

Für die vertikale Knochenaugmentation wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren unterschiedliche Konzepte vorgestellt. So wurden Erfolge mit der Distraktionsosteogenese, der GBR-Technik und auch unter der Verwendung von autologen Knochenblöcken beschrieben. Gemeinsam ist all diesen Techniken, dass sie intraoperativ durchaus handlungs sensitiv sind. Das hier beschriebene Vorgehen mit einem patientenindividuellen Gitter vereinfacht das intraoperative Vorgehen und erhöht so die Sicherheit.

Dr. Arnd Lohmann  
[Infos zum Autor]



Literatur



## Mehr Sicherheit bei vertikalen Knochenaugmentationen

Dr. Arnd Lohmann, M.Sc.

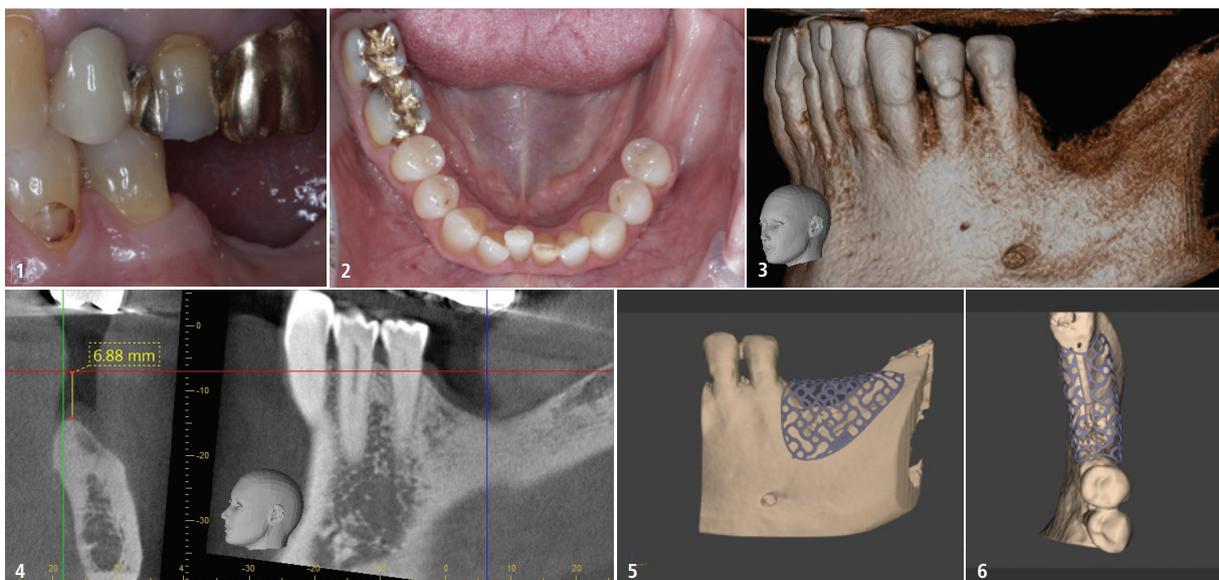
Für die Auswahl einer geeigneten Augmentationstechnik sollte aus Sicht des Operateurs – und letztendlich auch aus Patientensicht – entscheidend sein, dass das Risiko eines Misserfolgs möglichst gering und das maximal zu erzielende Volumen möglichst groß ist. Es liegt auf der Hand, dass eine Technik, die häufige Problemquellen der bekannten Standardprotokolle (Distrak-

tionsosteogenese, GBR-Technik, Vorgehen mit autologen Knochenpartikeln) systembedingt ausschließt, einen positiven Einfluss auf das Gesamtergebnis haben wird.

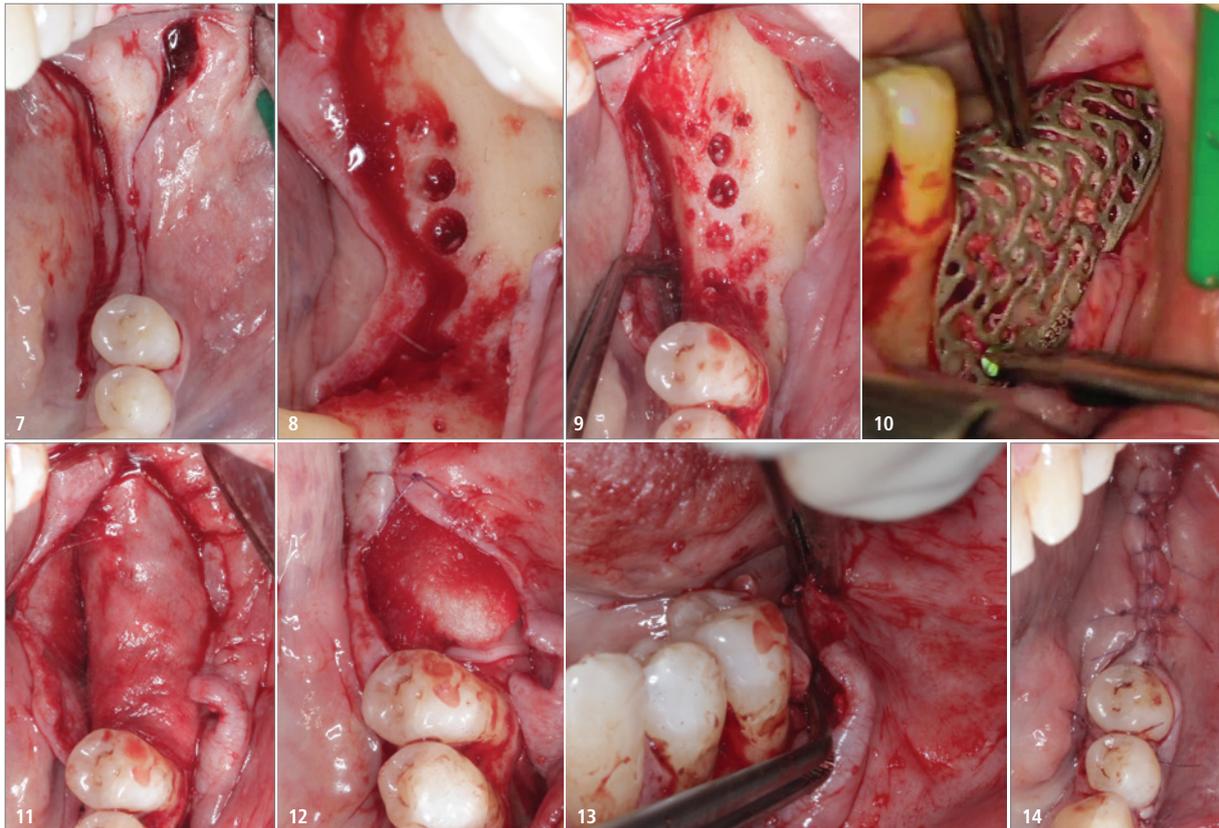
Als Komplikationsursache wird im Falle der Distraction hauptsächlich eine fehlerhafte Richtung der Augmentation angegeben.<sup>1</sup> Im Falle der GBR-Technik und der Verwendung von autologen

Knochenblöcken dürfte die Dehiszenz, bedingt durch scharfe Kanten oder eine geringe Weichgewebedicke, Hauptursache für postoperative Probleme sein. Des Weiteren kann eine mangelhafte Fixation des Augmentats die knöcherne Integration verschlechtern.

Alle genannten Probleme können durch eine suffiziente präoperative Planung, die Herstellung eines perfekt aufliegen-



**Abb. 1:** Intraorale Situation präoperativ. Der vertikale Knochenverlust ist erkennbar. – **Abb. 2:** Intraorale Situation präoperativ von okklusal. – **Abb. 3:** Die präoperative 3D-Rekonstruktion des DVTs zeigt das Knochendefizit vor Augmentation. – **Abb. 4:** Das präoperative DVT zeigt das Knochendefizit vor Augmentation. – **Abb. 5:** Finaler Konstruktionsvorschlag als 3D-PDF-Dokument von lateral. – **Abb. 6:** Finaler Konstruktionsvorschlag als 3D-PDF-Dokument von okklusal.



**Abb. 7:** Die gewählte Schnittführung. – **Abb. 8:** Eröffnung des Knochenmarkraums mit Trepanbohrern. – **Abb. 9:** Abgeschlossene Präparation aller Lappenanteile von der Einprobe des Gitters. – **Abb. 10:** Eingesetztes Gitter von lateral. Es erfolgte lediglich eine geringgradige Vorfüllung mit dem Augmentationsmaterial. – **Abb. 11:** Das befüllte Gitter ist mit einer Kollagenmembran abgedeckt. – **Abb. 12:** Vor dem Wundschluss wird eine Kollagenmatrix zur Weichgewebeaugmentation auf der Membran installiert und beim Wundschluss mit fixiert. – **Abb. 13:** Ein spannungsfreier Wundschluss ist möglich, wenn sich die Lappenränder mindestens 5 mm überlappen lassen. – **Abb. 14:** Frisch vernähte Situation von okklusal.

den patientenindividuellen Gitters und eine simultane Weichgewebeaugmentation vermieden werden. Durch die präoperative CAD-technische Planung der Augmentation werden vor allem die Augmentationsrichtung und die Form des Augmentats präoperativ optimiert. Scharfe Kanten werden so ausgeschlossen, und das spätere Augmentat entspricht der prothetischen und implantatchirurgischen Planung. Durch die virtuelle Inaugenscheinnahme des Konstruktionsvorschlags durch den Operateur kann dieser bereits vor dem Eingriff die Fixation des anzufertigenden Gitters planen und gegebenenfalls das Gitter den Erfordernissen entsprechend anpassen lassen.

#### Behandlungsfall

Der vorliegende Fall beschreibt die Augmentation eines zum Zeitpunkt des Eingriffs 79 Jahre alten Patienten, Nichtraucher, bei gutem Allgemeinzustand. Der Zahn 36 ging mehr als

drei Monate vor der Augmentation verloren. Abbildung 1 zeigt den vertikalen Defekt intraoral vor der Augmentation von lateral. Abbildung 2 zeigt die Situation von okklusal. Wegen des auch im Gegenkiefer fehlenden zweiten Molaren entschied sich der Patient dazu, lediglich den Zahn 36 durch ein Implantat ersetzen zu lassen. Auf eine Versorgung in Regio 37 verzichtete er. Abbildung 3 zeigt die 3D-Rekonstruktion des Knochens vor der Augmentation. Es handelt sich um einen circa 7 mm tiefen vertikalen Defekt (Abb. 4). Die Daten der DVT-Aufnahme wurden zur Erstellung eines Konstruktionsvorschlags an den Hersteller des patientenindividuellen Gitters (ReOss GmbH, Filderstadt) übermittelt. Wenige Tage nach dem Dateneingang bekommt der Operateur einen Konstruktionsvorschlag in Form eines 3D-PDF-Dokuments (Abb. 5 und 6), das komfortabel mit dem Adobe Reader® eingesehen werden kann. Alternativ steht auch eine 3D-Ansicht auf der Homepage des Her-

stellers zur Verfügung. Änderungswünsche können per Mail oder telefonisch angefragt werden und werden zeitnah umgesetzt. Der Operateur erhält den geänderten Konstruktionsvorschlag. Nach Freigabe durch den Operateur wird das Gitter gefertigt und dem Behandler übersandt.

#### Chirurgisches Vorgehen

Zur Optimierung der Ergebnisse hat sich in unserer Praxis ein Standardvorgehen etabliert: Es erfolgt zunächst eine mittrekostale Inzision, die distal lateral des Tuberkulum mandibulae im Vestibulum endet (Abb. 7). Das Ende liegt in etwa im Bereich der Linea obliqua externa. Eine vestibuläre Entlastung erfolgt mesial in einem Abstand von zwei Zahnbreiten zum Augmentationsbereich. Eine weitere Entlastung erfolgt lingual in einem Abstand von einer Zahnbreite zum Augmentationsbereich unter Schonung der interdentalen Papille. Die linguale Entlastung erfolgt nur im Be-

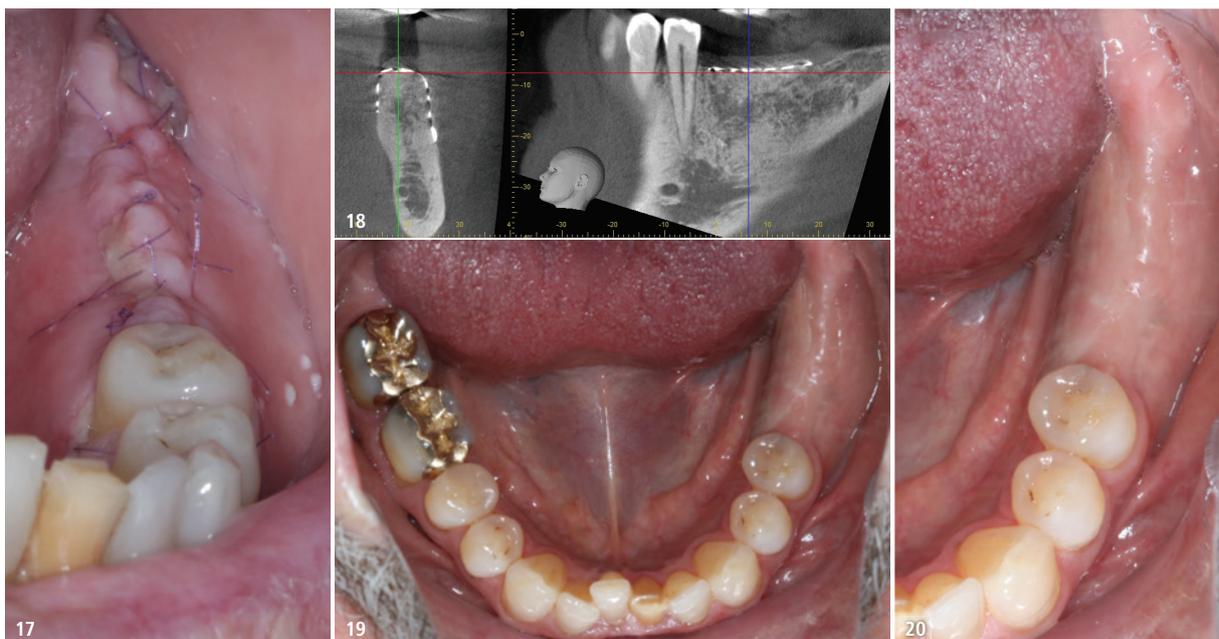


**Abb. 15:** Ausschnitt des postoperativen OPGs. – **Abb. 16:** Bei schonendem Vorgehen ist nur eine geringe Gesichtsschwellung zu erwarten.

reich der keratinisierten Schleimhaut. Eine Verlängerung der Inzision in die Mundbodenschleimhaut verbietet sich wegen der dort beheimateten anatomischen Strukturen. Insgesamt ist eine genaue Kenntnis der Lage der im Operationsgebiet beheimateten anatomischen Strukturen (vor allem Nerven und Blutgefäße) für die sichere Durchführung des Eingriffs erforderlich. Zunächst erfolgt die Präparation des vestibulären Lappenabschnitts. Von der Linea obliqua externa werden Knochen-späne mit dem Safescraper gewonnen. Es ist darauf zu achten, dass der Sitz des Gitters nicht durch die Knochenentnahme verschlechtert wird. Empfehlenswert ist, die Lage der Entnahmestelle bei der Konstruktion des Gitters zu berücksichtigen. Es hat sich bewährt, die Menge des zu gewinnenden Knochens so zu wählen, dass das

gesamte Gitter mit den Spänen locker gefüllt werden kann. Nach der Knochenentnahme erfolgt die Perforation der Kortikalis zur Optimierung der Blutversorgung des Augmentats. Hierbei sind Hohlzylinderbohrer empfehlenswert, da der zusätzlich gewonnene Knochen gemahlen und dem Augmentat zugefügt werden kann. Nach den Erfahrungen des Autors haben die größeren Öffnungen des Knochenmarkraums, die durch die Verwendung von Hohlzylinderbohrungen entstehen, einen positiven Einfluss auf die Qualität des Augmentats. Die in Abbildung 8 dargestellten Bohrungen haben einen Außendurchmesser von 3,75 mm und sollten eher als Mindestmaß angesehen werden. Nach der vollständigen Vorbereitung des vestibulären Augmentationsgebietes wird der linguale Lappenanteil ge-

hoben. Die Präparation erfolgt bis zum Einstrahlen der Muskelfasern des Musculus mylohyoideus. Der Muskel sollte in keinem Fall von dem Knochen gelöst werden. Die weitere Präparation erfolgt stumpf und hebt das Bindegewebe durch ein leichtes Schieben nach lingual vom Muskel ab. Auf diese Weise entsteht eine optimale Lappenmobilität der lingualen Seite. Distal müssen die keratinisierten Bereiche des Tuberculum mandibulae ebenfalls schonend von ihrer knöchernen Unterlage gelöst werden, um die Flexibilität des lingualen Lappenabschnitts nicht zu behindern (Abb. 9). Für die Augmentation wird eine Mischung aus dem gewonnenen autologen Knochen und bovinem Hydroxylapatit (BioOss, Geistlich Biomaterials) im Verhältnis 50:50 hergestellt. Das Gitter sollte vor seiner Applikation nur



**Abb. 17:** Erzielte Aufbauhöhe von anterior. Das Niveau erreicht das Okklusalniveau der Nachbarbe-zahnung. – **Abb. 18:** DVT vor Implantatinsertion. – **Abb. 19 und 20:** Weichgewebesituation vor Implantatinsertion.



# Der beste Weg, wenn's mal eng wird

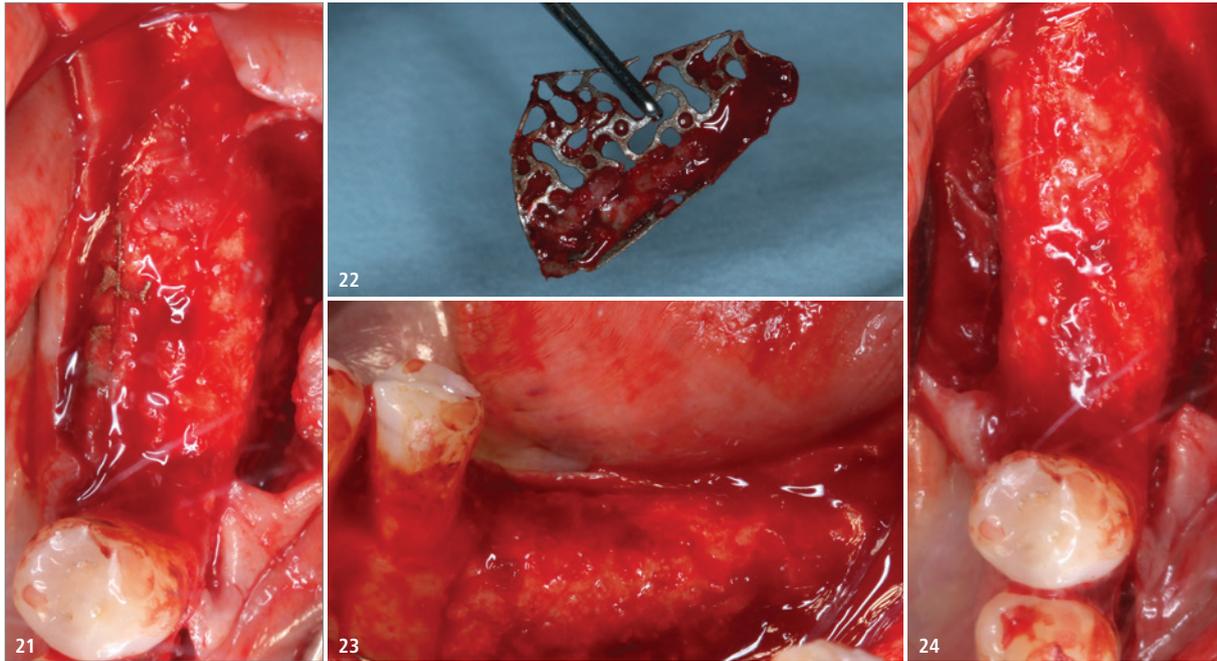


Unsere **NARROW IMPLANTS** sind ausgestattet mit allen Vorteilen des Bicon® Systems: Sie sind einfach im Handling, ihr einzigartiges Design fördert den krestalen Knochenerhalt zur Unterstützung der Interdental-Papilla und bietet einen wirksamen Schutz gegen Periimplantitis. **NARROW IMPLANTS** ermöglichen mit einer **Breite ab 3,0 mm** und einem **Durchtrittsprofil von nur 2,0 mm** die optimale **Versorgung von nichtangelegten Schneidezähnen** im Ober- wie auch im Unterkiefer. Bei atraumatischer Implantation und mit einem ästhetischem Ergebnis, das Anwender und Patienten begeistert.

Mehr Infos: [www.bicon.de.com](http://www.bicon.de.com) oder Tel. 06543 818200

**NARROW**  
IMPLANTS

**bicon**  
DENTAL IMPLANTS



**Abb. 21 und 22:** Vollständig mit Knochen gefülltes Gitter bei Entfernung. Der linguale Gitteranteil ist gut erkennbar. – **Abb. 23:** Gewonnene Knochenhöhe von lateral. – **Abb. 24:** Regeneriertes Areal von okklusal.

geringgradig vorgefüllt werden. Es besteht die Gefahr, dass das Gitter bei einer starken Vorfüllung bei seiner Applikation verbiegen könnte. Dieser Umstand erfordert dann eine größere Anzahl Osteosyntheseschrauben zur Kompensation, was den Eingriff unnötig verkompliziert. Nach dem spaltfreien Aufsetzen des Gitters wird dieses mit selbstschneidenden Schrauben oder Standard Osteosyntheseschrauben fixiert (Abb. 10).

Standardmäßig sind zwei vestibuläre Schrauben und eine Schraube am distalen krestalen Gitterrand empfehlenswert. Nach der vestibulären Verschraubung kann durch leichtes Ziehen mit einer Pinzette am lingualem Gitterrand überprüft werden, ob das Gitter bewegungsfrei sitzt. Nur wenn noch Bewegungen festgestellt werden, wird eine dritte Schraube am distalen Gitterrand von krestal her eingedreht. Diese sollte möglichst weit lingual positioniert werden. In den sehr seltenen Fällen, in denen auch diese Maßnahme nicht zur vollständigen Fixation führt, muss eine selbstschneidende Schraube im Bereich des lingualem Gitterrandes positioniert werden.

Nach der absolut bewegungsfreien Fixation des Osteosynthesegitters wird dieses mit einer Kollagenmembran

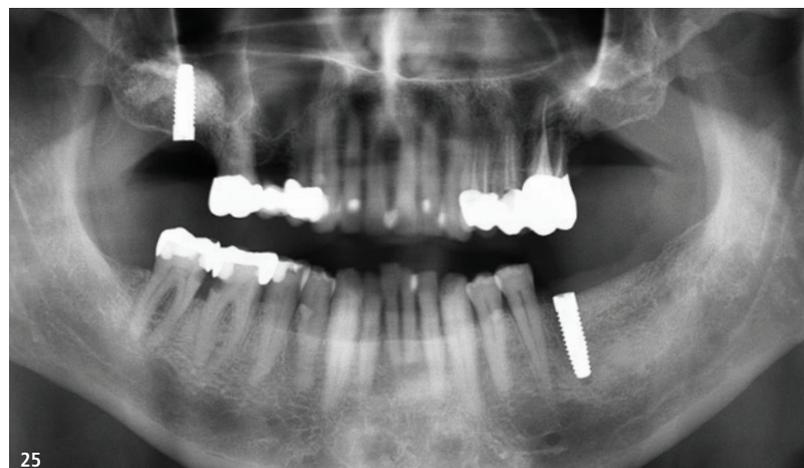
(Bio Guide, Geistlich Biomaterials) vollständig abgedeckt. Die Membran sollte das Gitter im Idealfall um mindestens 5 mm überdecken (Abb. 11).

Nun erfolgt eine oberflächliche Entlastung des vestibulären Periosts unter Schonung von Nerven und Blutgefäßen. Das Bindegewebe wird stumpf präpariert, bis die Lappenränder absolut spannungsfrei adaptiert werden können.

Zur Vermeidung von Dehiszenzen und zur Vorbereitung der häufig notwendigen Vestibulum- und Mundbodenplastik wird vor dem Schließen der Wunde eine Kollagenmatrix (FibroGide, Geistlich Biomaterials) oberhalb der

Kollagenmembran adaptiert. Die Nahtfixation erfolgt vestibulär und lingual im nicht mobilisierten Gewebe, also unterhalb der Periostschlitzung mit resorbierbarem Nahtmaterial (Abb. 12). Der spannungsfreie Wundschluss wird nochmals überprüft (Abb. 13), hierbei sollten sich die Lappenränder im Idealfall ca. 10 mm überlappen lassen.

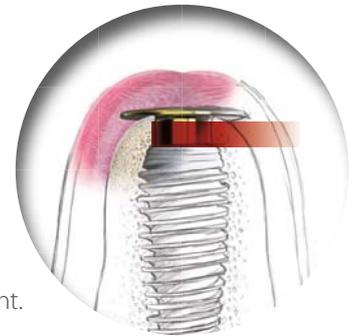
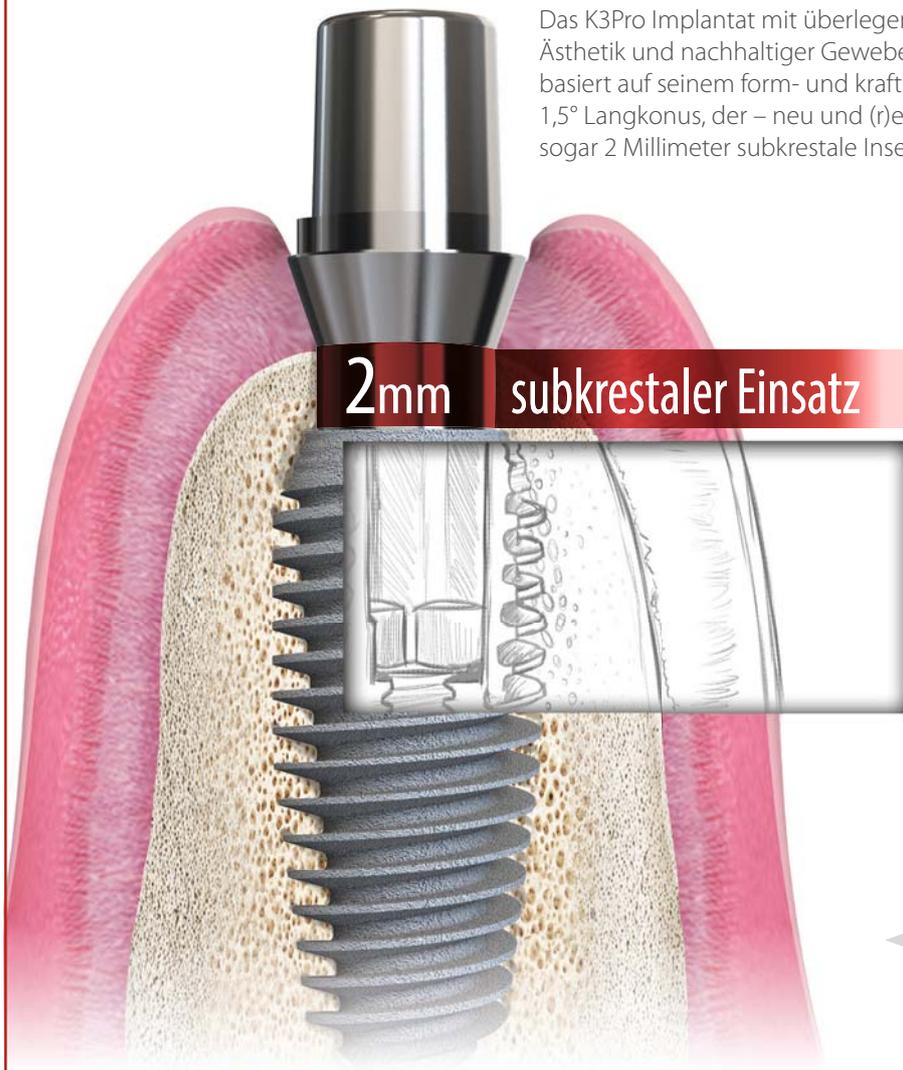
Es erfolgt der Wundschluss mit Matratzennähten und Einzelknopfnähten (Abb. 14). Abbildung 15 zeigt das postoperative Röntgenbild. Ein vorsichtiges Vorgehen bedingt nur eine geringe Gesichtsschwellung des Patienten (Abb. 16) und erzeugt keine größeren Beschwerden. Bereits 24 Stunden vor dem Ein-



**Abb. 25:** OPG post Implantatinserktion. Die Augmentationshöhe lässt sich noch erahnen.

BIOMEDICAL ENGINEERING  
& SUPERIOR AESTHETICS

Das K3Pro Implantat mit überlegener Ästhetik und nachhaltiger Gewebestabilität basiert auf seinem form- und kraftschlüssigen 1,5° Langkonus, der – neu und (r)evolutionär – sogar 2 Millimeter subkrestale Insertion ermöglicht.



More than just Bone Loss Avoidance – *we are creating* **STABLE TISSUE**

QUALITY & DESIGN  
MADE IN GERMANY



**ARGON** Dental  
Tel.: 06721/ 3096-0  
info@argon-dental.de  
www.argon-dental.de





**Abb. 26:** Vom Hauszahnarzt eingegliedert Zahnersatz von okklusal. – **Abb. 27:** Vom Hauszahnarzt eingegliedert Zahnersatz von lateral.



griff beginnt eine antibiotische Abdeckung, die sieben bis zehn Tage aufrechterhalten werden sollte.

Es ist empfehlenswert, eine Aufbisschiene vorzubereiten, da durch die Kombination von Hart- und Weichgewebugumentation sowie der postoperativen leichten Schwellung eine Gingivahöhe erzielt werden kann, die das Okklusalniveau der Nachbarzähne erreicht (Abb. 17). In diesem Fall kann eine Traumatisierung des frisch operierten Bereichs durch die Okklusalfächen der Bezahnung des Gegenkiefers erfolgen. Im Zuge der Wundheilung wird das Tragen der Aufbisschiene schnell überflüssig. Der Operateur sollte den Patienten instruieren, den Aufbissbehelf bis zu seinem ausdrücklichen Hinweis zu tragen.

Abbildung 18 zeigt das gewonnene Volumen und den Erfolg der Operation im DVT. Die Abbildungen 19 und 20 zeigen den intraoralen Situs vor Implantatinsertion. Das im vorliegenden Fall verwendete Gitter verfügt über Sollbruchstellen an der krestalen Gitterseite. Nach der Entfernung der Osteosyntheseschrauben kann das Gitter hier komfortabel geteilt werden (Abb. 21). Abbildung 22 zeigt den gewonnenen Knochen nach Entfernung des vestibulären Gitterabschnitts. In den meisten Fällen regeneriert der Knochen derartig gut, dass basale Gitterränder von Knochen überwachsen werden. Aus diesem Grund sollte die Tragezeit des Gitters nicht zu lang gewählt werden, da bei einer fortgeschrittenen Verknöcherung der Aufwand zur Entfernung

des Gitters zunehmen kann. Darüber hinaus können die gewonnenen Partikel zur ergänzenden Augmentation verwandt werden. Abbildung 23 zeigt das augmentierte Areal von lateral. Der Defekt wurde vollständig regeneriert. Abbildung 24 zeigt den regenerierten Bereich von okklusal. Da bei dem Patienten labortechnisch eine Titanunverträglichkeit nachgewiesen wurde, hat man auf ein vollkeramisches Implantat (Zeramex-T, Dentalpoint) zurückgegriffen. Abbildung 25 zeigt das postoperative Röntgenbild mit den inserierten Implantaten. Abbildung 26 und 27 zeigen das Ergebnis nach der Eingliederung der Krone durch den Hauszahnarzt.

## Diskussion

Für die vertikale Knochenaugmentation wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren unterschiedliche Konzepte vorgestellt. Urban et al. zeigten 2019 in einem systematischen Review, dass die Guided Bone Regeneration (GBR) mit nicht resorbierbaren Membranen bei einem durchschnittlichen Höhengewinn von 4,2mm und einer Komplikationsrate von 12 Prozent der Distractionsosteogenese und der Verwendung von autologen Knochenblöcken überlegen ist.<sup>2</sup>

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kam ebenfalls ein Review von Rocchietta, Fontana und Simion aus dem Jahr 2010. Bei der von den Autoren verwendeten Literatur wurde für die GBR-Technik von einem vertikalen Knochengewinn

zwischen 2 und 8mm bei einer Komplikationsrate von 0 bis 25 Prozent berichtet.<sup>1</sup>

Die GBR-Technik zeigte sich insbesondere gegenüber der Distractionsosteogenese, aber auch gegenüber der Verwendung von autologem Knochen überlegen.

Die hier vorgestellte Methode der vertikalen Augmentation mit einem patientenindividuellen Gitter vereinfacht die bereits überlegene Methode der GBR-Technik weiter. Auf ein intraoperatives Zuschneiden von nicht resorbierbaren Membranen und deren Fixation kann verzichtet werden. Scharfe Kanten der Titanverstärkung werden sicher vermieden. Durch die simultane Augmentation der Weichgewebe wird die Durchführung einer eventuell notwendigen Mundboden- und Vestibulumplastik deutlich erleichtert und auch das Dehizensrisiko gemindert.<sup>3</sup>

## Kontakt



### **Dr. Arnd Lohmann, M.Sc.**

Ostpreußische Straße 9  
28211 Bremen  
[www.dr-arnd-lohmann.de](http://www.dr-arnd-lohmann.de)

# » Sicherheit für Chirurg und Patient



**NEU**

Preis SMARTACT evo  
**2090,00 €**  
sterile PINS - 3 Stück  
**36,00€**  
zzgl. MwSt.

## SMARTACT evo - Membran Fixierer im neuen Design

Mit SMARTACT evo lassen sich Membranen sicher, präzise und zeitreduziert fixieren. Die neuen PINS aus Reintitan ermöglichen eine sichere Verankerung, auch in sehr hartem Knochen. Das pneumatische System dient der Fixierung der PINS völlig ohne Kraftaufwand.



**NEU**

**ab 349,00 €**  
zzgl. MwSt.

## EthOss – Biphasisches $\beta$ -Tricalciumphosphat Knochenregenerationsmaterial 3 X 0,5ml oder 3 X 1ml

Jetzt erhältlich bei Zantomed. Knochenregenerationsmaterial: Integrierte Calcium-Phosphat Verbindungen geben dem Material seine spezielle Stabilität, vermeiden ein Eindringen von Weichgewebe wie auch die zusätzliche Notwendigkeit von Kollagen Membranen.



**Aktion  
5+2**

**54,90 €**  
zzgl. MwSt.

## ParoMit® Dental-Spray, 30 ml

Unterstützt die Heilungsfunktion im Weichgewebe. Ideal nach oralchirurgischen Eingriffen bei Blutungs- und Entzündungsrisiken.



**\*Aktion  
5+1**

**ab 74,92 €\***  
zzgl. MwSt.

## Safescraper (je 3 Stck. steril, Einweg)

Sichere, minimalinvasive Entnahme – vielfach bewährt! Die intraorale Gewinnung von kortikalen Knochenspänen gelingt mittels dem originalen Safescraper® Twist medizinisch sicher, einfach und schnell.



**12,95 €**  
zzgl. MwSt.

## Blossom Nitril Handschuhe puderfrei, Packung mit 100 Stück

Puder & latexfrei | Ideal bei Latex Allergien & Sensitivität  
Erfüllt bereits MDR 2017/745



pro Stück  
**1,20 €**  
zzgl. MwSt.

## Atemschutzmaske FFP2 mit CE (20 Stück)

Filterleistung  $\geq 94\%$  Weiß mit weißen, elastischen Ohrbändern.  
Atmungsaktiv & geruchsneutral. Nicht steril. CE konform.

Zantomed GmbH  
Ackerstraße 1 · 47269 Duisburg  
info@zantomed.de · www.zantomed.de



Tel.: +49 (203) 60 799 8 0  
Fax: +49 (203) 60 799 8 70  
info@zantomed.de

Preise zzgl. MwSt. Irrtümer und Änderungen vorbehalten.  
Angebot gültig bis 30.06.2021

**zantomed**  
www.zantomed.de

