

bone & tissue
regeneration

botiss
biomaterials

maxresorb[®] & maxresorb[®] inject

Innovatives biphasisches Calciumphosphat

Wissenschaftliche und klinische Grundlagen

synthetisch

resorbierbar

sicher



straumanngroup
Certified Partner

Hartgewebe

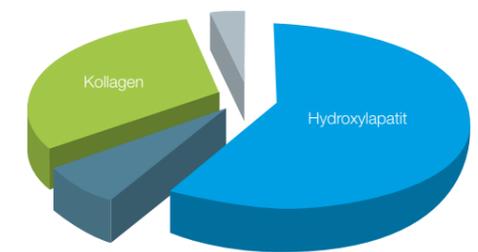
botiss Regenerations-System



Knochen physikalisch – chemisch – biologisch

Knochen ist ein hochspezialisiertes Gewebe, dessen Eigenschaften stark auf seine Stütz- und Skelettfunktion angepasst sind. Die Knochenmatrix setzt sich zu ~65% aus anorganischen Anteilen, der mineralischen Phase, zu ~25% aus einer organischen Matrix und 10% Wasser zusammen.

Die mineralische Knochenphase besteht im Wesentlichen (ca. 90%) aus Hydroxylapatit (biologischer Apatit). Diese anorganische Komponente ist verantwortlich für die hohe Stabilität des Knochens. Die organische Matrix (Kollagenfibrillen) sorgt für die Elastizität des Knochens; erst das Zusammenwirken von Kollagenfibrillen und Knochenmineralen ermöglicht dessen Biege- und Zugelastizität.



Organische Substanz	Anorganische Substanz
~90% Kollagen	~90% Hydroxylapatit
~97% Kollagen Typ I	~10% Magnesium
~3% Kollagen Typ III	Natrium
~10% amorphe Grundsubstanz	Eisen
Proteine	Fluor
Proteoglykane	Chlor
Glykosaminoglykane	...
Lipide	

Forschung / Entwicklung / Herstellung

cerabone®	maxgraft® cortico	maxgraft®	maxgraft® bonebuilder	maxgraft® bonering	maxresorb® inject	maxresorb®
Natürlicher boviner Knochen	Allogene Knochenplatte	Prozessiertes humanes Allograft	Patientenindividueller allogener Knochenblock	Allogener Knochenring	Synthetische injizierbare Knochenpaste	Synthetisches biphasisches Calciumphosphat
Straumann® Emdogain®	collacone® max	collacone® / Jason® fleece	mucoderm®	collprotect® membrane	Jason® membrane	permamem®
Schmelzmatrixproteine	Alveolar-Kegel (CaP / Kollagen Komposit)	Kollagenkegel / Kollagenfleece	Natürliche dreidimensionale Kollagenmatrix	Native Kollagenmembran	Native Perikardmembran	PTFE Barrieremembran



Oberschenkelknochen, äußere Kompakta und innere Spongiosa deutlich erkennbar

Knochenaufbau

Knochen sind nach dem Leichtbauprinzip aufgebaut. Dieser Aufbau ermöglicht eine sehr hohe Stabilität bei gleichzeitig relativ geringem Gewicht. In der Peripherie zeigen Knochen einen sehr soliden Aufbau (Kompakta), während man im Inneren eine lockerere Struktur aus einzelnen Knochenbälckchen findet (Spongiosa).

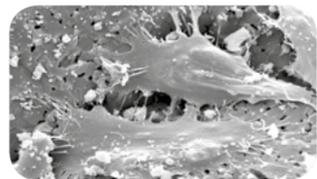


Humaner unikortikaler Knochenblock

Knochenbiologie und *Remodeling* Kommunikation der Zellen

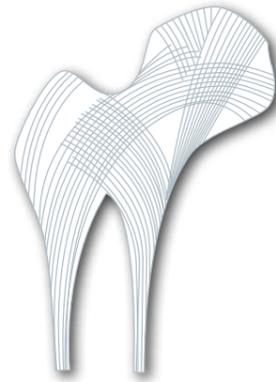


Trotz seiner hohen Stabilität ist Knochen kein starres Gewebe, sondern zeichnet sich durch einen hohen Stoffumsatz aus und unterliegt einem ständigen Umbau (*Remodeling*). Diese Dynamik ist notwendig, um durch die Reparatur von Struktur-schäden (Mikrofrakturen) das Skelettsystem vor Verschleiß zu bewahren.



Aktive Osteoblasten auf Knochenersatzmaterial

Außerdem findet durch den fortlaufenden Umbau eine Anpassung der Mikrostruktur des Knochens (Trabekelausrichtung und -dichte) an veränderte Belastungen statt. Diese ständige Anpassung ist der Grund für die Knochenatrophie in Folge einer Nichtbelastung (z.B. Kieferkamatrophie nach Zahnverlust).

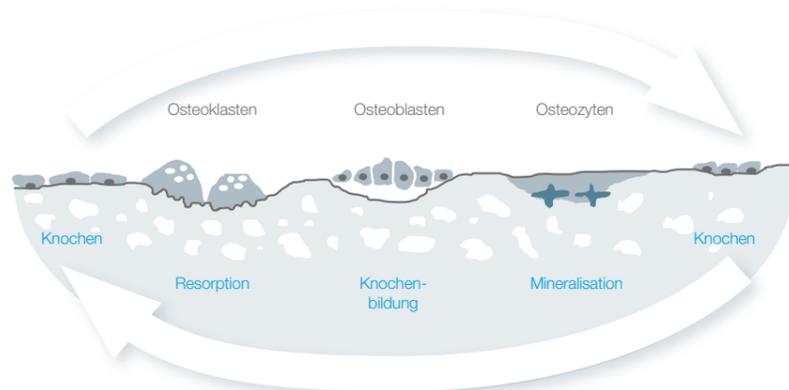


Wolff'sches Gesetz – Knochendichte und -struktur passen sich an Belastungen an

Am *Knochenremodeling* sind drei verschiedene Knochenzelltypen beteiligt. Der Abbau alter Knochenmatrix erfolgt durch Osteoklasten. Bei diesem Prozess entstehen sogenannte Resorptionslakunen, die anschließend durch neue Knochenmatrix gefüllt werden können. Verantwortlich dafür sind die Osteoblasten, die anschließend durch die fortschreitende Knochenmineralisation eingemauert werden. Diese reifen, nicht mehr zur Osteoidbildung befähigten Knochenzellen nennt man Osteozyten. Osteozyten sind am Auf- und Umbau des Knochens beteiligt und somit wichtig für den Erhalt der Knochenmatrix.

Knochenremodeling

Gleichgewicht zwischen Knochenabbau durch Osteoklasten und Knochenaufbau durch Osteoblasten.



Knochenregeneration



Der Gebrauch von Knochenregenerationsmaterialien

Es gibt zahlreiche Gründe für den Verlust von Knochen oder Knochenge-webe, einschließlich Zahnextraktion, Zystektomie oder Knochenatrophie in Folge von Zahnverlust oder entzündlichen Prozessen. Knochenre-generationsmaterialien werden eingesetzt, um den verlorenen Knochen zu ersetzen oder zu regenerieren. Für die Füllung von Knochendefekten gilt noch immer der patienteneigene, autologe Knochen als „Goldstandard“, da er durch die enthaltenen vitalen Zellen und Wachstumsfaktoren ein hohes biologisches Potential besitzt¹. Allerdings erfordert die Entnahme von autologem Knochen ein zweites Operationsgebiet, wodurch ein weiterer Knochendefekt geschaffen wird und das Risiko einer Entnahme-morbidität besteht.

Außerdem steht der autologe Knochen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung. Durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung bieten heutzutage Knochenregenerati-onsmaterialien eine verlässliche und sichere Alternative zu autologen Transplantaten. Anwender können zwischen einer Vielzahl an verschiedenen Knochenregenerations-materialien und Augmentationstechniken wählen. Hinsichtlich ihrer immunologischen Herkunft werden diese Materialien in vier Gruppen unterteilt (siehe Klassifizierung rechts).

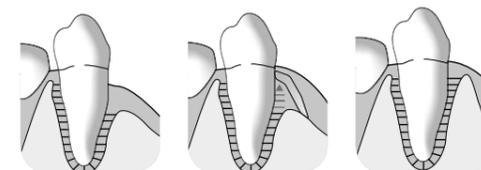
Die GBR/GTR Technik

Das Prinzip der gesteuerten Knochenregeneration (Guided Bone Regeneration; GBR) und der ge-steuerten Geweberegeneration (Guided Tissue Re-generation; GTR) basiert auf der Platzierung einer Barrieremembran, die das Augmentationsgebiet vom umgebenden Weichgewebe abschirmt. Kollagenmembranen dienen als resorbierbare Ma-trizes, die das Einwachsen der schnell proliferieren-den Bindegewebs- und Epithelzellen in den Defekt

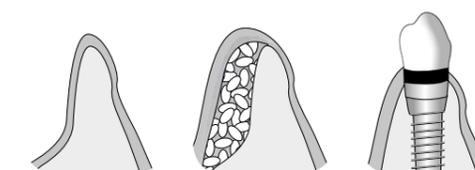
verhindern und den Raum für eine kontrollierte Regeneration des Knochens freihalten².

Das gleichzeitige Auffüllen der Defekte mit Knochen-regenerationsmaterialien verhindert den Kollaps der Membranen. Die Materialien dienen damit als Platzhalter für den regenerierenden Knochen, und als osteokonduktives Gerüst für einwachsende Blutgefäße und knochenbildende Zellen.

Guided Tissue Regeneration (GTR)



Guided Bone Regeneration (GBR)



¹ Illich et al. (2011). Concise review: induced pluripotent stem cells and lineage reprogramming: prospects for bone regeneration. Stem cells (Dayton, Ohio) 29:555-563.
² Rothamel et al. (2012). Clinical aspects of novel types of collagen membranes and matrices - Current issues in soft- and hard-tissue augmentation. European Journal for Dental Implantologists.



maxresorb® 0,8 - 1,5 mm

maxresorb® 0,5 - 1,0 mm

Klassifizierung

Autolog:

- Patienteneigener Knochen, Entnahme meist intraoral oder vom Beckenkamm
- Intrinsische, biologische Aktivität

Allogen:

- Knochen von humanen Spendern (Organspender oder Hüftköpfe von Lebendspendern)
- Natürliche Knochenstruktur und -zusammensetzung

Xenogen:

- Von anderen Organismen, meistens bovinen Ursprungs (Rind)
- Langzeitvolumenstabilität

Synthetisch/künstlich:

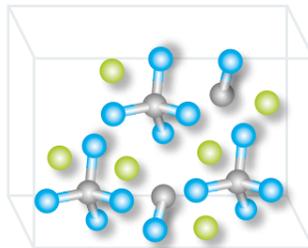
- Vorzugsweise Calciumphosphate
- Kein Krankheitsübertragungsrisiko

Für die Füllung von großen Defekten wird eine Mischung aus autologem Knochen, der ein hohes biologisches Potential besitzt, und einem Knochenersatzmaterial, das Volumenstabilität bietet, empfohlen.

Entwicklung von Knochenersatzmaterialien – Verwendung von Calciumphosphaten

Sehr früh erkannte man den Nutzen von Keramiken aus Calciumphosphat als Knochenersatzmaterial, da es als Hauptbestandteil des Knochens eine ausgezeichnete Biokompatibilität ohne jegliche Fremdkörperreaktion aufweist.

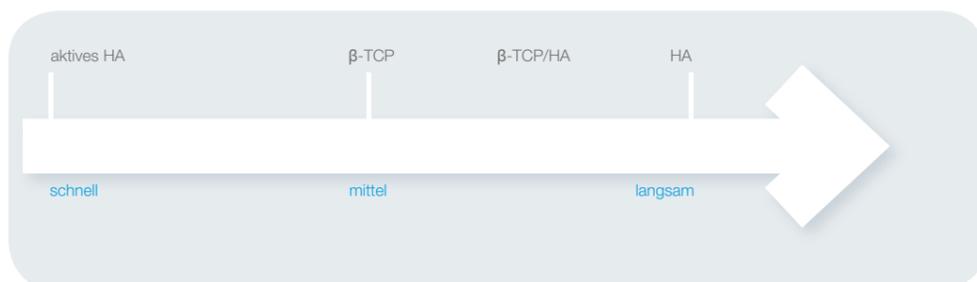
Im Gegensatz zu den ersten, rein biologisch inerten Biomaterialien liegt der Vorteil der Calciumphosphate (CaP) außerdem in ihren bioaktiven Eigenschaften und ihrer Resorbierbarkeit. Calciumphosphate unterstützen die Anlagerung und Proliferation von Knochenzellen und werden in einem natürlichen *Remodelingprozess*, an dem Osteoklasten und Osteoblasten beteiligt sind, in den umgebenden Knochen integriert und sukzessive abgebaut. Unter den Calciumphosphaten finden als Biokeramiken meist Hydroxylapatit (HA), alpha-Tricalciumphosphat (α -TCP), beta-Tricalciumphosphat (β -TCP) oder biphasische CaP's (HA und β -TCP) Verwendung. HA ist unter allen Calciumphosphaten am langsamsten resorbierbar und weist damit auch die höchste Stabilität auf. Im Gegensatz dazu zeigt das basische β -TCP eine höhere Löslichkeit und damit eine schnellere Resorptionskinetik.



Hydroxylapatit (HA)
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

beta-Tricalciumphosphat (β -TCP)
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Das ideale Knochenersatzmaterial sollte im gleichen Maße resorbiert werden, wie neuer Knochen gebildet wird. Das Konzept der biphasischen Calciumphosphate beruht darauf, die Balance zwischen dem stabilen HA, das auch längere Zeit nach der Implantation noch nachgewiesen werden kann, und dem schnell resorbierenden β -TCP zu finden. Knochenregenerationsmaterialien, die auf einer Mischung von HA und β -TCP beruhen, werden schon seit über 20 Jahren erfolgreich in der regenerativen Chirurgie verwendet.



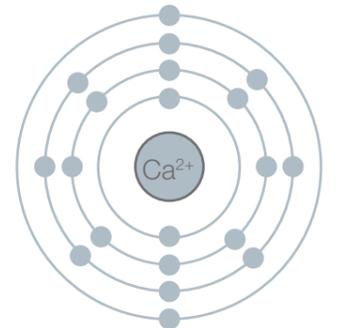
Die ideale Mischung – biphasische Calciumphosphate

Durch Variationen des Mischungsverhältnisses von HA und β -TCP können die Resorptionseigenschaften verändert werden. In vielen Studien wurde gezeigt, dass sich Materialien mit einem HA/ β -TCP Verhältnis zwischen 65:35 und 55:45 besonders als Knochenregenerationsmaterialien eignen^{3,4} und eine kontrollierte Resorption mit parallelem Knochenaufbau aufweisen^{5,6}.

maxresorb® inject – Injizierbare Knochenpaste

Injizierbare Calciumphosphate – Zemente und Putties

Auf Calciumphosphaten basierende Knochenersatzmaterialien sind in Puder- und Granulatform sowie als poröse Blöcke verfügbar. Parallel dazu führten in den 90er Jahren die Arbeiten an Calciumphosphatzementen zur Entwicklung injizierbarer Knochenersatzmaterialien⁷. Diese Zemente entstehen durch die Mischung von Calciumphosphatpulvern mit einer wässrigen Lösung. Nach der Applikation des Materials erfolgt dann die Aushärtung *in vivo*. Zemente eröffneten die Möglichkeit für zahlreiche, minimalinvasive Therapien knöcherner Defekte und bieten zudem in vielen Indikationen ein vereinfachtes Handling. Die Aushärtung von Calciumphosphatzementen zu resorptionsstabilen, soliden Körpern ohne interkonnektierende Makroporen ist jedoch nachteilig für die Vaskularisierung und ein natürliches *Remodeling*. Durch die Mischung von Calciumphosphatgranulat mit einem wasser-basierenden Gel aus nano/mikro Hydroxylapatitpartikeln (nano/mikro HA) erhält man eine formbare und nicht aushärtende Knochenpaste (*Putty*). Ein Beispiel für solch eine nicht aushärtende Paste ist maxresorb® inject.



Atommodell von Calcium

Diese Pasten bieten gegenüber den Zementen zwei große Vorteile. Zum einen stellen sie keine Barriere gegen Blutgefäße und Knorpelgewebe dar. Sie werden damit schnell und vollständig in den neugebildeten Knochen integriert und unterliegen einem natürlichen *Remodeling*. Zum anderen besitzen die nano/mikro HA Partikel, aufgrund ihrer großen Oberfläche, eine hohe biologische Aktivität und damit eine osteostimulative Wirkung. Die Adhäsion von Knochen- und Knochenvorläuferzellen wird gefördert. Dies begünstigt einerseits eine schnelle Knochenneubildung, andererseits wird ein schneller Abbau der HA Partikel unterstützt, wodurch zusätzlicher Raum für einwachsendes Knochengewebe entsteht.

Calcium

- Erdalkalimetall
- Eines der häufigsten Elemente der Erde
- Nur in gebundener Form als Bestandteil von Mineralien
- Für Menschen essentieller Mineralstoff
- Wichtig für die Regulation des Stoffwechsels
- Neben Phosphat Hauptbestandteil des Knochens

³ Gauthier et al. (1999). Elaboration conditions influence physicochemical properties and *in vivo* bioactivity of macroporous biphasic calcium phosphate ceramics. *Journal of materials science. Materials in medicine* 10:199–204.

⁴ Schwartz et al. (1999). Biphasic synthetic bone substitute use in orthopaedic and trauma surgery: clinical, radiological and histological results. *Journal of materials science. Materials in medicine* 10:821–825.

⁵ Daculsi (1998). Biphasic calcium phosphate concept applied to artificial bone, implant coating and injectable bone substitute. *Biomaterials* 19:1473–1478.

⁶ Ducheyne et al. (1993). The effect of calcium phosphate ceramic composition and structure on *in vitro* behavior. I. Dissolution. *Journal of biomedical materials research* 27:25–34.

⁷ Brown und Chow (1985). Dental restorative cement pastes. US Patent 4'518'430, American Dental Association Health Foundation, USA.

maxresorb® – innovatives biphasisches Calciumphosphat



maxresorb® ist ein innovatives, sicheres und vollsynthetisches Knochenregenerationsmaterial, das sich durch ein kontrolliertes Resorptionsprofil und hervorragende Anwendungseigenschaften auszeichnet.

maxresorb® setzt sich aus 60% langsam resorbierendem Hydroxylapatit (HA) und 40% schnell resorbierendem beta-Tricalciumphosphat (β-TCP) zusammen.

Ein einzigartiger, synthese-basierter Herstellungsprozess gewährleistet eine absolut homogene Verteilung beider Phasen. Durch diese Zusammensetzung wird eine schnelle Knochenneubildung gefördert, während Volumen und mechanische Stabilität über einen längeren Zeitraum erhalten bleiben. Die Osteokonduktivität von maxresorb® basiert auf einem Netzwerk interkonnektierender Poren und einer sehr hohen Gesamtporosität von ~80% sowie einer sehr rauen Oberfläche. Die nano-strukturierte Oberfläche begünstigt die Adsorption von Blut, Proteinen und Stammzellen und unterstützt damit Zelldifferenzierung und knöcherne Integration. maxresorb® stellt in vielen Indikationen eine zuverlässige Alternative zu bovinem Knochen dar.

Eigenschaften von maxresorb®

- 100% synthetisch und resorbierbar
- Sehr hohe interkonnektierende Porosität
- Sehr raue und hydrophile Oberfläche
- Sicher, zuverlässig, steril
- 60% HA/40% β-TCP
- Osteokonduktiv

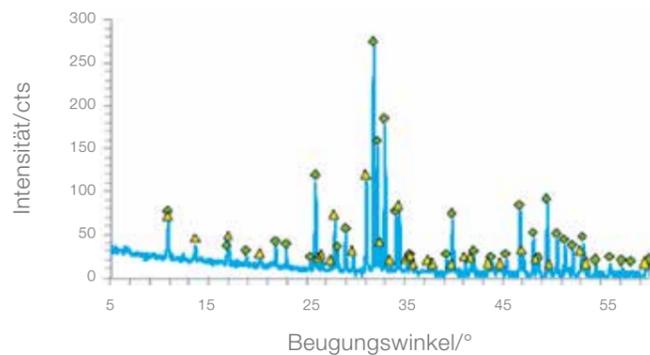


Auflichtmikroskopie maxresorb®

Produktionsprozess



maxresorb® – Absolute Sicherheit und Phasenreinheiten



Sicherheit durch Phasenreinheiten - Röntgenpulver Spektroskopie von maxresorb®, Prof. Dr. C. Vogt, Universität Hannover. Alle Reflexe lassen sich HA (gelb) oder β-TCP (grün) zuordnen.

Indikationen:

Implantologie,
Parodontologie und
MKG-Chirurgie

- Sinuslift
- Kieferkammaugmentation
- Intraossäre Defekte
- Extraktionsalveolen
- Ossäre Defekte
- Furkationsdefekte

maxresorb® inject – innovative synthetische Knochenpaste

maxresorb® inject ist eine hoch-innovative, injizierbare und nicht-aushärtende Knochenpaste. Das einzigartige pastöse Material besteht aus einem Wasser-basierten Gel mit nano-Hydroxylapatit Partikeln und dem biphasischen maxresorb® Granulat (60% Hydroxylapatit und 40% beta-Tricalciumphosphat) und zeigt dadurch ein verbessertes Resorptionsprofil.

Die aktiven nano Hydroxylapatit Partikel bieten eine große Oberfläche und begünstigen so die Zell-Biomaterial-Interaktionen. Diese Prozesse führen zu einer zügigen zellulären Resorption und fördern die Knochenneubildung, während das enthaltene maxresorb® Granulat den Volumenerhalt unterstützt. maxresorb® inject wird sukzessiv durch neu gebildeten Knochen ersetzt. Die hochviskose maxresorb® inject Paste lässt sich hervorragend formen und modellieren. Sie passt sich optimal an die Defektkontur an und fördert den maximalen Kontakt zu der umgebenden Knochenoberfläche.



Einfaches Handling und Formbarkeit von maxresorb inject®



maxresorb® inject Spritze

Eigenschaften von maxresorb® inject

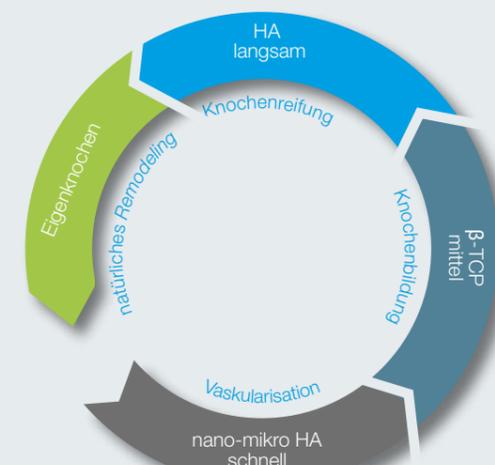
- Injizierbar und einfaches Handling
- Viskos und formbar
- Nicht aushärtende Knochenpaste
- Optimale Defektanpassung
- 100% synthetisch, sicher und resorbierbar
- Aktive nano/mikro HA Partikel

Indikationen:

Implantologie,
Parodontologie,
Oralchirurgie und
MKG-Chirurgie

- Sinuslift
- Intraossäre Defekte
- Extraktionsalveolen
- Ossäre Defekte
- Kleinere, selbsterhaltende Defekte
- Furkationsdefekte

maxresorb® inject Resorptionsprofil: Vier-Phasen-Aktivität



Produktspezifikationen



maxresorb®

maxresorb® Granulat

Art.-Nr.	Partikelgröße	Inhalt
BO-20005	0,5 - 1,0 mm (S)	1 x 0,5 ml
BO-20010	0,5 - 1,0 mm (S)	1 x 1,0 ml
BO-20105	0,8 - 1,5 mm (L)	1 x 0,5 ml
BO-20120	0,8 - 1,5 mm (L)	1 x 2,0 ml

maxresorb® inject

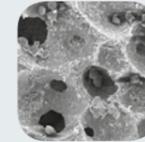
maxresorb® inject

Art.-Nr.	Inhalt	Volumen
BO-22005	1 x Spritze	1 x 0,5 ml
BO-22010	1 x Spritze	1 x 1,0 ml
BO-22025	1 x Spritze	1 x 2,5 ml

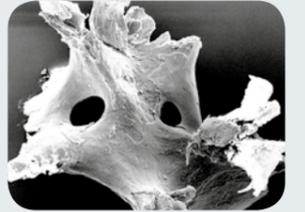


Die Biologie als Vorbild

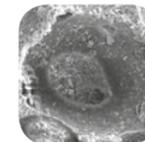
Interkonnektierende Porosität



Der spezielle Produktionsprozess erzeugt poröse Keramiken, deren Struktur der des menschlichen Spongiosaknochens sehr ähnlich ist und vollständig interkonnektierende Poren besitzt.



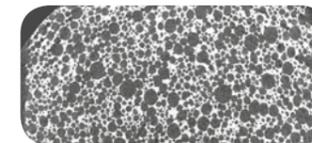
REM Aufnahme vom menschlichen Knochen



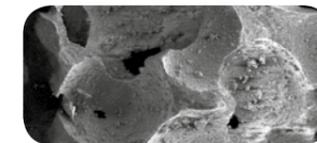
Interkonnektierende Porosität von maxresorb®

Verbundene Poren im Material fungieren wie ein Tunnelsystem, das einerseits den Zugang für Flüssigkeiten (Blut) ermöglicht, andererseits auch Raum und Oberfläche für die Migration und Verteilung von Zellen sowie Blutgefäßen bietet, wodurch die Knochenneubildung gefördert wird.

Bedeutung der Struktur von KEMs



Micro CT Aufnahme von maxresorb®

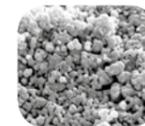


REM Aufnahme von maxresorb®

Makro - Leitstruktur
Schnelle Vaskularisation
Osteokonduktion
Knochenbildung in Poren

Raue Oberfläche – optimale Bedingungen für die Adhäsion von Zellen und Proteinen

Neben der Sicherheit für den Patienten liegt ein weiterer Vorteil synthetischer Materialien in der verstärkten Beeinflussbarkeit der Materialstruktur durch den Produktionsprozess. Aufgrund des einzigartigen Produktionsprozesses, hat maxresorb® eine sehr raue Oberfläche.



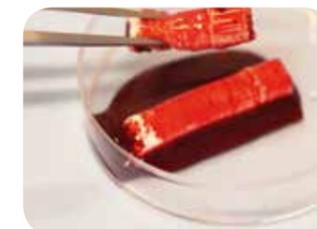
REM-Bild maxresorb®: Stark strukturierte Oberfläche

Auf dieser Rauigkeit basiert auch die osteostimulative Wirkung, die Calciumphosphaten oft nachgesagt wird. Proteine wie z.B. Wachstumsfaktoren adhären an der Oberfläche und unterstützen die Knochenregeneration. Außerdem wird durch eine stark strukturierte Oberfläche die Anheftung von Zellen und deren finale Differenzierung gefördert. Auf der rauhen Oberfläche basiert auch die ausgezeichnete Hydrophilie von maxresorb®. Blut wird sehr schnell aufgenommen, die enthaltenen Proteine (z.B. Wachstumsfaktoren) adhären an der inneren und äußeren Oberfläche der Partikel und unterstützen so die knöcherne Regeneration und Integration.

Mikro - Kommunikation
Einwachsen von Zellen
Blutaufnahme durch Kapillareffekt

Nano - Versorgung
Adhäsion von Zellen, Proteinen (Wachstumsfaktoren), Nährstoffen

Exzellente Blutaufnahmefähigkeit von maxresorb® und maxresorb® inject



Blutaufnahme von maxresorb® (hydrophile Oberfläche)

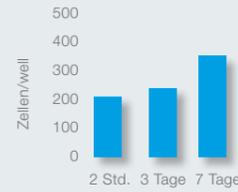


Hydrophobes Material in Kontakt mit Blut

In vitro Forschung

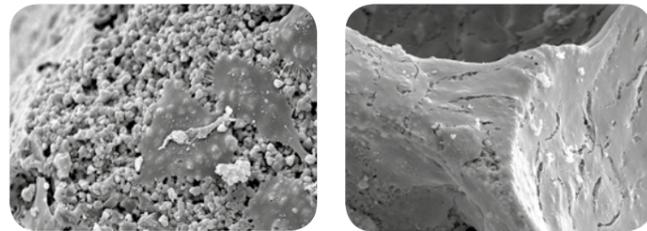
Proliferation von Osteoblasten auf maxresorb[®],
 Prof. Dr. Dr. D. Rothamel,
 Klinik Mönchengladbach, Universität Düsseldorf,
 Deutschland

Osteoblasten finden auf der stark strukturierten Oberfläche von maxresorb[®] optimale Bedingungen für eine Anheftung vor. In vitro Experimente zeigen eine schnelle Proliferation von Osteoblasten auf den maxresorb[®] Partikeln.



Proliferation von SaOs-2 osteoblasten-ähnlichen Zellen auf maxresorb[®]

Bereits nach sieben Tagen ist eine dichte Besiedelung mit Zellen erkennbar. Durch die Unterstützung der Zelladhäsion und -proliferation wird die knöcherne Regeneration gefördert und die Partikel schnell in den neugebildeten Knochen integriert.



Osteoblasten auf maxresorb[®]: Drei und sieben Tage nach der Besiedelung

Osteoblasten:



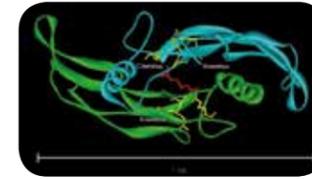
- Relativ kleine, mononukleäre Zellen, entstehen aus dem embryonalen Bindegewebe
- Für die Knochenbildung verantwortlich
- Lagern sich schichtartig an den Knochen an und geben eine kollagene Grundsubstanz (Osteoid) in den interzellulären Raum ab

Osteoklasten:



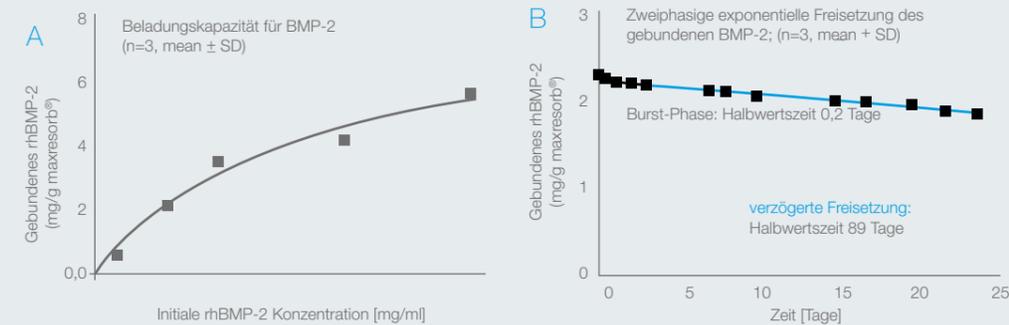
- Mehrkernige Riesenzellen, aus Fusion von mononukleären Vorläuferzellen des Knochenmarks
- Hauptaufgabe ist Resorption von Knochen-substanz durch Abgabe von Protonen (pH-Wert-Senkung) und proteolytischen Enzymen

Forschung mit Wachstumsfaktoren – Bindung und Freisetzung von BMP-2



In vitro Experimente (A) zeigen, dass maxresorb[®] mit bis zu 6 mg BMP-2/g beladen werden kann. Eine zweiphasige, kontrollierte exponentielle Freisetzung der gebundenen Wachstumsfaktoren (B) deutet darauf hin, dass maxresorb[®] besonders geeignet ist, um die knöcherne Integration zu unterstützen⁸.

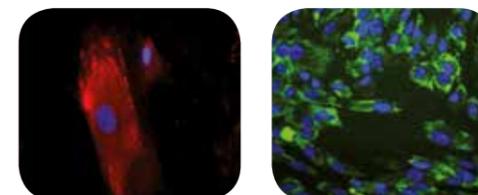
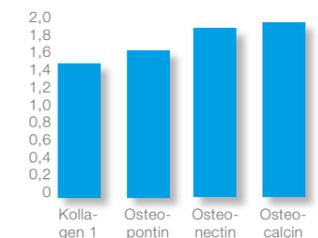
In vitro Experimente von Prof. Dr. H. Jennissen und Dr. M. Laub, Universität Essen-Duisburg, Deutschland/MorphoPlant GmbH



Stammzellforschung

maxresorb[®] unterstützt die Differenzierung von Stammzellen
 In vitro Experimente von Prof. Dr. B. Zavan und Dr. E. Bressan, Universität Padua, Italien

Kollagen, Osteopontin und Osteonectin sind Proteine, die von Vorläuferzellen produziert werden, sobald diese beginnen sich zu Osteoblasten zu differenzieren. Alle diese Markerproteine wurden 14 Tage nach dem Aussäen von Stammzellen auf maxresorb[®] Granulat immunzytochemisch nachgewiesen. Das Vorhandensein dieser Proteine bestätigt die korrekte Differenzierung der Stammzellen⁹.



Immunfluoreszenzfärbung von auf maxresorb[®] ausgesähten Stammzellen; rot – Osteopontin, grün – Osteocalcin

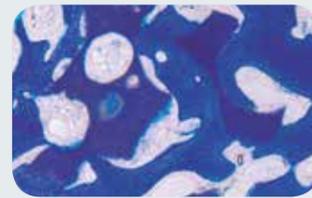
⁸ Zurlinden et al. (2012). Immobilization and Controlled Release of Vascular (VEGF) and Bone Growth Factors (BMP-2) on Bone Replacement Materials. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik* 57.

⁹ Bressan et al. (2012). Donor age-related biological properties of human dental pulp stem cells change in nanostructured scaffolds. *PLoS One* 7:e49146.

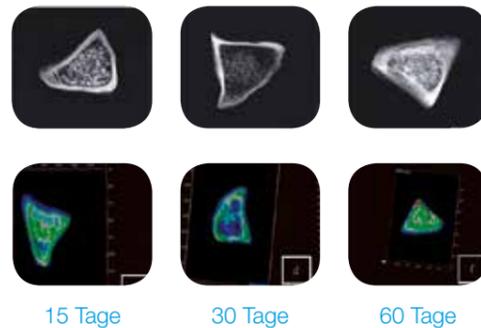
In vivo präklinische Testung

Verbesserte Knochenneubildung und kontrollierte Resorption von maxresorb®

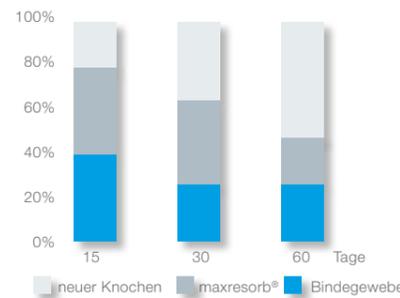
Histomorphometrische und Degradationsstudie von maxresorb® in großen Knochendefekten (*critical size defect*) in Kaninchen, Prof. Dr. J. L. Calvo-Guirado, Universität Murcia, Spanien



Nahezu vollständige Schließung des kortikalen Defekts bereits nach 15 Tagen. Nach 60 Tagen Zunahme der medullären Radioopazität mit dem Erscheinungsbild spongiösen Knochens¹⁰. Restanteil an maxresorb® nach 60 Tagen ca. 27%.



Die Röntgenaufnahmen mit zugehörigen Thermobildern zeigen eine Zunahme der Röntgenopazität in der kortikalen und medullären Zone.

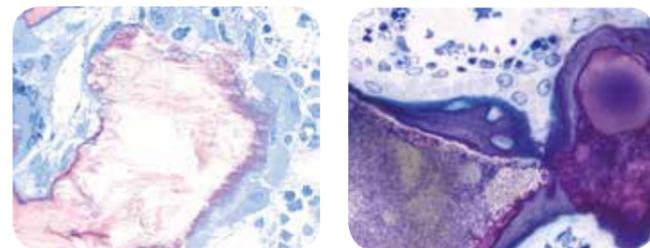
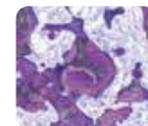


Histomorphometrische Ergebnisse – Prozentualer Anteil von neuem Knochen, maxresorb® und Bindegewebe

Schnelle Integration und natürliches Remodeling von maxresorb® inject

In vivo Ergebnisse aus der Anwendung von maxresorb® inject zur Füllung von Femurdefekten bei Ratten, Prof. Dr. R. Schnettler, Universität Gießen, Deutschland

Bereits drei Wochen nach der Implantation sind die Partikel von einer Schicht neugebildeter Knochenmatrix bedeckt. Es zeigt sich ein enger Kontakt zwischen dem neuen Knochen und beiden Anteilen (β -TCP und HA) des Materials.



Aktive Osteoblasten (rechts) und Osteoklasten (links) auf der Oberfläche der HA und der β -TCP-Komponente.

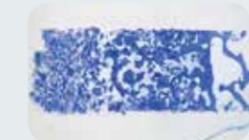
Die Anwesenheit dieser Zellen deutet auf ein natürliches Remodeling von maxresorb® inject hin, mit einem Abbau durch Osteoklasten und der Bildung neuer Knochenmatrix durch auf den Partikeln adhärierende Osteoblasten.

Vorhersagbare Ergebnisse bei der Sinusbodenelevation mit maxresorb®

Ergebnisse einer Sinuslift-Studie von Prof. Dr. Dr. D. Rothamel, Klinik Mönchengladbach, Universität Düsseldorf, Deutschland und Dr. D. Jelušić, Privatklinik Opatja, Kroatien¹¹

In einer prospektiven randomisiert klinischen Studie an 30+30 Patienten wurde maxresorb® in der Indikation zweizeitige Sinusbodenelevation mit einem reinen beta-TCP verglichen. Die Anwendung von maxresorb® führte zu einer vorhersagbaren Knochenregeneration mit besserem Volumenerhalt und besserer radiologischer Homogenität des Aufbaubereiches im Vergleich zu beta-TCP.

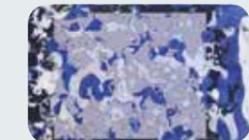
Histologie von Trepanbiopsien



Trepanbiopsien sechs Monate nach Sinusbodenelevation



Ausschnittvergrößerung



Computerassistierte histomorphometrische Auswertung

Klinischer Fall Sinuslift, Dr. D. Jelušić



Elevation des Mukoperiostes



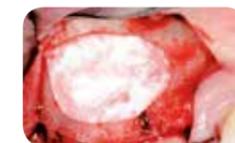
Präparation des facialis Kieferhöhlenfensters



Elevierte Schneider'sche Membran



Einbringen von maxresorb®



Abdeckung mit Jason® membrane



Speicheldichter Nahtverschluss



Re-entry nach sechs Monaten



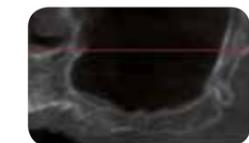
Implantatfreilegung



Reizlose Weichgewebehältnisse

Nach einer Heilungsperiode von sechs Monaten ließ sich bei allen, im Zuge der Implantatbettpräparation entnommenen Trepanbohrungen eine osteokonduktive Unterstützung der Hartgewebsneubildung feststellen. Dreidimensional-radiologisch war eine exzellente Volumenstabilität der Augmentate nachweisbar, was das Einbringen der geplanten Implantate erleichterte. Beim ersten Follow-up nach einem Jahr zeigte sich eine 100%ige Implantatüberlebensrate für den mit maxresorb® augmentierten Sinus, was die Sicherheit des angewendeten biphasischen Materials unterstreicht.

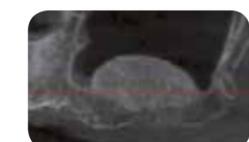
DVT-Kontrolle



DVT präoperativ: Ausgedehnter vertikaler Knochendefekt



Situation postoperativ: Ausgedehnter Sinuslift ohne Membranperforation



Situation sechs Monate postoperativ: Exzellente Volumenstabilität und radiologische Homogenität

¹⁰ Calvo-Guirado et al (2012). Histomorphometric and mineral degradation study of ossceram®: a novel biphasic B-tricalcium phosphate, in critical size defects in rabbits. *Clinical Oral Implants Research*, 2012, 23, 667-675.

¹¹ Jelušić et al. Monophasic β -TCP vs. biphasic HA/ β -TCP in two-stage sinus floor augmentation procedures - a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res.* 00, 2016, 1-9 [Epub ahead of print]

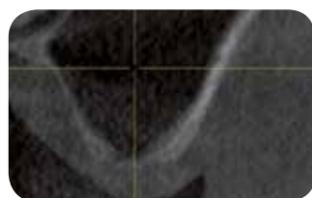
KLINISCHER FALL VON

Dr. Steffen Kistler, Landsberg am Lech, Deutschland

SINUSBODENELEVATION MIT ZWEIZEITIGER IMPLANTATION



DVT zur Verlaufskontrolle nach Sinusitisoperation mit Restknochenhöhe von ca. 1 mm



Transversale Schnittbildarstellung zur Beurteilung der Tiefe des Kieferhöhlenbodens



Vestibulärer Zugang zur Elevation der Kieferhöhlenschleimhaut mit kleiner Perforation



Abdeckung der Perforation mit trocken eingelegtem Kollagenfleece (Jason® fleece)



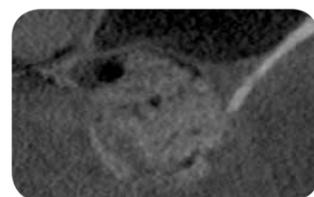
maxresorb® gemischt mit venösem Eigenblut und gesammeltem Knochenespänen



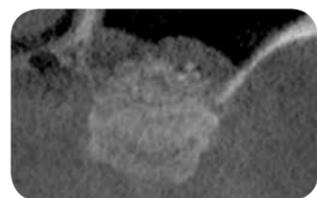
Augmentation des Kieferhöhlenbodens mit Gemisch aus autologem Knochen und maxresorb®



Fixation des Augmentates durch eine collprotect® membrane mit zwei Nägeln



DVT zur Kontrolle des Knochenersatzmaterials mit Darstellung des Hohlraumes zwischen Kieferhöhlenschleimhaut und Kollagenmembran



Konsolidierung des Augmentates mit geringer Hyperplasie der KH-Schleimhaut vor der Implantation



Primärstabile Insertion von zwei Implantaten bereits nach acht Wochen



Kontrolle der Implantatinsertion mittels OPG



Implantatfreilegung zehn Wochen nach Implantation



Röntgenkontrolle nach Freilegung mit dichter Regeneration des Augmentates

Handling-Tipp

Zur einfacheren Applikation und zur optimalen Revaskularisation sollte das KEM mit oral gesammeltem Defektblut oder bei größeren Volumina mit venösem Eigenblut angeteigt werden.

KLINISCHER FALL VON

PD. Dr. Jörg Neugebauer, Landsberg am Lech, Deutschland

ZIRKULÄRES BONE SPLITTING OBERKIEFER



Dreidimensionale Implantatplanung mit röntgenopaker Scanschablone



Darstellung des Kieferkammes mit reduziertem horizontalen Knochenangebot



Tiefes Bone Splitting mit oszillierender Säge von regio 15 bis 25



Einstellen einer collprotect® membrane zur Applikation des Knochenersatzmaterials



Laterale Anlagerung des Knochenersatzmaterials zur Resorptionsprophylaxe der vestibulären Lamelle



Abdecken des aufgedehnten und augmentierten Kieferkammes mit der initial eingebrachten Membran



Dichter Wundverschluss nach Periostschlitzung durch fortlaufende Nähte



Komplikationslose Abheilung des aufgebauten Kieferkammes



Kontroll-OPG der eingebrachten Implantate entlang des anterioren Kieferhöhlenbodens



Freilegungsoperation in Kombination mit einer Vestibulumplastik zur Ausformung des Vestibulums



Ausgeheilte Weichgewebesituation mit eingebrachten Aufbauten



Eingesetzte Brücke mit Verschraubung an endständigen und Zementierung an anterioren Implantaten

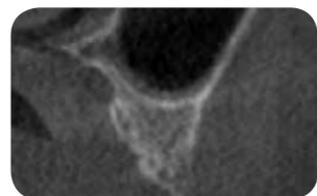
Handling-Tipp

Bei der lateralen Augmentation zur Stabilisierung des Bone Splitting wird für eine gleichmäßige Konturierung das feine Granulat mit einer Partikelgröße von 0,5 - 1,0 mm verwendet.

KLINISCHER FALL VON

Dr. Frank Kistler, Landsberg am Lech, Deutschland

SINUSBODENELEVATION MIT SIMULTANEM BONE SPLITTING UND IMPLANTATION



DVT mit Darstellung des horizontalen und vertikalen Knochenangebotes



Reduziertes Knochenangebot im Oberkiefer beidseits



Darstellung Kieferkamm und Mobilisation der Kieferhöhlenschleimhaut über laterales Kieferhöhlenfenster



Aufdehnung Kieferkamm nach krestaler Osteotomie mittels Bone Condenser



Augmentation Kieferhöhlenboden und Fixation laterale Lamelle mit maxresorb®



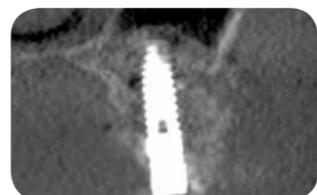
Laterale Augmentation mit Knochenersatzmaterial, sowie Osteotomiespalt mit Jason® fleece



Abdeckung augmentierter Bereich mit collprotect® membrane



Einzelknopfnähte für dichten Wundverschluss nach Periostschlitzung



DVT-Kontrolle zur Überprüfung des eingebrachten Knochenersatzmaterials



Kontrolle drei Monate nach Augmentation des Kieferkammms



Feste Konsolidierung des Knochenersatzmaterials bei weit aufgedehntem Kieferkamm



Reduktion der Schleimhautsituation bei Freilegungsoperation



Krestal stabiles Knocheniveau bei Freilegung

Handling-Tipp

Zur Stabilisierung des Bone Splitting zeigt die kombinierte Anwendung von KEM und Membranen das beste Langzeitergebnis.

KLINISCHER FALL VON

Dr. Georg Bayer, Landsberg am Lech, Deutschland

LATERALE AUGMENTATION



Darstellung des reduzierten Knochenangebotes im Bereich des Foramen mentale durch DVT



Lateraler Knochendefekt nach zuvor erfolgter WSR



Nach Aufbereitung des Implantatlagers zeigt sich eine dünne vestibuläre Lamelle



Insertion eines Implantates in reduziertes Knochenlager



Laterale Augmentation mit maxresorb® über zunächst trocken eingebrachte Kollagenmembran



Komplette Abdeckung des augmentierten Bereichs und des Implantates mit collprotect® membrane



Wundverschluss durch Weibgewebedehnung ohne vertikale Entlastungsinzision



Postoperatives Röntgenbild



Stabile keratinisierte Gingiva nach Einschrauben des Gingivaformers bei der Freilegung



Röntgenkontrolle nach der Freilegung

Handling-Tipp

Bei der lateralen Augmentation mit minimalinvasivem Zugang empfiehlt es sich zunächst die Membran einzubringen und dann das KEM zu applizieren.

KLINISCHER FALL VON

Prof. Dr. Dr. Daniel Rothamel, Klinik Mönchengladbach, Universität Düsseldorf, Deutschland

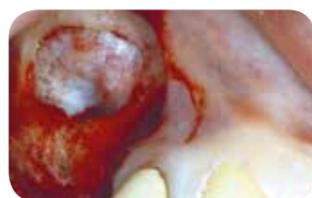
SINUSBODENELEVATION MIT ZWEIZEITIGER IMPLANTATION



Präoperative Röntgenaufnahme



Klinische Situation vor Sinuslift



Präparation eines lateralen Sinusfensters



Füllen der Sinushöhle mit maxresorb®



Abdeckung mit einer Jason® membran



Spannungsfreier Wundverschluss mit Einzelknopfnähten



Post-operative Röntgenkontrolle zur Überprüfung des eingebrachten Materials



Gute Integration der maxresorb® Partikel ohne weichgewebige Einschließung sechs Monate nach der OP



Stabile Insertion von zwei Implantaten in den ausreichend dimensionierten Kieferkamm



Histologie zeigt gute Integration der maxresorb® Partikel in die neugebildete Knochenmatrix



Röntgenkontrolle nach Implantation

Handling-Tipp

Für die Sinusbodenelevation empfiehlt sich das großvolumige maxresorb® mit einer Partikelgröße von 0,8 - 1,5 mm, damit bei einem hohen Schüttvolumen ausreichend Raum für die Osteogenese und Revaskularisierung gegeben ist.

KLINISCHER FALL VON

Dr. Frank Kistler, Landsberg am Lech, Deutschland

LATERALE AUGMENTATION



Endodontisch behandelter Zahn 26 mit apikaler Zystenbildung



Kontroll-Zahnfilm vor Implantatinsertion mit teilweise regenerierter Extraktionsalveole



Darstellung der Weichgewebesituation vor der Implantatinsertion



Implantatkavitätaufbereitung mittels *Bone Condenser* für internen Sinuslift



Aufnahme des pastösen Knochenersatzmaterials auf das Applikationsinstrument



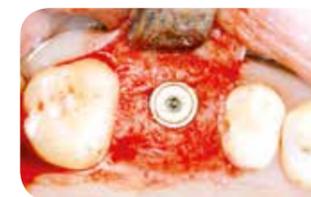
Einbringen von maxresorb® inject für internen Sinuslift



Augmentation des Kieferhöhlenbodens über krestalen Zugang



Einbringen des Knochenersatzmaterials mit *Bone Condenser*



Inseriertes Implantat vor dem Wundverschluss

Handling-Tipp

Für den internen Sinuslift kann das formbare Material ideal über den krestalen Zugang appliziert werden, da kein weiteres Anteiigen mit Blut notwendig wird.



Röntgenkontrolle mit deutlicher Darstellung des eingebrachten maxresorb® inject

KLINISCHER FALL VON

Dr. Damir Jelušić, Opatija, Kroatien

SOFORTIMPLANTATION



Extraktion der Zähne 14 und 15



Defekt der bukkalen Knochenlamelle in regio 14



Insertion von maxresorb® inject (transalveolar) über Osteotomietechnik in regio 15



Sofortimplantation in Extraktionsalveolen in regio 14 und 15



Platzierung der Gingivaformer



Platzierung der Jason® membran auf der bukkalen Wand



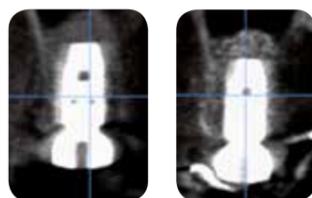
GBR zur Korrektur der bukkalen Lamelle mit maxresorb® inject



Wundverschluss und Naht



Situation nach Heilung, vier Monate nach der OP



3D CBCT vier Monate nach der OP



Situation nach Entfernung der Gingivaformer



Klinische Betrachtung zum Kontrolltermin ein Jahr nach der OP

KLINISCHER FALL VON

Dr. Damir Jelušić, Opatija, Kroatien

RIDGE PRESERVATION UND AUGMENTATION



Präoperative Röntgenaufnahme



Klinische Situation vor der Operation



Implantatinsertion in regio 12, 11 und 23



Einsetzen der Einheilkappen



Extraktion von Zahn 21 und 22, Defekt der bukkalen Wand sichtbar



Füllen der Extraktionsalveole mit maxresorb® inject



Bedecken der Alveole und der bukkalen Wand mit Jason® membran



Wundverschluss des Operationsgebietes



Situation nach sechs Monaten Einzelzeit



Situation nach Entfernung der Einheilkappen



Finale prothetische Versorgung



Röntgenkontrolle acht Monate nach Implantation und Extraktion

bone & tissue
regeneration

botiss
biomaterials

Innovation. Regeneration. Aesthetics.

Weichgewebe

Fortbildung

Hartgewebe

Vertrieb durch:

Straumann GmbH
Heinrich-von-Stephan-Str. 21
79100 Freiburg
Deutschland

Tel.: +49 761 / 4501 333
Fax: +49 800 / 4501 400

www.straumann.de

Verantwortlicher Hersteller:

botiss biomaterials GmbH
Hauptstr. 28
15806 Zossen b. Berlin
Deutschland

Tel.: +49 33769 / 88 41 985
Fax: +49 33769 / 88 41 986

www.botiss.com
www.botiss-dental.com
facebook: [botissdental](https://www.facebook.com/botissdental)

Bestimmte Produkte, die in dieser Broschüre erwähnt werden, sind möglicherweise nicht oder noch nicht in allen Ländern verfügbar. Bitte wenden Sie sich im Zweifelsfall an Ihren lokalen Straumann-Partner, um Informationen zur Produktverfügbarkeit zu erhalten.

Datenschutzhinweis:

Ihr Widerspruchsrecht: Wenn Sie der Verarbeitung Ihrer Daten für Werbezwecke widersprechen oder eine erteilte Einwilligung widerrufen möchten, genügt jederzeit eine Nachricht an unseren Datenschutzbeauftragten per E-Mail an datenschutz.de@straumann.com oder per Post an Straumann GmbH, Datenschutzbeauftragter, Heinrich-von-Stephan-Straße 21, 79100 Freiburg. Dies gilt ebenso, wenn Sie aus Gründen die sich aus Ihrer besonderen Situation ergeben, der Verarbeitung ihrer Daten widersprechen wollen.