland | Dr. Alexander Neubauer, Tittling, Deutschland | Oralchirurgin Sabine Hutfilz, Chemnitz, Deutschland

Einleitung:

Die Knochenneubildung (Neogenese) folgt im Rahmen der Regeneration verloren gegangener Knochensubstanz unumstößlichen biologischen Gesetzen. Die Schaffung von Hohlräumen durch sog. Space-Maker in Kombination mit der darin stattfindenden Bildung eines Blutkoagulums, ist ein seit langem bekanntes Verfahren zur gesteuerten Knochenregeneration. Durch die in den thrombozytären Alphagranula enthaltenen Wachstumsfaktoren kommt es zu einer schnellen Blutgefäßeinsprossung in das Koagel, welcher eine schnelle Knochenregeneration über die Kallusbildung folgt (LEONARD et al. 2009 ¹, CHOPRA et al 2009 ², MARIN et al. 2010 ³). 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 SDS SINUS-IMPLANTAT 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 (COELHO et al. 2009 ⁴, COELHO et al. 2010 ⁵), 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.

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 zahnärztliche Implantate mit hoher Vorhersagbarkeit verankert werden können. Neben einer 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 Zirkonoxid-Implantate der Firma 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 Knochenneubildung ablaufen, die im Langzeitverlauf zu einer havers'schen Knochenmorphologie führen soll.



Abb. 1: das zweiteilige SDS-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

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 (Low Density Lipoprotein) – Wert 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 Mineralstoff-Mischung (Basic Immune, SWISS BIOHEALTH AG) einzustellen. Gemäß der Studie von CHOUKROUN et al 2014 ⁶ wird dadurch das Risiko einer Infektion reduziert und die Knochenbildung beschleunigt.

Lokale Bedingungen 1: Verbesserung der extrazellulären Matrix durch Schaffung eines stabilen Hohlraums gebildet aus knöchernem Kieferhöhlenboden und Schneider'scher Membran. PALMA et al 2006 ⁷ haben gezeigt, dass regelmässig neuer Knochen gebildet wird in Kontakt zur Schneider'schen Membran auch in reinen Blutkoagel-Regionen, was die osteoinduktive Eigenschaft der Kieferhöhlenmembran belegt.

Lokale Bedingungen 2: Erhalt der Durchblutung des neugebildeten Knochens. MAMMOTO et al 2009 ⁸ postulieren, dass der langfristige Erhalt von regeneriertem oder neugebildetem Knochen vor allem vom Erhalt der Durchblutung dieses Knochens abhängt. Die Vermeidung von Sekundärmaterialien zum Knochenersatz erhöht den Anteil und die Ausdehnung einer gefäßreichen, havers'schen Knochenmorphologie, die über eine initiale Gefäßeinsprossung in einen autologen Blutclot mit nachfolgender Einwachsung von Geflechtknochen entsteht, aus welchem sich eine lamelläre Knochenstruktur entwickelt (MARIN et al. 2010 ³).

Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip:

Bereits im Jahre 1998 haben HÄMMERLE et al 2000⁹ 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. Das Periost wurde durch eine Art "Zeltstange" (Memfix®-Schraube) auf Abstand gehalten. Zusätzlich wurde über eine oder mehrere weitere Zeltstangen Goretex®-Membranen gelegt und fixiert, um den Hohlraum zusätzlich zu schützen und abzudichten.

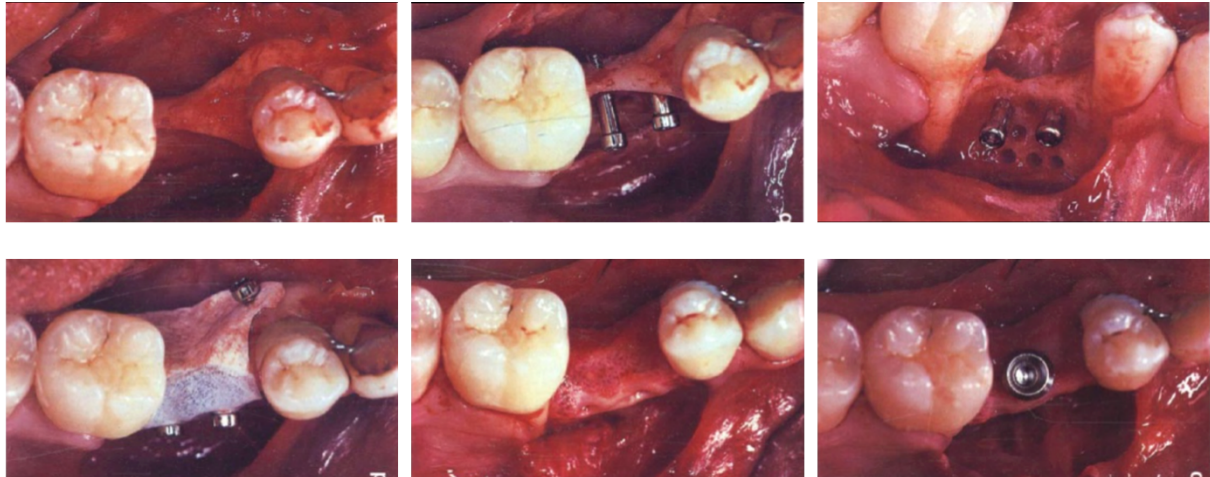


Abb. 2: Das Zeltstange-/Sonnenschirm-Prinzip wird in der Veröffentlichung von HÄMMERLE et al 2000⁹ eindrucksvoll demonstriert.

Die Bedeutung des Periosts für die Knochenregeneration ist unbestritten. SROUJI et al 2009¹⁰ stellen fest, dass es sich bei der Schneider'schen Membran um Periost handelt, welches ohne die Anwesenheit calcifizierter Strukturen alleinig und nur durch das Vorhandensein eines Blutkoagels alle zur Knochenregeneration notwendigen humoralen und zellulären Faktoren, wie zum Beispiel Bone Morphogenetic Protein 2 produziert.

Weitere Studien zeigen, dass das Periost eine hervorragende Quelle für knochenbildende Vorläuferzellen ist. FROGET et al 2011¹¹ weisen auf die Fähigkeit des Periosts zur lokalen Angiogenesis hin. MAROLT et al 2015¹² zeigen die Existenz von knochenbildenden Stammzellen im Periost auf, YOU-KYONG et al 2016¹³ folgern: "Thus, periosteum-derived cells can be expected to be a good source for bone regeneration".

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. Dieser Verzicht erniedrigt wiederum das Risiko einer Infektion oder einer Dehiszenz und reduziert die Kosten des Eingriffes.

Das zusätzliche Einbringen von PRF Membranen stabilisiert das Blutkoagel im Hohlraum und unterstützt die Knochenneubildung und Geweberegeneration (CHOUKROUN 2006¹⁴, SIMONPIERI 2011¹⁵, MIRON 2017¹⁶).



Abb. 3: 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 SDS-Keramikimplantates gelegt. Die finale Versorgung mit eMax-Kronen nur 2,5 Monate postoperativ zeigt auf dem OPG eine vollständige Regeneration des Knochens auf Soll-Niveau.

In einer Weiterentwicklung des Wurzelscheiben-Protokolls nach RANDELZHOFFER et al 2016¹⁷ wurden nach einer Idee von Choukroun und Simonpieri bei ausgedehnten Defekten Scheiben aus Zirkonoxid auf SDS-Keramikimplantate fixiert. Diese lassen eine vollständige Regeneration des Defektes unter Verwendung von A-PRF erkennen:

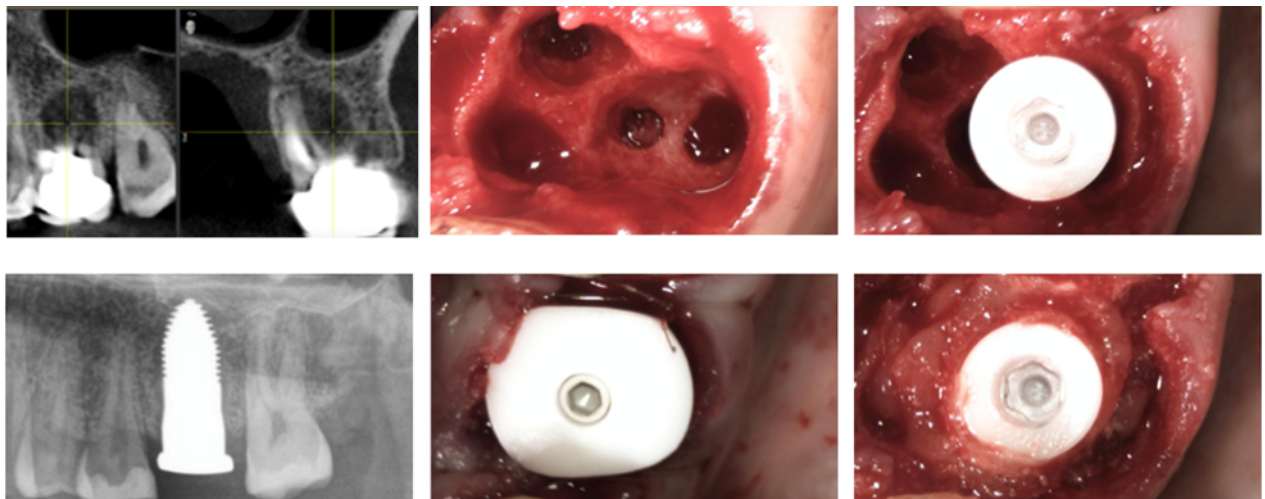


Abb. 4: Implantat ausschließlich in der Kieferhöhlenbodenkompakta nach Internem Sinuslift fixiert. Hohlraum mit A-PRF gefüllt und die Alveole im Sinne eines Sonnenschirmes mit einem Disc-Abutment verschlossen und abgedichtet. Vollständige Füllung des Defektes nach 4 Monaten.

Auch asymmetrische Auswölbungen an Keramikimplantaten (SDS-Balkonimplantat) führen durch die Abdichtung der Nachbaralveole und den Sonnenschirmeffekt zu einer vollständigen Knochenregeneration:

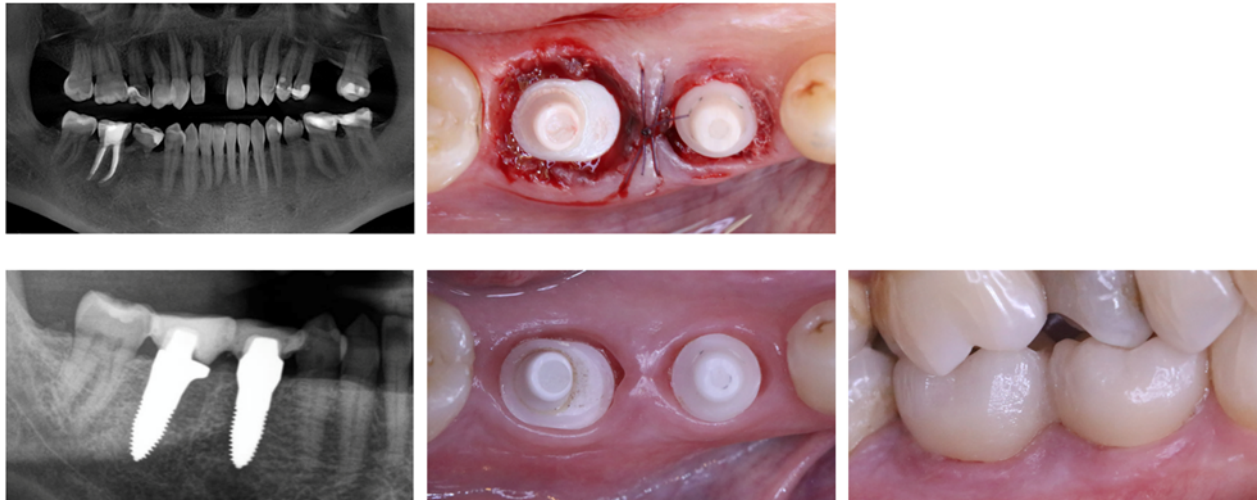


Abb. 5: Balkonimplantat in der distalen Wurzel regio 46 mit Überdeckung der mesialen Alveole nach zuvoriger Füllung mit A-PRF. Vollständige Regeneration mit Weich- und Hartgewebe.

Literaturrecherche:

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

- a. PALMA et al 2006⁷ haben gezeigt, dass neuer Knochen regelmässig in Kontakt mit der Schneider'schen Membran in reinen Blutkoagel-Regionen entsteht und damit das osteoinduktive Potential 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“)
- b. CRICCHIO et al 2009¹⁸ installierten resorbierbare Space-Maker und konnten 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“)
- c. JUNGNER et al 2015¹⁹ stellten fest, dass neuer Knochen nach Sinusboden-Elevation 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,,“)
- d. CRICCHIO et al 2011²⁰ 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 folgerten daraus, dass ein idealer Space-Maker stabil sein und die Schneider'sche Membran sicher stützen solle, 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“)
- e. SOHN et al 2008²¹ zeigen die Kapazität zur Knochenneubildung im Sinus Maxillaris nach Anhebung der Schneider'schen Membran und gleichzeitiger Implantatinserterion in den so

geschaffenen Hohlraum ohne zusätzliche Einbringung von Knochenersatzmaterial („New bone formation without additional bone graft in the maxillary sinuses revealed from the clinical, radiographic, and histologic results“.

In Zusammenfassung der fünf o.a. Studien lässt sich folgern, 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 des sog. SINUS-IMPLANTATES.

Operations-Protokoll:

- nach entsprechender Vorbereitung des Immunsystems durch systemische Begleittherapie (Einstellung des LDL- und D3-Wertes s.o.) und hochdosierte Vitamin-C-Infusionen sowie Singleshots von 600 mg Sobelin und 8 mg Dexametasone i.v. an drei Tagen (-1, OP, +1) wird die Operation in Lokalanästhesie durchgeführt
- Kieferkammschnitt mit Zahnfleischrandschnitt zu den Nachbarzähnen zur Vermeidung einer vertikalen Inzision
- Vermeidung der Periostschlitzung durch Anwendung der sog. Brushing-Technik nach CHOUKROUN et al 2016 ²² zur Herstellung einer zug- und bewegungsfreien Deckung in Kombination mit apikalen Matratzennähten
- 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 sowie weit nach palatinal, da einerseits dort die Blutversorgung für den Hohlraum generiert wird (AVILA 2010 ²³, ROSANO 2011 ²⁴) und andererseits keinerlei Spannung auf der Membran mit expulsiven Kräften auf das Sinusimplantat vorhanden sein soll
- 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 Knochen-Chips, die mit dem Safescraper gewonnen wurden
- Verschluss des Fensters ausschließlich mit kortikalen Knochen-Chips, darüber ein bis zwei A-PRF Membranen und speicheldichter und spannungsfreier Wundverschluss durch zweischichtige Nahttechnik (apikale Matratzennähte und Einzelknopf-/bzw. fortlaufende Nähte im Wundbereich) mit einem monophilen, atraumatischem Nahtmaterial. Verwendung findet vorzugsweise PGC25 (Atramat®). PGC25 weist die niedrigste bakterielle Anhaftungsrate auf und minimiert somit die Inzidenz von Stichkanalinfektionen als eine der möglichen Sekundärkomplikationen erheblich (OTTEN et al. 2005 ²⁵, BANCHE et al. 2007 ²⁶).

Ergebnisse:

Es zeigt sich durch die leichte Radioopazität der Kortikalis-Chips und des A-PRF, dass der Hohlraum gut hergestellt und gefüllt werden konnte und der Knochendeckel auf dem Diskus des Sinusimplantates liegt:

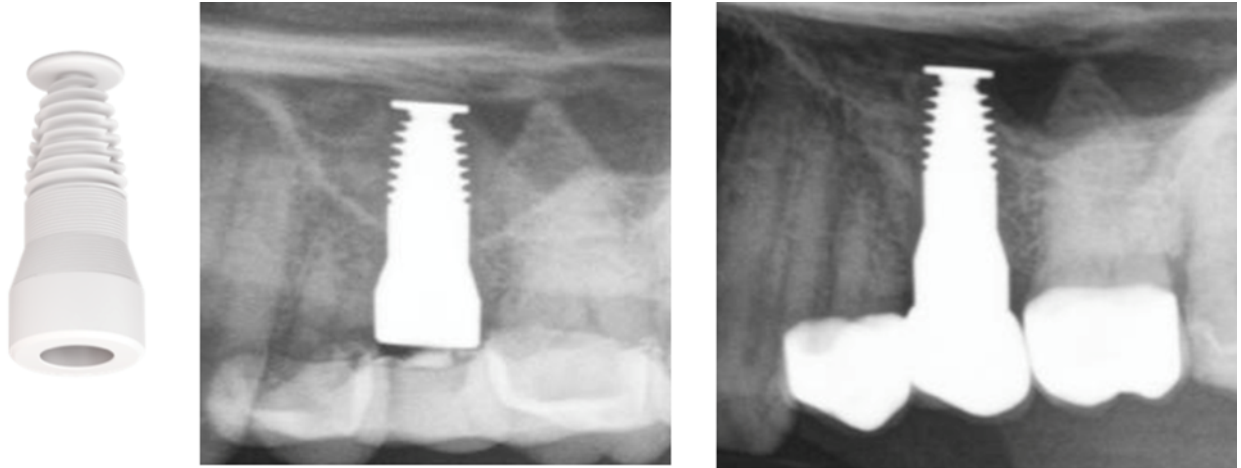


Abb. 6: das rechte Bild zeigt das Ergebnis 6 Monate postoperativ und es lässt sich beobachten, dass quantitativ und qualitativ zufriedenstellend Knochen gewonnen werden konnte.

Der folgende Fall zeigt eine umfangreiche Sanierung mit SDS-Keramikimplantaten und drei Sinusimplantaten auf beiden Seiten:

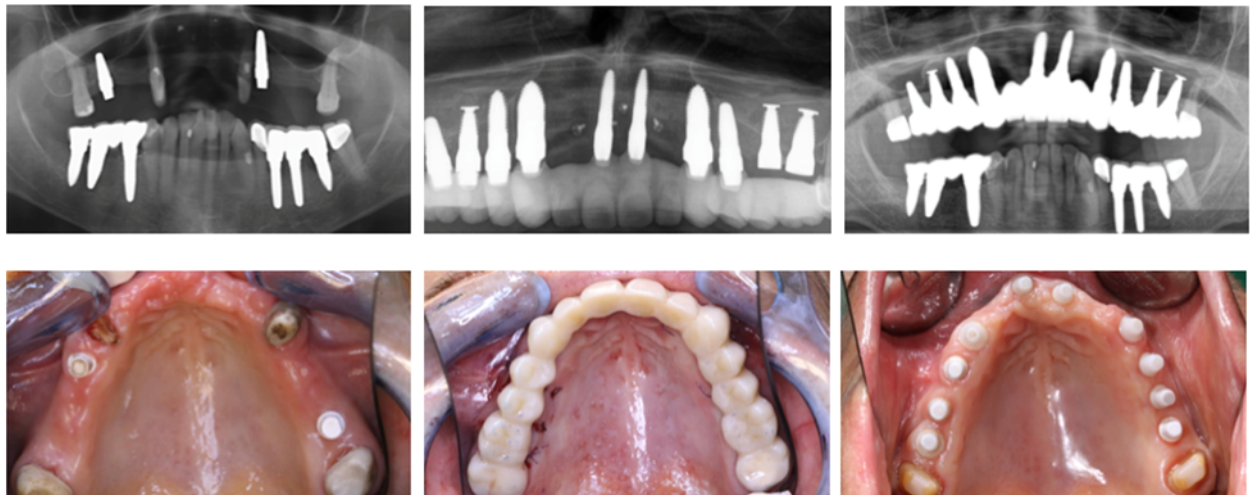


Abb. 7: insuffizient vorbehandelter Situs im Oberkiefer, Mitte nach Insertion von weiteren 8 Implantaten im Oberkiefer, Sinuslift beidseits und Knochenaufbau Frontbereich

Das knöcherne Ergebnis nach 4 bzw. 8 Monaten zeigt ein perfektes Ergebnis im Hinblick auf Weich- und Hartgewebe um die Implantate:

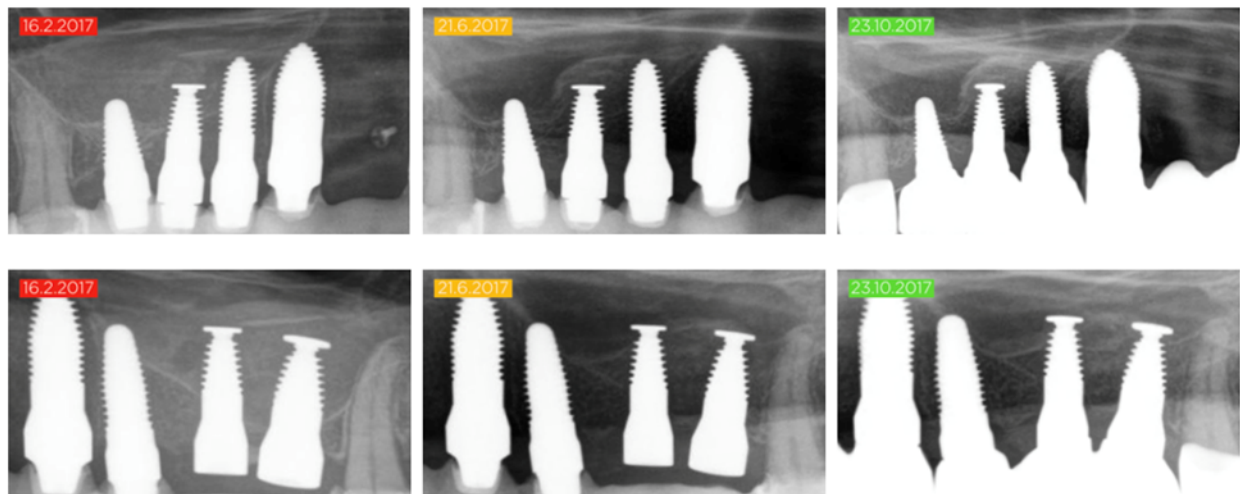


Abb. 8: deutliche Knochenbildung bereits nach 4 Monaten und weitergehende Verbesserung über weitere 4 Monate.

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.

Im Text referenzierte Literatur:

1. Leonard G, Coelho P, Polyzois I, Stassen L, Claffey N. A study of the bone healing kinetics of plateau versus screw root design titanium dental implants.
Clin Oral Implants Res 2009;20:232-239
2. Chopra PM, Johnson M, Nagy TR, Lemons JE. Micro-computed tomographic analysis of bone healing subsequent to graft placement.
J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2009 Feb;88(2):611-8. doi: 10.1002/jbm.b.31232
3. Marin C, Granato R, Suzuki M, Gil JN, Janal N Coelho P. Histomorphologic and histomorphometric evaluation of various endosseous implant healing chamber configurations at early implantation times: a study in dogs.
Clin Oral Implants Res 2010;21:577-583
4. Coelho PG, Marin C, Granato R, Suzuki M. Histomorphologic analysis of 30 plateau root form implants retrieved after 8 to 13 years in function. A human retrieval study.
J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2009;91:975-979
5. Coelho, PG, Bonfante EA, Marin C, Granato R, Giro, G, Suzuki, M. Human Retrieval Study of Plasma-sprayed Hydroxyapatite-Coated Plateau Root Form Implants After 2 months to 13 years in Function.
J Long Term Eff Med Implants, 2010;20(4), p. 335-342
6. Choukroun J, Khoury G, Khoury F, Russe P, Testori T, Komiyama Y, Sammartino G, Palacci P, Tunali M, Choukroun E. Two neglected biologic risk factors in bone grafting and implantology: high low-density lipoprotein cholesterol and low serum vitamin D.
J Oral Implantol. 2014 Feb;40(1):110-4. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-13-00062. Epub 2013 Oct 9
7. Palma VC, Magro-Filho O, de Oliveria JA, Lundgren S, Salata LA, Sennerby L. Bone reformation and implant integration following maxillary sinus membrane elevation: an experimental study in primates.
Clin Implant Dent Relat Res. 2006;8(1):11-24
8. Mammoto A, Connor KM, Mammoto T, Wing Yung C, Huh D, Aderman CM, Mostoslavsky G, Smith LE.H, Ingber DE. A mechanosensitive transcriptional mechanism that controls angiogenesis.
NATURE Vol 457| 26 February 2009
9. Hämmerle CHF, Christoph HF, Karring T. Guided bone regeneration at oral implant sites
Periodontology 2000, Vol. 17, 1998, 151-175
10. Srouji S, Kizhner T, Ben David D, Riminucci M, Bianco P, Livne E. The Schneiderian membrane contains osteoprogenitor cells: in vivo and in vitro study.
Calcif Tissue Int. 2009 Feb;84(2):138-45. doi: 10.1007/s00223-008-9202-x. Epub 2008 Dec 9
11. Froget N, Pierrefeu A, Koppe M, Breton P. Bone reconstruction in irradiated situations
Preprosthetic and Maxillofacial Surgery, 2011, Pages 264–283

12. Marolt D. Tissue Engineering Craniofacial Bone Products
Stem Cell Biology and Tissue Engineering in Dental Sciences, 2015, Chapter 40.3.1.2, Pages 521–539
13. You-Kyoung Kim, Hidemi Nakata, Maiko Yamamoto, Munemitsu Miyasaka, Shohei Kasugai, and Shinji Kuroda. Osteogenic Potential of Mouse Periosteum-Derived Cells Sorted for CD90 In Vitro and In Vivo.
Stem Cells Transl Med. 2016 Feb; 5(2): 227–234
14. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, Dohan DM. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part V: histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Mar;101(3):299-303
15. Simonpieri A, Choukroun J, Del Corso M, Sammartino G, Dohan Ehrenfest DM. Simultaneous sinus-lift and implantation using microthreaded implants and leukocyte- and platelet-rich fibrin as sole grafting material: a six-year experience.
Implant Dent. 2011 Feb;20(1):2-12. doi: 10.1097/ID.0b013e3181faa8af
16. Miron RJ, Zucchelli G, Pikos MA, Salama M, Lee S, Guillemette V, Fujioka-Kobayashi M, Bishara M, Zhang Y, Wang HL, Chandad F, Nacopoulos C, Simonpieri A, Aalam AA, Felice P, Sammartino G, Ghanaati S, Hernandez MA, Choukroun J. Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review.
Clin Oral Investig. 2017 Jul;21(6):1913-1927. doi: 10.1007/s00784-017-2133-z. Epub 2017 May 27. Review
17. Randelzhofer P, Cacaci C. Weichgewebserhalt bei verzögerter Sofortimplantation mit Zahnscheibe und PRF-Technik.
teamwork 5/2016
18. Cricchio G, Palma VC, Faria PE, de Oliveira JA, Lundgren S, Sennerby L, Salata LA. Histological findings following the use of a space-making device for bone reformation and implant integration in the maxillary sinus of primates.
Clin Implant Dent Relat Res. 2009 Oct;11 Suppl 1:e14-22. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00158.x. Epub 2009 Apr 16
19. Jungner M, Cricchio G, Salata LA, Sennerby L, Lundqvist C, Hultcrantz M, Lundgren S. On the Early Mechanisms of Bone Formation after Maxillary Sinus Membrane Elevation: An Experimental Histological and Immunohistochemical Study.
Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Dec;17(6):1092-102. doi: 10.1111/cid.12218. Epub 2014 Mar 4
20. Cricchio G, Palma VC, Faria PE, de Olivera JA, Lundgren S, Sennerby L, Salata LA. Histological outcomes on the development of new space-making devices for maxillary sinus floor augmentation.
Clin Implant Dent Relat Res. 2011 Sep;13(3):224-30. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00208.x. Epub 2009 Aug 3

21. Sohn DS, Lee JS, Ahn MR, Shin HI. New bone formation in the maxillary sinus without bone grafts. *Implant Dent.* 2008 Sep;17(3):321-31. doi: 10.1097/ID.0b013e318182f01b
22. Choukroun J, Simonpieri A, Surmenian J, Blomart A, Choukroun E. Du déplacement tissulaire à son immobilisation : 2 innovations majeures en chirurgie orale Soft Brushing et Apical Mattress. *LS 73 – Mars 2016*
23. Avila G, Wang HL, Galindo-Moreno P, Misch CE, Bagramian RA, Rudek I, Benavides E, Moreno-Riestra I, Braun T, Neiva R. The influence of the bucco-palatal distance on sinus augmentation outcomes. *J Periodontol.* 2010 Jul;81(7):1041-50. doi: 10.1902/jop.2010.090686
24. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Weinstein T, Del Fabbro M. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Jul;22(7):711-5. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02045.x. Epub 2010 Dec 9
25. Otten JE, Wiedmann-Al-Ahmad M, Jahnke H, Pelz K. Bacterial colonization on different suture materials – a potential risk for intraoral dentoalveolar surgery. *J Biomed Mater B Appl Biomater.* 2005 Jul; 74 (1): 627-35
26. Banche G, Roana, J, Mandras N, Amasio M, Gallesio C, Allizond V, Angeretti A, Tullio V, Cuffini AM. Microbial adherence on various suture materials in patients undergoing dental surgery. *J Oral Maxillofacial Surg.* 2007 Aug; 65 (8): 1503-7