

Klinische Anwendung des bovinen, gesinterten Knochenersatzmaterials Cerabone

# Implantologische Fallbeobachtungen

Ein Beitrag von Dr. Dr. Daniel Rothamel, Dr. Jörg Neugebauer, Dr. Dr. Martin Scheer, Dr. Lutz Ritter und Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim E. Zöller, Köln

**Bei augmentativen Eingriffen in der dentalen Implantologie ist neben der Verwendung von autogenem Knochen die Anwendung verschiedener Knochenersatzmaterialien etabliert. Diese haben bei der Sinusbodenelevation, aber auch bei prä- und periimplantären lateralen Kieferkammaugmentationen gute Ergebnisse gezeigt. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die klinische Bewertung eines neuartigen gesinterten natürlichen Knochenminerals (Cerabone, AMC.Oraltec GmbH, Tuttlingen), welches aus bovinem Knochengewebe hergestellt wird und in granulärer Form erhältlich ist.**

**Indizes: Knochenersatzmaterial, Sinuslift, Augmentation, Hartgewebemanagement, GBR**

## Einleitung

Knochenersatzmaterialien finden in der zahnärztlichen Praxis Anwendung bei der chirurgischen Therapie parodontaler Defekte, der Sinusbodenelevation, dem Kieferkammerhalt nach Zahnextraktion und der Kieferkammaugmentation. Der patienteneigene Knochen gilt bis heute als Goldstandard. Er enthält als einziges Augmentationsmaterial vitale Knochen- und Knochenvorläuferzellen und weist osteogene Eigenschaften auf, ohne die Gefahr immunologischer Reaktionen [1 bis 3]. Dem steht der Nachteil einer begrenzten Verfügbarkeit und eine erhöhte Patientenmorbidity gegenüber [4, 5], was in der Vergangenheit zur Entwicklung und Untersuchung verschiedener, nicht-patienteneigener Knochenersatzmaterialien geführt hat.

In der heutigen Praxis sind neben alloplastischen Materialien (Trikalziumphosphate, synthetische Hydroxylapatite) vor allem bovine natürliche Mineralien etabliert, welche nach unterschiedlichen Protokollen aus Tierknochen hergestellt werden und in verschiedenen Granulatgrößen erhältlich sind. Allgemeine Voraussetzungen an ein gutes Knochenersatzmaterial sind dabei eine hohe Biokompatibilität, Nicht-Infektiosität und Antigenfreiheit. Wenngleich sie keine vitalen Zellen oder Wachstumsfaktoren enthalten und somit nicht osteoinduktiv wirksam sind, so weisen sie zumindest osteokonduktive Eigenschaften auf [6, 7]. Die Integration von in den Körper eingebrachten Fremdkörpern – sei es Implantat oder Knochenersatzmaterial – wird dabei

maßgeblich beeinflusst von der Interaktion der umliegenden Zellen mit der ihnen exponierten Oberfläche [8, 9]. Somit stellen die mikro- aber auch makrostrukturelle Oberflächentopographie eines Knochenersatzmaterials, ebenso wie seine physikochemischen Eigenschaften wichtige Faktoren für die knöcherne Regeneration eines Defektes dar.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Beurteilung der klinischen Eignung eines neu auf dem Dentalmarkt erhältlichen xenogenen, gesinterten Knochenersatzmaterials (Cerabone) für die Indikationsgebiete ein- und zweizeitiger Sinuslift und der lateralen Kieferkammaugmentation.

## Material und Methoden

Bei insgesamt 12 Patienten wurden unter Anwendung des natürlichen Knochenminerals Cerabone (AMC.Oraltec GmbH, Tuttlingen) die folgenden Operationen durchgeführt: Einzeitiger Sinuslift (4 Patienten), Zweizeitiger Sinuslift (3 Patienten, Abb. 1 bis 16), Laterale Kieferkammaugmentation mit (3 Patienten, Abb. 17 bis 30) und ohne (2 Patienten) simultane Implantatinsertion. Bei zwei Patienten wurde gleichzeitig der Sinusboden eleviert und lateral augmentiert, diese wurden der Sinusliftgruppe zugezählt. Das mittlere Patientenalter betrug 46,5 Jahre. Alle Patienten zeigten sich allgemeinamnestisch unauffällig und wiesen eine gute Mundhygiene auf.



Abb. 1 Sinuslift und simultane laterale Augmentation. 66-jähriger Patient mit Fistelbildung und chronischer Sekretion im distalen linken Oberkiefer. Das nach Einbringen einer Gutta-Percha-Spitze in die Fistel angefertigte OPTG zeigt einen periradikulären Knochenabbau i.S. einer Paro-Endo-Läsion an 27 und 28 (Z.n. Extr. 26 mit Lückenschluss) und Projektion der GP-Spitze auf 27



Abb. 2 Zwei Monate nach Zahnextraktion erscheint der Bereich entzündungsfrei mit verbleibender Restknochenhöhe von 4 mm



Abb. 3 Klinisch lässt sich ebenfalls eine entzündungsfreie weichgewebliche Situation erkennen

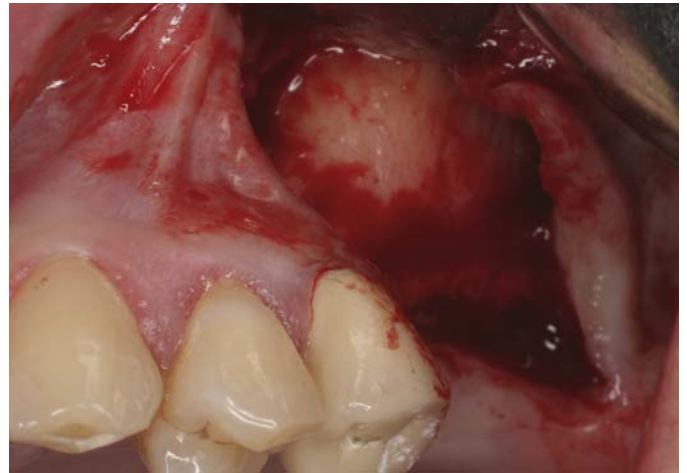


Abb. 4 Nach der Mukoperiostpräparation zeigt sich ein deutliches Knochendefizit mit vertikaler und horizontaler Komponente

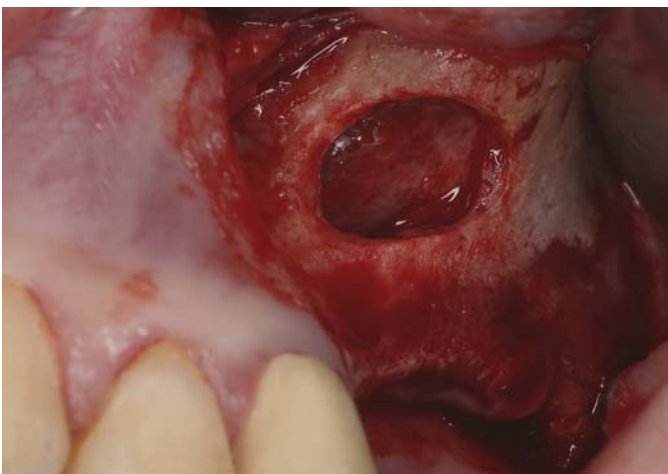


Abb. 5 Die Präparation des Kieferhöhlenfensters erfolgt mittels Piezochirurgie



Abb. 6 Es folgt die Applikation von Cerabone Granulat der Größe 0,5 bis 1,6 mm in den Sinus. Auf eine Mischung mit Eigenknochen wird verzichtet



Abb. 7 Zur Kieferkammverbreiterung wird das Knochenersatzmaterial zudem vestibulär auf den Kieferkamm aufgebracht. Das Granulat ist durch seine sphärische Form auch im Oberkiefer nach Applikation ortsständig und braucht nicht weiter stabilisiert zu werden

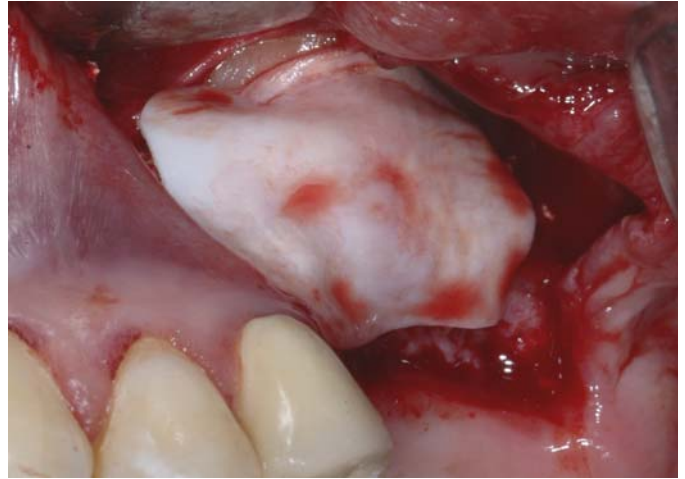


Abb. 8 Abdeckung des Defektes mit einer nativen Kollagenmembran im Sinne der gesteuerten Knochenregeneration

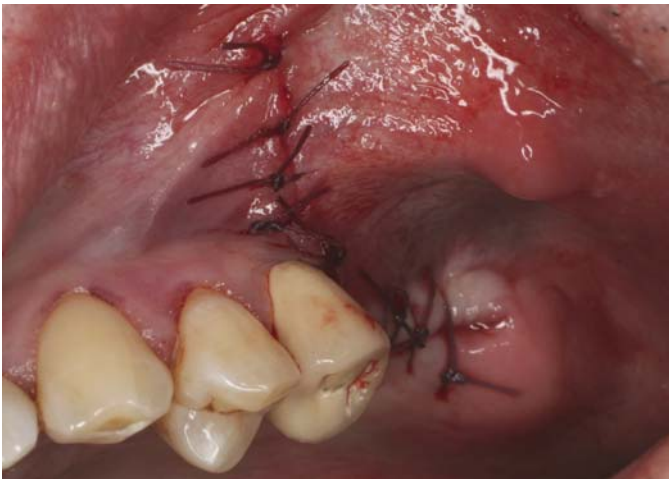


Abb. 9 Lappenverlängerung durch horizontale Periostschlitung und speicheldichter Nahtverschluss mittels polyfilyer 4-0 Polyesternaht



Abb. 10 Die Röntgenkontrolle zeigt einen vertikal (Opazität im linken Sinus) und horizontal (Dichtezunahme Kieferkamm regio 26/27) augmentierten Oberkiefer



Abb. 11 Beim Re-entry nach 6 Monaten zeigt sich bereits vor der Inzision eine deutliche Volumenzunahme in regio 26



Abb. 12 Das Knochenlager erscheint deutlich verbreitert. Im vestibulären Drittel zeigen sich Anteile des Granulates, welche in eine neu gebildete Hartgewebmatrix eingebettet sind



Abb. 13 Die Markierung der Implantatbohrung (beziehungsweise Trepanbohrung) erfolgt mittels einer Bohrschablone



Abb. 14 Das klinische Bild nach Implantatinsertion zeigt einen horizontal ausreichend dimensionierten Kiefer nach erfolgreich durchgeführter GBR-Therapie

Abb. 15

Die Histologie des entnommenen Trepan zeigt im unteren Anteil das Knochengewebe (blau) des ursprünglichen Kieferkamms. Etwa in der Mitte befindet sich der Kieferhöhlenboden – hier schließt sich der augmentierte Bereich an. In der Toluidin-Blau-Färbung sind die Cerabone-Granulate deutlich zu differenzieren. Die einzelnen Granula (grau) sind im gesamten Trepan von einer dünnen Schicht neu gebildeten Knochengewebes (blau) umgeben und über neu gebildete Knochenbälkchen miteinander verbunden

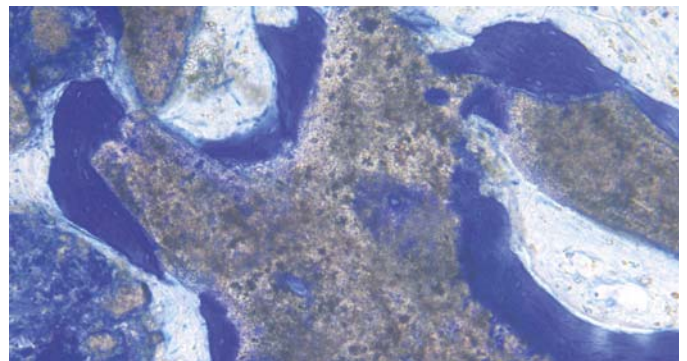
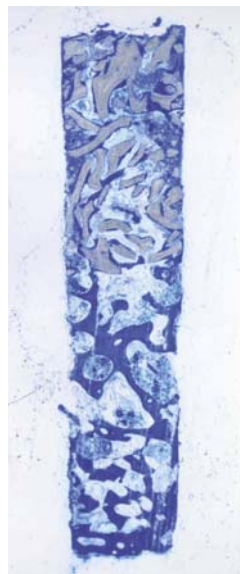


Abb. 16 In höherer Vergrößerung lassen sich die einzelnen Anteile deutlicher differenzieren: Die xenogenen Knochenmineral-Granula werden von einer neu gebildeten Hartgewebes-schicht überzogen (bony ongrowth). Zudem sind kleinere Knochenanteile in die Granula eingewachsen (bony ingrowth). Zwischen den mineralisierten Anteilen findet sich ein regelrechtes Knochenmark mit Stroma, Blutgefäßen und Fettzellen. Eine Entzündungsreaktion lässt sich nicht feststellen



Abb. 17 Augmentation Dehiszenzdefekt: Ampullenförmige Einziehung in regio 24 bei Zustand nach Zahntfernung vor 6 Jahren bei einer 36-jährigen Patientin



Abb. 18 In okklusaler Ansicht imponiert der Knochendefekt vornehmlich vestibulär

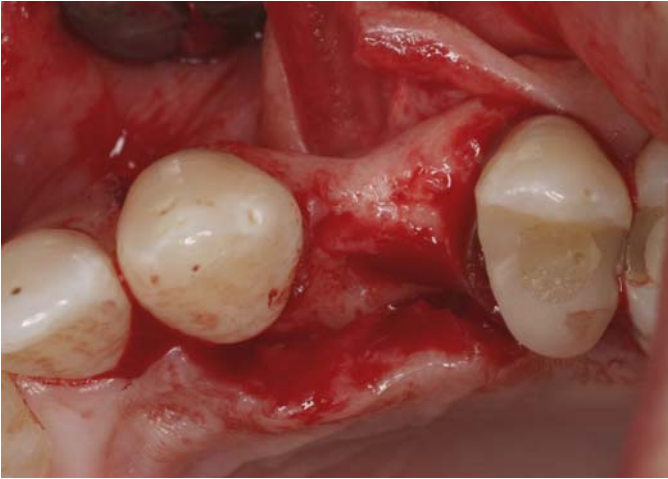


Abb. 19 Nach Weichgewebsmobilisation lässt sich auch palatinal eine deutliche knöcherne Einziehung diagnostizieren

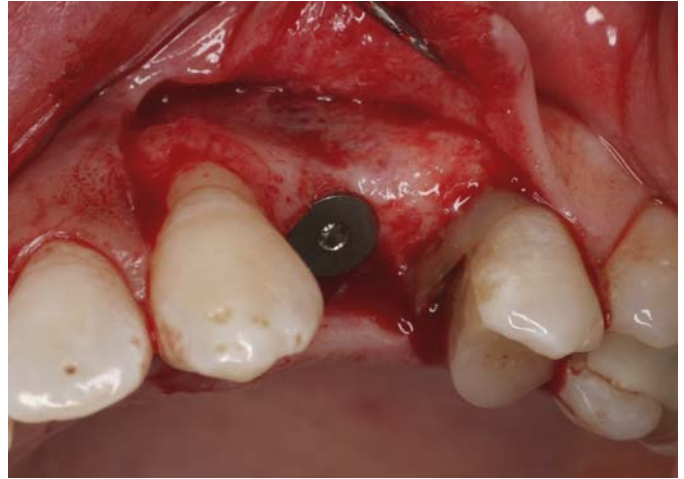


Abb. 20 Einbringen des Implantates leicht nach oral. Die vestibuläre bedeckende Knochenlamelle hat eine Breite von etwa einem Millimeter, welche durch die Abhebung des Periostes noch weiter resorbieren wird

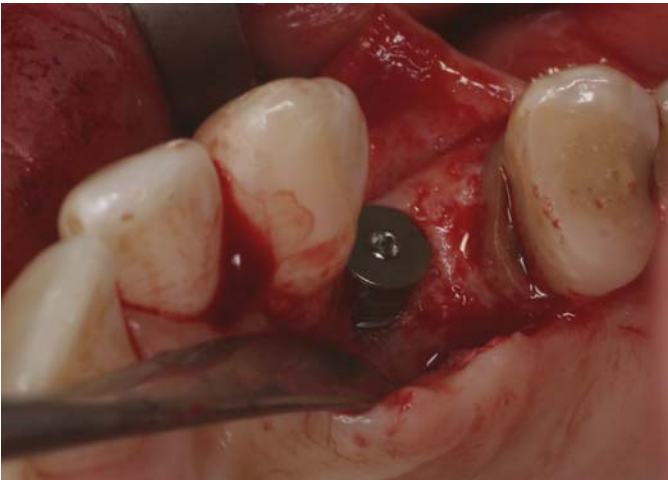


Abb. 21 Palatinal ergibt sich ein deutlicher Dehizenszdefekt, so dass die obere Schraubenwindung nicht von Knochen bedeckt ist



Abb. 22 Die bei der Implantatbohrung durch Anwendung eines Knochenfilters gewonnenen Knochenspäne werden mit etwa dem gleichen Volumen Cerabone-Partikel der Größe 1 bis 2 mm vermischt



Abb. 23 Zusätzlich erfolgt die Beimischung von Defektblut, welches mittels einer sterilen Spritze aus dem Operationsbereich entnommen wurde

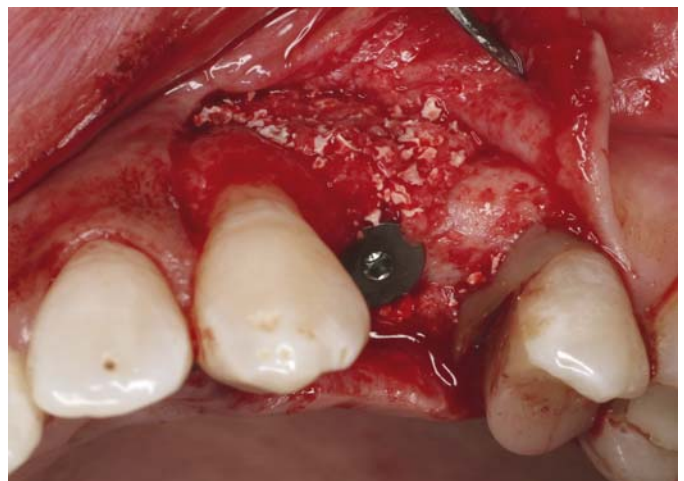


Abb. 24 Auffüllung des vestibulären Knochendefektes

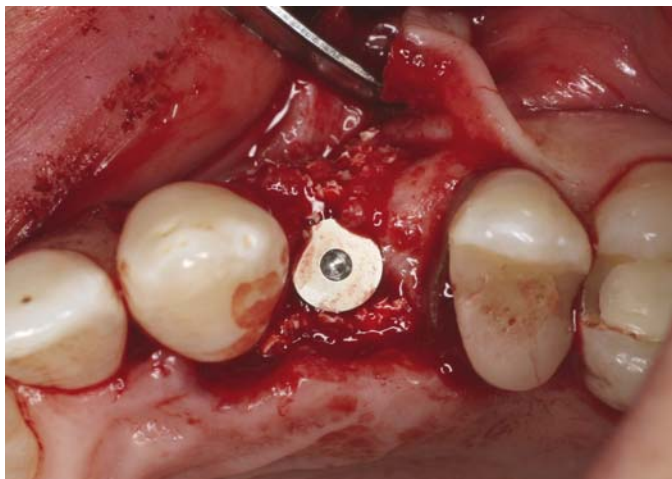


Abb. 25 Auch der palatinale Defekt wird bis auf Höhe der Implantatschulter augmentiert



Abb. 26 Abdeckung mit einer nativen Kollagenmembran, welche den augmentierten Bereich um zirka 2 mm überlappt



Abb. 27 Es folgt die Lappenverlängerung durch horizontale Periostschlitzung und der speicheldichte Nahtverschluss



Abb. 28 Nach 4 Monaten Heilungsperiode zeigt sich eine stabile Weichgewebssituation

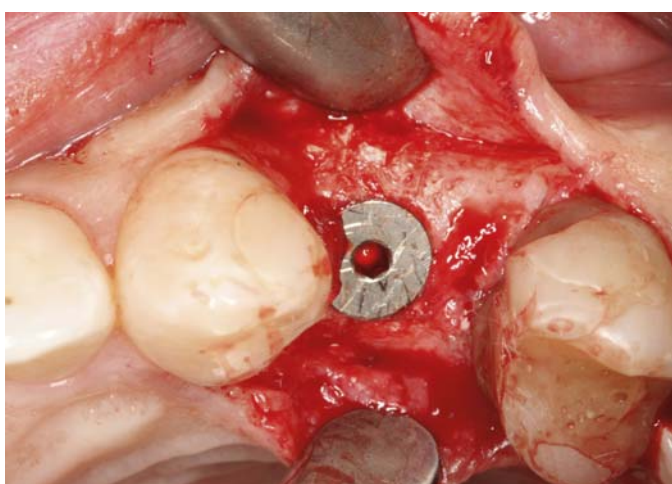


Abb. 29 Beim Re-Entry zeigt sich eine gute knöcherne Regeneration mit hartgeweblicher Abdeckung der bukkalen und palatinalen Implantatschulter

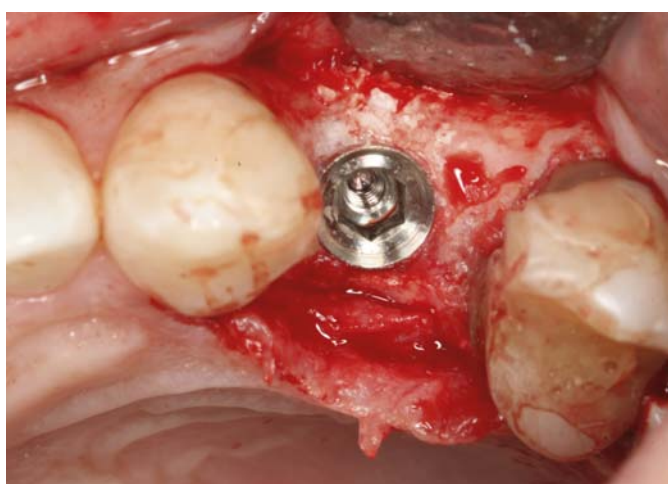


Abb. 30 In dem knöchern konsolidierten Bereich lassen sich vereinzelt Granulatanteile ausmachen. Diese sind eingebettet in neu gebildetes Hartgewebe

Die Beurteilung der Wundheilung und Regeneration erfolgte klinisch-röntgenologisch und visuell im Rahmen der Sekundäroperationen. Zur histologischen Beurteilung wurde bei den zweizeitigen Verfahren die Implantat-Pilotbohrung durch eine Trepanbohrung ersetzt. Die so gewonnenen Trepane wurden unmittelbar nach Entnahme in einer 4 prozentigen Formalinlösung fixiert. Anschließend wurden sie in einer aufsteigenden Alkoholreihe entwässert, hartgewebshistologisch in Säge-Schlifftechnik aufbereitet [10] und mittels Toluidinblau eingefärbt (Abb. 31 bis 33). Die histologische Beurteilung erfolgte anhand eines Lichtmikroskopes (Olympus BX50) unter Zuhilfenahme einer CCD-Kamera.

**Ergebnisse**

Der Heilungsverlauf gestaltete sich unauffällig bei allen Patienten. Es traten keine Nahtdehiszenzen, länger anhaltende Schwellungen oder Wundinfektionen auf. Bei allen Sekundäroperationen zeigte sich klinisch eine gute knöcherne Regeneration der Augmentate. Dabei ließen sich einzelne Partikel aufgrund ihrer im Vergleich zum Knochen leicht unterschiedlichen Opazität noch deutlich innerhalb des Kompaktaniveaus identifizieren (s. Abb. 14 und 30). Sie erschienen jedoch vollständig in neu gebildetes Hartgewebe eingebettet.

Auch histologisch zeigten sich die Granulate des Ersatzmaterials von neu gebildetem Knochengewebe umgeben (s. Abb. 15). Die einzelnen Partikel waren aufgrund der unterschiedlichen Anfärbbarkeit gut abzugrenzen und zum Großteil von einer dünnen Schicht neu regenerierten Knochens überzogen (s. Abb. 16 und Abb. 31 bis 33). Zudem erschienen die einzelnen Granulate über Hartgewebsbrücken miteinander verbunden. Eine Resorption des gesinterten Materials war in nur minimaler Ausprägung fest zu stellen.

**Diskussion**

In dieser Arbeit wurde ein neu auf dem Dentalmarkt erhältliches Knochenersatzmaterial im Rahmen einer Anwendungsbeobachtung untersucht. Es zeigten sich sowohl klinisch als auch histologisch gute Ergebnisse, welche denen anderer, bereits auf dem Markt erhältlicher natürlicher Knochenersatzmaterialien (zum Beispiel BioOss, Geistlich Biomaterials) vergleichbar sind.

Knochenersatzstoffe müssen einen gewissen Anforderungskatalog erfüllen, damit sie klinisch eingesetzt werden können. Dazu gehören als unabdingbare Anforderungen keine lokale oder systemische Toxizität oder Kanzerogenität, eine gute Biokompatibilität und eine ausreichende chemische Stabilität. Bei be-

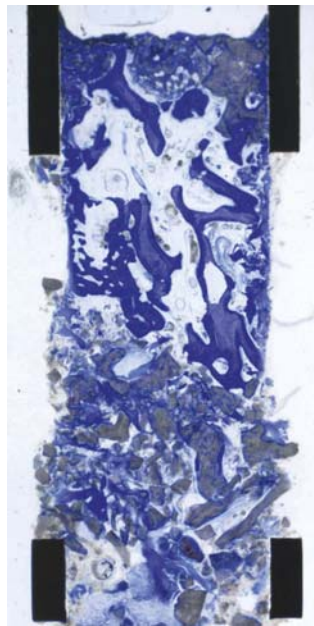


Abb. 31 Histologie nach lateraler Augmentation und Sinuslift (Übersichtsaufnahme). Deutlich sind drei Gebiete in der Histologie unterscheidbar: Im obersten Anteil befindet sich das Knochenersatzmaterial innerhalb des Sinus. Die einzelnen Granulate sind in neu gebildete Knochenmatrix eingebettet. Zur Mitte schließt sich eine Schicht natürlichen Knochengewebes an, welches dem ursprünglichen Sinusboden entspricht. Deutlich ist der schräg nach vestibulär abfallende Kieferkammverlauf zu erkennen. Weiter unten (crestal) werden Anteile der lateralen Augmentation ersichtlich

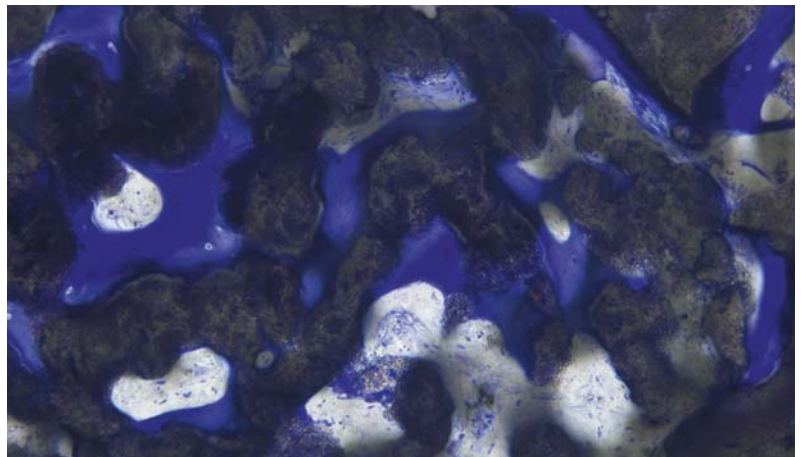


Abb. 32 Das xenogene Knochenmineral im Sinus ist vollständig hartgeweblich integriert

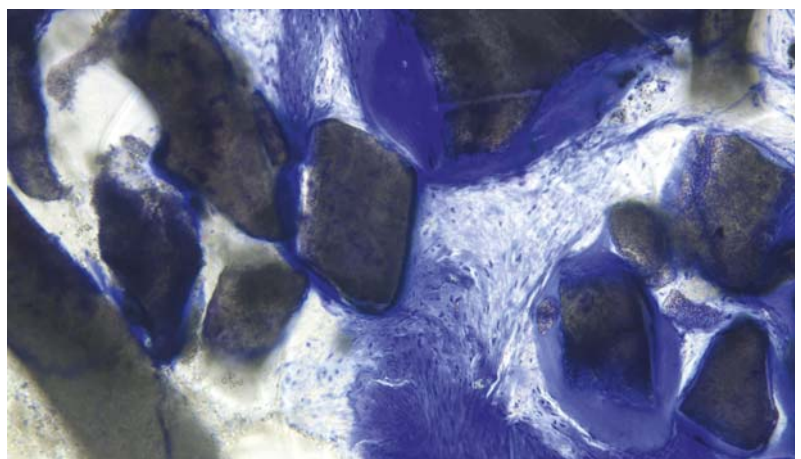


Abb. 33 Auch das Granulat, welches lateral auf den Kieferkamm aufgebracht wurde, zeigt eine gute knöcherne Konsolidierung. Während zentral ein hoher Knochenbälkchenanteil nachweisbar ist, nimmt die knöcherne Einscheidung der einzelnen Granulate nach crestal leicht ab

stimmten Gruppen muss zudem an eine ausreichende Histokompatibilität (zum Beispiel bei tierischem oder menschlichen Ursprungsgewebe) sowie an eine ausreichende Sterilisierbarkeit gedacht werden.

Biomechanische und morphologische Eigenschaften wie Elastizitätsmodul, Biege- und Kompressionsfestigkeit sowie Makro- und Mikromorphologie sollten dem zu ersetzenden Knochengewebe entsprechen. Die Biodegradation kann entweder analog zur Knochenneubildung erfolgen, oder die einzelnen nicht-resorbierbaren Partikel zeigen die Fähigkeit zur schnellen Osseointegration [11]. Als letzte Anforderungen sind eine freie und uneingeschränkte Verfügbarkeit bei adäquater Lagerfähigkeit und geringe Produktionskosten anzuführen.

Die klinisch eingesetzten natürlichen Knochenmatrizes weisen in der Regel ähnliche makro- und mikro-poröse Strukturen wie die menschliche Spongiosa auf. Durch die weitmaschigen Poren wird das Einwachsen neuer Knochenformationen gefördert, welche im Laufe der Zeit durch Osteoblasten und Osteoklasten umgebaut werden (physiologisches Remodeling).

Für alle Arten der Knochenersatzmaterialien gilt, dass die Partikelgröße des Materials einen Einfluss auf die Integration in das Gewebe hat. Zu kleine Partikel werden phagozytiert und bieten somit nicht hinreichend lang eine Platzhalter- oder Leitstruktur für die physiologisch nachwachsenden Gewebeanteile [12-14]. Bei der vorliegenden Untersuchung fanden Partikel von 500 bis 2000  $\mu\text{m}$  Verwendung. Die Partikelgröße anderer Hersteller variiert zwischen 250 bis 2000  $\mu\text{m}$ , in der orthopädischen Chirurgie kommen auch deutlich größere Partikel zum Einsatz.

Das Oberflächenrelief der Partikel entscheidet über den knöchernen Einbau (bony ongrowth), die innere Struktur bestimmt den knöchernen Durchbau (bony ingrowth) des eingesetzten Materials. Der „bony ingrowth“ ist nur bei porösen Substraten gewährleistet. Es konnte für granuläre Hydroxylapatite gezeigt werden, dass Porengrößen unter 100  $\mu\text{m}$  das Einsprießen von Blutgefäßen und die Knochenneubildung behindern [15, 16]. Hier entsteht jedoch ein Konflikt zwischen der Porosität und der Mindeststabilität, die es vom Knochenersatzmaterial zu bieten gilt.

Für das angewendete Knochenersatzmaterial ließ sich auf histologischer Ebene beide Aspekte der knöchernen Regeneration in ausreichendem Maße nachweisen, wenngleich der „bony ingrowth“ im Vergleich zu anderen, hochporösen Materialien verzögert stattzufinden schien. Zudem zeigte sich eine hohe Resorptionsstabilität. Beides könnte darin be-

gründet liegen, dass sich im Vergleich zu anderen natürlichen Knochenersatzmaterialien das getestete Material vor allem hinsichtlich der im Aufbereitungsprozess angewendeten Temperaturen unterscheidet. Während andere xenogene Knochenersatzmaterialien in der Regel bei niedrigeren Temperaturen als 350°C aufbereitet werden, kommen bei Cerabone Temperaturen um 1100°C zum Einsatz. Hierdurch wird die Oberfläche im Rahmen eines Sinterungsprozesses keramisiert, was neben einem erhöhten Grad an Sicherheit gegen Infektionsübertragungen vor allem die Oberflächenbeschaffenheit positiv beeinflussen soll. Zudem wird das verwendete Material oberflächlich leicht angeätzt, um eine erhöhte Hydrophilie zu erzielen.

Für andere natürliche Knochenmineralien ist bereits bekannt, dass sie aufgrund ihrer hohen Resorptionsstabilität im Vergleich zu autogenem Knochen eine verbesserte Volumenstabilität des knöchernen regenerierten Bereiches aufweisen [17]. Gleiches könnte auch auf das in dieser Studie untersuchte Material übertragen werden, da es sowohl histologisch, als auch klinisch eine stark verzögerte Resorption zeigte.

Die Tatsache, dass das verwendete Knochenersatzmaterial neu auf dem Dentalmarkt erhältlich ist, erschwert den Vergleich mit anderen Studien. Das Material wird jedoch seit vielen Jahren auf dem orthopädisch-chirurgischen Sektor angewendet und hat dort alleine, und auch in Verbindung mit einem nanokristallinen synthetischen Hydroxylapatit tierexperimentell [18, 19] und auch in der klinischen Anwendung [20] gute Ergebnisse gezeigt. Ursprünglich für den orthopädischen Markt entwickelt, ist dort gerade die Druckfestigkeit bei der Auffüllung größerer Knochendefekte von Wichtigkeit. Gerade in der Wirbelsäulenchirurgie kommen daher oftmals sehr langsam resorbierende Materialien zum Einsatz. Für eine abschließende Bewertung des Materials für den dentalen Markt und einen direkten Vergleich zu anderen Knochenersatzmaterialien sind weitere tierexperimentelle und klinische Studien notwendig, um statistisch verwertbare klinische, histologische und histomorphometrische Daten zu generieren.

## Zusammenfassung

Insgesamt wurden 12 Patienten mit implantologisch nicht ausreichendem Knochenangebot mittels externer Sinusbodenelevation und/oder lateraler Kieferkammaugmentation therapiert. Die Bewertung der knöchernen Regeneration erfolgte klinisch im Zuge der Sekundäroperationen sowie bei zweizeitiger Augmentation auch histologisch anhand von bei der Implantatinserterion entnommenen Hartgewebsbiop-



sien. Zudem wurden alle Patienten über einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren klinisch nachuntersucht. Innerhalb des Beobachtungszeitraumes von maximal zwei Jahren traten weder Wundheilungsstörungen, noch Implantatverluste oder Infektionen auf. Klinisch zeigte sich im Zuge der Re-Entry-Operationen bei allen Patienten eine gute knöcherne Konsolidierung der Augmentate. Auch histologisch war nach sechs Monaten eine sehr gute knöcherne Regeneration der Knochenersatzmaterialgranula fest zu stellen. Die einzelnen Partikel zeigten sich zum einen von einer dünnen Schicht regenerierten Hartgewebes überzogen, zum anderen waren sie über neu gebildete Knochenbälkchen miteinander verbunden.

Es ließ sich schlussfolgern, dass das natürliche Knochenmineral Cerabone für laterale Augmentationen und Sinusbodenelevationen der dentalen Implantologie geeignet ist.

## Schlussfolgerung

Anhand der vorliegenden klinischen und histologischen Daten lässt sich feststellen, dass das gesinterte, natürliche Knochenmineral Cerabone bei augmentativen Verfahren in der dentalen Implantologie vorhersagbare und gute Ergebnisse zeigt. Der Vergleich zu anderen Knochenersatzmaterialien bedarf der Durchführung weiterer tierexperimenteller und klinisch-kontrollierter Studien. ■

## Literaturverzeichnis

- [1] Neukam, F.W.: [Knochen transplantation in Kombination mit Implantaten]. *Niedersachs Zahnärztebl.* 25(8): 446-50 (1990)
- [2] Schlegel, K.A., G. Fichtner, S. Schultze-Mosgau, et al.: Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 18:53-8 (2003)
- [3] Zijdeveld, S.A., I.R. Zerbo, J.P. van den Bergh, et al.: Maxillary sinus floor augmentation using a beta-tricalcium phosphate (Cerasorb) alone compared to autogenous bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 20(3): 432-40 (2005)
- [4] Nkenke, E., M. Radespiel-Troger, J. Wiltfang, et al.: Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 13(5): 514-21 (2002)
- [5] Clavero, J. and S. Lundgren: Ramus or chin grafts for maxillary sinus inlay and local onlay augmentation: comparison of donor site morbidity and complications. *Clin Implant Dent Relat Res.* 5(3): 154-60 (2003)
- [6] Khan, S.N., F.P. Cammisa, Jr., H.S. Sandhu, et al.: The biology of bone grafting. *J Am Acad Orthop Surg.* 13(1): 77-86 (2005)
- [7] Betz, R.R.: Limitations of autograft and allograft: new synthetic solutions. *Orthopedics.* 25(5 Suppl): s561-70 (2002)
- [8] Logeart-Avramoglou, D., F. Anagnostou, R. Bizios, et al.: Engineering bone: challenges and obstacles. *J Cell Mol Med.* 9(1): 72-84 (2005)
- [9] Cornell, C.N.: Osteoconductive materials and their role as substitutes for autogenous bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 30(4): 591-8 (1999)
- [10] Donath, K. and G. Breuner: A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues. The Sage-Schliff (sawing and grinding) technique. *J Oral Pathol.* 11(4): 318-26 (1982)
- [11] Scales, J.T.: Problems of materials in bone replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 35-B(1): 6-8 (1953)

- [12] Kawaguchi, H., T. Ogawa, M. Shirakawa, et al.: Ultrastructural and ultracytochemical characteristics of multinucleated cells after hydroxyapatite implantation into rat periodontal tissue. *J Periodontol Res.* 27(1): 48-54 (1992)
- [13] Takeshita, N., T. Akagi, M. Yamasaki, et al.: Osteoclastic features of multinucleated giant cells responding to synthetic hydroxyapatite implanted in rat jaw bone. *J Electron Microsc (Tokyo).* 41(3): 141-6 (1992)
- [14] Yamada, S., T. Nakamura, T. Kokubo, et al.: Osteoclastic resorption of apatite formed on apatite- and wollastonite-containing glass-ceramic by a simulated body fluid. *J Biomed Mater Res.* 28(11): 1357-63 (1994)
- [15] Holmes, R.E., R.W. Bucholz, and V. Mooney: Porous hydroxyapatite as a bone-graft substitute in metaphyseal defects. A histometric study. *J Bone Joint Surg Am.* 68(6): 904-11 (1986)
- [16] Klawitter, J.J. and S.F. Hulbert: Application of porous ceramics for attachment of load bearing internal orthopedic applications. *J Biomed Mater Res.* 10(2): 161-229 (1971)
- [17] Schlegel, K.A., G. Fichtner, S. Schultze-Mosgau, et al.: Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 18(1): 53-8 (2003)
- [18] Huber, F.X., I. Berger, N. McArthur, et al.: Evaluation of a novel nanocrystalline hydroxyapatite paste and a solid hydroxyapatite ceramic for the treatment of critical size bone defects (CSD) in rabbits. *J Mater Sci Mater Med.* 19(1): 33-8 (2008)
- [19] Laschke, M.W., K. Witt, T. Pohlemann, et al.: Injectable nanocrystalline hydroxyapatite paste for bone substitution: in vivo analysis of biocompatibility and vascularization. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 82(2): 494-505 (2007)
- [20] Huber, F.X., N. McArthur, J. Hillmeier, et al.: Void filling of tibia compression fracture zones using a novel resorbable nanocrystalline hydroxyapatite paste in combination with a hydroxyapatite ceramic core: first clinical results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 126(8): 533-40 (2006)



### Vita

#### Dr. med. Dr. med. dent. Daniel Rothamel

1996–2001 Zahnmedizinstudium,  
Universität Düsseldorf

2001–2007 Medizinstudium,  
Universität Düsseldorf; zeitgleiche  
Weiterbildung Oralchirurgie an der

Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie und Aufnahme,  
Westdeutsche Kieferklinik, Universitätsklinikum Düsseldorf  
(Univ.-Prof. Dr. J. Becker)

2003 Promotion zum Dr. med. dent.

2007 Anerkennung des Fachzahnarztes für Oralchirurgie

2007 Promotionsstipendiat des DAAD an der USYD,  
Sydney, Australien

2008 Promotion zum Dr. med.

Seit 2008 Facharzt Ausbildung zum Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen an der Uniklinik Köln (Univ.-Prof. Dr. Dr. J. Zöller)

Schwerpunkte: Knochenersatzmaterialien, Membranen,  
Implantatoberflächen, Socket Preservation, Wachstumsfaktoren,  
Hartgewebsregeneration.

Multiple nationale und internationale Publikationen und  
Kongressbeiträge.

### Kontaktadresse:

#### Dr. Dr. Daniel Rothamel

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und  
Plastische Gesichtschirurgie

Interdisziplinäre Poliklinik für Orale Chirurgie und  
Implantologie

Direktor: Univ.-Professor Dr. Dr. J. E. Zöller  
Universitätsklinikum Köln · Kerpener Str. 62 · 50931 Köln  
daniel.rothamel@uk-koeln.de

## Produktliste

Indikation	Name	Hersteller/Vertrieb
Knochenersatzmaterial	Cerabone	AAP/AMC.Oraltec
Membranen	Jason	AAP/AMC.Oraltec
	Tutodent	Tutogen/Zimmer Dental
Implantate	Tapered Scew-Vent	Zimmer Dental
	Screw Line	Camlog