

■ Das erfahren Sie in diesem Artikel:

- 1. Die akribische Vorbereitung einer GBR ist notwendig, um möglichst jedes Risiko einer bakteriellen Kontamination auszuschließen.
- 2. Techniken der gesteuerten Knochenregeneration erfordern das Erlernen eines strengen aseptischen Protokolls, besonders bei Verwendung von PTFE-Membranen.
- 3. Es ist möglich, auch Patienten mit einem Minimum an verfügbarem Eigenknochen oder mit mehreren zu transplantierenden Stellen zu behandeln. Dafür können eine Knochenmühle oder ein Bone Scraper verwendet werden.
- 4. Mit der beschriebenen Technik lassen sich bis zu 9 mm Knochendicke regenerieren. Diese Knochenhöhe ist häufig erforderlich, um für langfristig stabilen Knochen eine 2 mm dicke Schicht um das gesamte Implantat zu erreichen.
- 5. Nicht selten muss ein Verschiebelappen zur Vertiefung der Umschlagfalte und Apikalisierung der Mukogingivallinie präpariert werden.
- 6. Im Falle einer Infektion muss sofort nach der Diagnose erneut interveniert und der Patient darf nicht mit einem Antibiotikum vertröstet werden.

# Vertikale Defekte erfolgreich augmentieren

**PTFE-Membran:** Neuentwicklung von Prof. Urban für umfangreiche GBR vor Implantationen (Teil 1)

Autogene Blöcke galten lange Zeit als Standardaugmentations-technik für vertikale Defekte. Heute zeigt die Literatur vergleichbare Ergebnisse für die GBR (Guided Bone Regeneration/Gesteuerte Knochenregeneration), die heute die am häufigsten angewandte Technik in dieser Indikation ist (Milinkovic 2014, Urban 2019). Bei der GBR werden Membranen verwendet, um einen Raum zwischen dem Knochendefekt und dem Periost zu schaffen und Bindegewebe und Epithelzellen auszuschließen, die schneller in den Defekt wandern. Dadurch erhalten die knochenbildenden Zellen den Raum und die Zeit, die sie benötigen, um den chirurgisch aufgebauten Bereich zu besiedeln und mit Knochen zu füllen (Dahlin 1988).



Dr. Hélène Arnal, Paris

**Vertikale GBR – keine neue Technik**

Die erste menschliche Studie über die Verwendung von titanverstärkten PTFE-Membranen für vertikale Augmentationen wurde 1994 von Simion und seinem Team veröffentlicht (Simion 1994); diese Studie bezieht sich auf einen simultanen Ansatz, also die Knochenregeneration, die während desselben chirurgischen Schritts wie die Implantatinserion durchgeführt wird. Dieser erfolgte nur mit dem Blutkoagel, also ohne Zugabe von Knochenersatzmaterialien oder autogenem Knochen. Dadurch wurde ein vertikaler Knochengewinn von 4 mm erzielt. Nach und nach wurde die Technik verfeinert mit dem Ergebnis, dass mit autogenem Knochen, der das osteogene Potenzial erhöht, ein vertikaler Gewinn von 7–8 mm erreicht werden konnte, was mit Eigenblut allein nicht möglich war (Tinti 1996/1998, Simion 2001, Chiapasco 2004, Merli 2006/2007/2010/2014 ).

Dass ein Mischungsverhältnis zwischen autogenem Knochen und deproteinisiertem bovinem Knochenmineral (DBBM) von 50:50 Vorteile in Bezug auf die Stabilität des regenerierten Knochens – aufgrund der schwachen Resorption von DBBM – und die gute histologische Integration der DBBM-Partikel mit dem neu formierten Knochen hat, wurde 2007 erwiesen und kürzlich bestätigt. Mehrere Forscher fanden für dieses Vorgehen den gleichen Prozentsatz an neu gebildetem Knochen wie bei einer GBR, die zu 100 Prozent aus autogenem Knochen

erfolgte (Simion 2007, Merli 2020). Die Technik entwickelt sich daher in Richtung einer Kombination aus DBBM und autogenem Knochen, die eine geringere Knochenentnahme und die Erhaltung des transplantierten Volumens im Laufe der Zeit ermöglicht (Simion 2016, Windisch 2021, Pistilli 2020, Urban 2014/2015a/2017/2019/2021). Weiterhin wurden allogene Transplantate allein oder in Kombination mit autogenen oder xenogenen Transplantaten untersucht (Fontana 2008, Cucchi 2017 und 2019).

**Patientenauswahl**

Patienten, die für diese Art von Eingriff in Frage kommen, müssen nach der ASA-Klassifikation Typ 1 oder 2 ([bit.ly/2NXrYeg](http://bit.ly/2NXrYeg)) entsprechen und dürfen keine Immunsuppressiva einnehmen. Vor dem Eingriff ist eine gründliche Vorbereitung erforderlich, um das Risiko einer bakteriellen Kontamination auszuschließen: parodontale Stabilisierung, Entfernung von Infektionsherden und Karies mit besonderer Aufmerksamkeit für die Zähne, die an die Lücke grenzen.

Es wird empfohlen, diese Art von Technik nur bei Nichtrauchern anzuwenden, da das Risiko einer Membranexposition bei Rauchern erhöht sein kann (Pistilli 2020). Die Patienten müssen Compliance und Motivation zeigen, da eine einwandfreie Hygiene unerlässlich ist und während der gesamten Behandlungsdauer eine regelmäßige Nachsorge erforderlich sein wird.

Fortsetzung auf Seite 10 ▶

Hält.  
Ganz  
einfach.

one  
for all

NEU



# Universal Bond II & Estecem II Plus

Das Fundament  
dentaler Restaurationen

Ob direkte oder indirekte  
Restaurationen, eins  
der innovativen Monomere  
haftet immer, egal was Sie  
befestigen wollen.



NEU

Die ideale  
Ergänzung zur  
Befestigung  
indirekter  
Restaurationen  
aller Art!  
Hält. Immer. Fest.



1  
Volle visuelle  
Kontrolle

Mischen,  
Auftragen,  
Verblasen,  
Fertig!



2  
Keine  
Einwirkzeit

Egal welche  
Oberfläche.



3  
Kein  
Lichthärten

Immer nur  
3 Schritte.

Jetzt im Shop –  
auch als Kit:  
Universal Bond II  
& Estecem II Plus



Mehr unter



► Fortsetzung von Seite 9

## Technik

Diese Technik wurde ursprünglich von italienischen Teams Anfang der 2000er Jahre beschrieben und sie hat sich seitdem kaum weiterentwickelt. Allerdings haben sich das Design und das Material der Membranen gewandelt. Die Anwendung von Techniken zur gesteuerten Knochenregeneration und insbesondere die Verwendung von PTFE-Membranen erfordern das Erlernen eines strengen aseptischen Protokolls. Jedes Detail ist wichtig, um das Risiko einer bakteriellen Kontamination aus der Mundhöhle zu minimieren.

Wenn das Weichgewebe sehr dünn ist, ist eine vorbereitende

Weichgewebstransplantation vor der vertikalen Augmentation kontraindiziert, da das Vorhandensein von Narbengewebe das Lappenmanagement und die Blutzufuhr für den Eingriff beeinträchtigt. Die **Abbildung 1** zeigt den Ausgangsbefund im DVT. Im Bereich der krestalen keratinisierten Gingiva wird eine Inzision bis zum Knochen vorgenommen, danach eine mesio-bukale Entlastungsinzision bei mindestens zwei Zähnen Abstand von der Lücke und eine mesiolinguale Inzision bei dem Zahn, der die Lücke begrenzt. Zwei bukkale und linguale Mukoperiostlappen werden aufgeklappt (**Abb. 2 und 3**) und an der Empfängerstelle Perforationen vorgenommen (**Abb. 4**).

Die Membran wird zugeschnitten und in die gewünschte Form

gebracht. Zwischen dem Rand der Membran und den benachbarten Zähnen wird ein Abstand von 1,5 bis 2 mm gelassen. Die Fixierung der Membran ist ein entscheidender Schritt, da die Immobilisierung des Transplantats für die Ossifikation unerlässlich ist. Die Fixierung wird zuerst lingual oder palatinal an mindestens zwei Punkten vorgenommen. Eine Mischung von 60 Anteilen autogenen Materials zu 40 Anteilen DBBM wird appliziert (**Abb. 5**). Dann wird die Membran nach vestibulär geklappt und mit Pins oder Schrauben fixiert (**Abb. 6**).

Die Nähte werden in zwei Ebenen angelegt: Als erste Verschlusslinie horizontale Matratzennähte, um eine mindestens 3 mm dicke Kontaktfläche zu schaffen, als

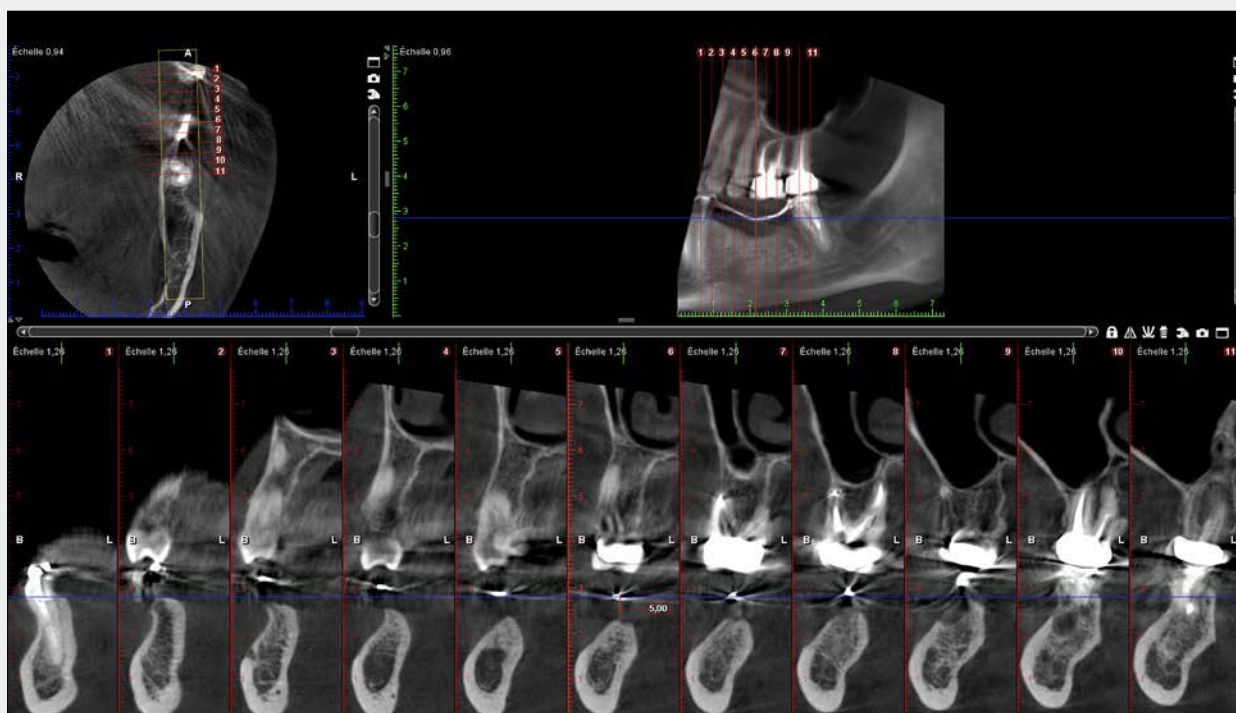
zweite Verschlusslinie abwechselnd unterbrochene Einzelnähte (Tinti 1998 und 2001, Urban 2017) (**Abb. 7**). Die Patienten kommen in den ersten sechs Wochen alle 14 Tage und anschließend alle sechs Wochen zur Kontrolluntersuchung (Pistilli 2020). Die Situation bei der Wundkontrolle nach zwei Monaten, das Heilungsergebnis vor der Implantatfreilegung nach neun Monaten und den Knochengewinn im DVT zeigen die **Abbildungen 8 bis 10**.

Beim zweizeitigen Vorgehen lässt man die Wunde neun Monate heilen, bevor die gedeckten Implantate eingesetzt werden. Die Implantate werden vier Monate später freigelegt (Simion 2004/2007, Urban 2017/2021b, Pistilli 2020) (**Abb. 11 und 12**). Bei der einzeitigen Me-

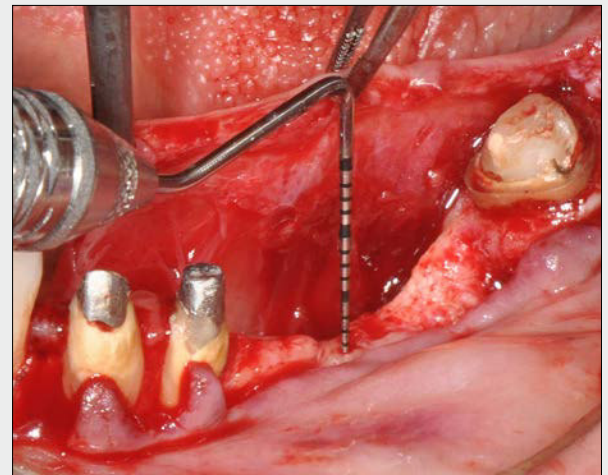
thode lässt man die Implantate klassischerweise sieben Monate gedeckt einheilen, dann wird die nicht resorbierbare Membran entfernt, durch eine resorbierbare Membran ersetzt und die Implantate werden zwei Monate später freigelegt (Pistilli 2020). **Abbildung 13** zeigt im hier vorgestellten Patientenbeispiel, wie bei der Freilegung das krestale Weichgewebe um die Implantate mit einer xenogenen Kollagenmatrix verdickt wird.

## Vorteile der beschriebenen Technik

Wird Knochen verwendet, der mit einer Knochenmühle zerkleinert und mit dem Bonescraper gewonnen wurde, lassen sich mit dieser



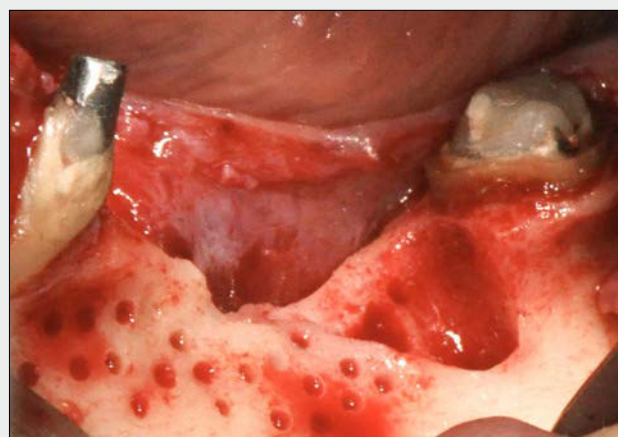
**Abb. 1:** Initiales DVT: Die blaue Linie verbindet das mesiale und distale Knochenniveau im Bereich der Zahnlücke und entspricht zugleich dem zu augmentierenden Bereich. Der Defekt hat eine maximale Höhe von 5 mm.



**Abb. 2:** Der linguale Lappen wird gemäß der von Urban modifizierten Technik entlastet (Urban 2018).



**Abb. 3:** Okklusale Sicht auf den Kieferkamm.



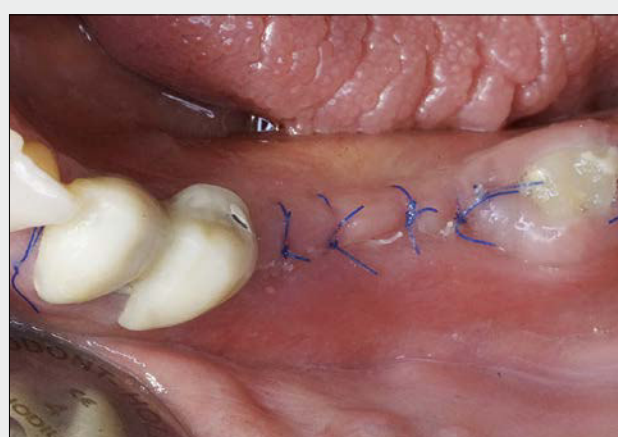
**Abb. 4:** Die Empfängerstelle wird vor dem Platzieren der Membran perforiert.



**Abb. 5:** Eine PTFE-Membran (Cytoplast, Meisinger) wird lingual fixiert und ein Gemisch aus 60 Anteilen zerkleinertem autogenem Knochen und 40 Anteilen xenogenem Ersatzmaterial (Bio-Oss, Geistlich Bio-materials) eingebracht.



**Abb. 6:** Die Membran wird nach vestibulär heruntergeklappt und mit Pins befestigt (Master Pin Knochen-Pin, Meisinger).



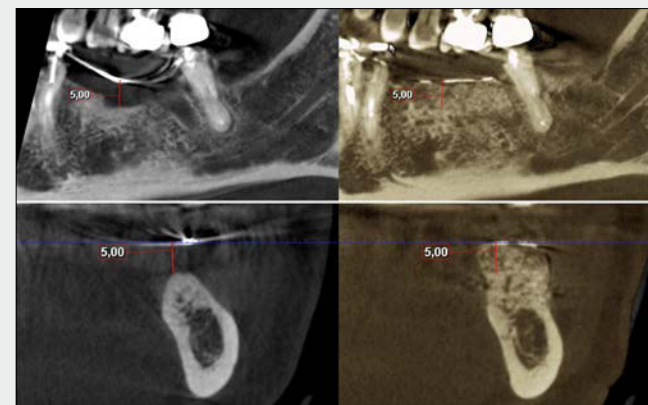
**Abb. 7:** Verheilte Schleimhaut nach zwei Wochen.



**Abb. 8:** Verheilte Schleimhaut nach zwei Monaten.



**Abb. 9:** Wundheilung nach neun Monaten: Nachdem ein angemessenes Knochenniveau erreicht ist, wird die ungünstige okklusale Kurve der Oberkieferbezahnung deutlich.



**Abb. 10:** Gegenüberstellung der präoperativen DVT-Aufnahme mit dem DVT nach Wundheilung: Eine hundertprozentige Regeneration des Defekts entspricht 5 mm neu entstandenem Knochen.

Technik auch Patienten mit einem Minimum an verfügbarem Knochen oder mit mehreren zu augmentierenden Stellen behandeln. Sie ermöglicht auch die Behandlung von Situationen mit dünner Knochenschicht über dem Nerv, in denen sonst häufig keine Implantate verankert werden können. Schließlich ermöglicht es die Methode, eine Knochenhöhe von 8 bis 9 mm zu erhalten, die erforderlich ist, um eine 2 mm dicke Knochenschicht um das gesamte Implantat zu erzielen, die für die langfristige Stabilität des periimplantären Knochenniveaus erforderlich ist.

#### Welche Membran verwenden?

Bei der Behandlung vertikaler Defekte ist die Verwendung von Titanmembranen sehr viel effizienter als von Kollagenmembranen. Grund ist, dass ihre Steifigkeit zur Immobilität des Transplantats und zur Aufrechterhaltung des Regenerationsraums beiträgt und so den umgebenden Muskelkräften widersteht. Kollagenmembranen haben die Tendenz, Druck auf die Augmentate auszuüben und damit das Augmentationsergebnis zu beeinträchtigen.

Die zuerst verwendeten e-PTFE-Membranen wurden später durch d-PTFE-Membranen ersetzt, die weniger durchlässig sind und theoretisch mit weniger infektiösen Komplikationen einhergehen. Es ist besser, mit einer bakteriendichten titanverstärkten PTFE-Membran zu beginnen. Diese auch im Fallbericht verwendete Membran (**Cytoplast** Titanium-Reinforced, Meisinger) ist so konzipiert, dass sie einige Wochen exponiert bleiben kann und toleranter gegenüber kleinen Fehlern ist. Bei einer Exposition, die nicht mit einer Infektion einhergeht, sollte man sechs Wochen warten und sie dann entfernen, was in der Regel mit einem minimalen Knochenverlust einhergeht (siehe Klassifikation in Teil 2). Um insbesondere bei dünnen Biotypen das Risiko einer verzögerten Exposition zu verringern, wird versucht, möglichst dünne Membranen (150 bis 200 Mikrometer) zu verwenden.

Prof. Istvan Urban (Urban 2021b) hat kürzlich eine Membran entwickelt, die das Prinzip des klassischen Titangitters mit einer d-PTFE-Membran kombiniert (Reinforced PTFE Mesh, **Cytoplast**, Meisinger). Diese Membran besteht aus kreisförmigen

gen Makroporen, die laut Hersteller eine direkte Verbindung zwischen dem geschaffenen chirurgischen Raum und dem darüber liegenden Periost ermöglichen. Prof. Urban entwickelte diese Membran, um die Geschwindigkeit der Revaskularisierung und Knochenreifung zu erhöhen, indem die Interaktion des Transplantats mit dem darüber liegenden Gewebe ermöglicht wird. Diese Eigenschaft ist bei kleinen Defekten nicht unbedingt erforderlich, wird aber mit zunehmender Größe des Defekts wertvoll.

Bei der von Urban beschriebenen Technik wird die neue Hybridmembran zusammen mit einer schnell resorbierbaren Kollagenmembran eingebracht, die sie bis zu ihrer Resorption bedeckt. Die Methode beruht auf der Tatsache, dass eine gesteuerte Knochenregeneration nur in den ersten drei bis vier Wochen einen Zellausschluss erfordert, was der Zeit entspricht, in der das Augmentat von osteoide Gewebe besiedelt wird.

#### Wundheilung

Die Knochenbildung erfolgt von den nativen Wänden ausgehend zur Mitte und nach oben. Nach der Wundheilung ist im apikalen Drittel zum nativen Knochen hin histologisch reifer lamellärer Knochen zu beobachten, der mit den transplantierten Partikeln in Kontakt steht. In den mittleren und koronalen Dritteln hingegen werden häufiger unreifer Knochen, Osteoid und Knochenmark beobachtet (Simion 2007). Vertikale Defekte sind biologisch am anspruchsvollsten, da hier Knochenvolumen außerhalb der anatomischen Knochenkontur rekonstruiert werden muss. Die höchste Komplikationsrate ist bei der Regeneration der größten Defekte zu erwarten: Pistilli beobachtete eine dreifach höhere Komplikationsrate bei Defekten, die größer als 6 mm im posterioren Unterkiefer waren (Pistilli 2020). Neben der Größe bestimmt die Konfiguration des Defekts den biologischen Aufwand, der für seine Regeneration erforderlich ist. Je größer die vertikale und horizontale Ausdehnung eines offenen Defekts ist, desto schwieriger lässt sich dieser mit guter Knochenqualität regenerieren. Je schmaler und kleiner der Defekt ist, desto einfacher ist die Regeneration.

Wie die oben genannte Studie zeigt, konnte Urban mit der von ihm entwickelten Hybridmembran

100 Prozent der Höhe der Defekte regenerieren, die kleiner als 5 mm waren (Urban 2021b). Bei einer Defekthöhe zwischen 5 und 8 mm waren es 95,6 Prozent und bei einer Höhe von über 8 mm 89,4 Prozent. Über 5 mm Defekthöhe ist die Wahrscheinlichkeit, dass es gelingt, 100 Prozent des Defekts zu

füllen, für jeden zusätzlichen Millimeter Defekt 2,5-mal geringer.

#### Reifung des regenerierten Knochens

Die Membran sollte so genau wie möglich an die Kontur des nativen Knochens angepasst werden. In Be-

reichen, in denen die Membran das Augmentat nicht vollständig bedeckt, sollte zusätzlich eine Kollagenmembran verwendet werden. Trotzdem ist zu erwarten, dass sich zwischen der Membran und dem darunter liegenden Augmentat ein

Fortsetzung auf Seite 12 ►

DRUCKLUFT | ABSAUGUNG | BILDGEBUNG | ZAHNERHALTUNG | HYGIENE

## 50% weniger Energieverbrauch\* Nachhaltigkeit mit den Tyscor Saugsystemen von Dürr Dental



Einsatz von **recyclebaren** Materialien.

Radialverdichter reduziert **Energieverbrauch** um bis zu 50%.\*

**Lokale** Fertigung

**Fernwartung** durch VistaSoft Monitor reduziert Vor-Ort-Einsätze.

50% **Gewichtseinsparung**\*

Einfache **Skalierbarkeit**: Kein Austausch der Maschine bei Praxiserweiterung notwendig.



#### Nachhaltige Produkte von Dürr Dental.

Mit unseren Tyscor Saugsystemen gehen wir den nächsten Schritt in eine nachhaltige Zukunft. Damit machen wir nicht nur unsere Produktionskette nachhaltiger, sondern auch Ihre Praxis.

Mehr unter [www.duerrdental.com](http://www.duerrdental.com)

\* gemessen an der Tyscor VS 2 und einem vergleichbaren Seitenkanalverdichter

**DÜRR DENTAL**  
DAS BESTE HAT SYSTEM

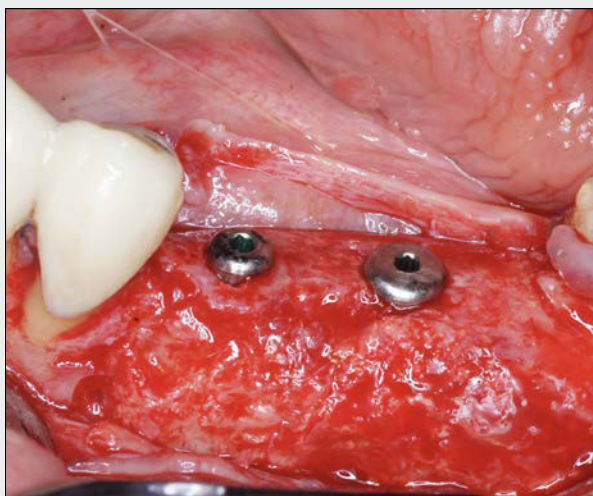


Abb. 11: Vestibuläre Sicht auf den Kieferkamm nach Membranentfernung und Setzen der Implantate (Screw-Vent, Zimmer Biomet): Der gewonnene Knochen zeigt eine gute Revaskularisierung.

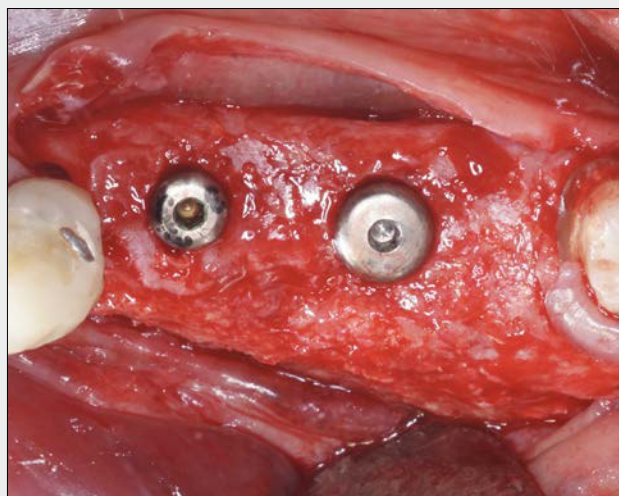


Abb. 12: Okklusale Sicht: Die hier beschriebene Technik ermöglicht auch eine zufriedenstellende horizontale Regeneration.

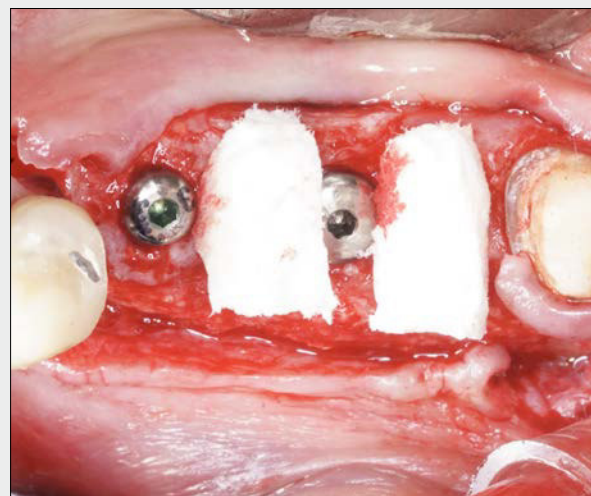


Abb. 13: Verdickung des Weichgewebes mit einer Kollagenmatrix (Fibro-Gide, Geistlich Biomaterials).

alle Fotos: Arnal

#### Fortsetzung von Seite 11

Pseudoperiost entwickelt. In Kontakt mit diesem Pseudoperiost ist der darunter liegende neugebildete Knochen von schlechterer Qualität und weniger ausgereift (smear layer). Auch ohne Pseudoperiost kann diese oberflächliche Schicht des neugebildeten Knochens unzureichend gereift sein. Seine Reifung erfolgt nicht voraussagbar: Die oberflächliche Schicht wird weitestgehend resorbiert.

Um das zu verhindern, kann ein zweites Miniatur-Augmentat da-

rüber gelegt werden (Urban 2015a). Je nach Höhe des erreichten zervikalen Knochenniveaus kann man diesen Verlust auch akzeptieren und das Implantat etwas tiefer, etwa 1,5 mm unterhalb des Knochenniveaus, positionieren, um die Knochenresorption „vorausdenken“. Diese Option vermeidet die Durchführung eines Sekundärtransplantats mit den damit verbundenen Nachbehandlungen und Risiken. Dieses Vorgehen wird häufig im Seitenzahnbereich bevorzugt, wenn das rekonstruierte zervikale Knochenniveau ausreichend ist.

Das Prinzip der Verwendung von perforierten PTFE-Hybridmembranen besteht darin, die Reifung des regenerierten Knochens durch die Interaktion des Augmentats mit pluripotenten Zellen des Periosts, die durch die Perforation der Membran ermöglicht wird, zu verbessern (Urban 2021). Diese Interaktion kann zu einer Neu-Vaskularisierung und möglicherweise auch zum Einwachsen von Osteoprogenitorzellen im oberflächlichen Teil des Transplantats führen. Die Ossifikation würde also aus zwei Quellen erfolgen: dem nati-

ven Knochen und dem Periost. Es ist klinisch belegt, dass die Knochenneubildung in der Nähe dieser Membranen besser ist.

#### Histologie

Histologisch liegt der Prozentsatz an neu gebildetem Knochen, der nach sechs bis neun Monaten in vertikalen Augmentationen mit PTFE-Membranen erzielt wird, bei etwa 35 Prozent. Diese Zahl bezieht sich entweder auf ein Gemisch von xenogenem und autogenem Knochen (Simion 2007, Ur-

ban 2014) im Verhältnis 1:1 oder auf ein Augmentat aus entweder 100 Prozent allogenen oder 100 Prozent autogenem Knochen (Fontana 2008).

Dr. Hélène Arnal, Paris

(wird fortgesetzt)

Teil 2 dieses Beitrags lesen Sie in der nächsten Ausgabe der dzw. Das Literaturverzeichnis kann bei der dzw-Redaktion per E-Mail unter [leserforum@dzw.de](mailto:leserforum@dzw.de) angefordert werden.

# PRINT ISN'T DEAD.

[zfv.de/terminplanung](https://zfv.de/terminplanung)

zum Webshop



**zfv**