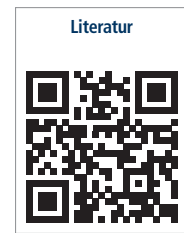


3-D-Diagnostik, Augmentation, Customized Bone Regeneration, Implantatplanung – Yxoss CBR® ist ein im CAD/CAM-Verfahren patientenspezifisch hergestelltes Titangerüst zur dreidimensionalen Knochenaugmentation. Das Titangitter wird zur Formgebung von neu zu bildendem Knochen chirurgisch über einem Knochendefekt als Volumenstütze eingebracht und mit einer Titan-schraube am ortsständigen Knochen fixiert. Somit verkürzt sich die Operationszeit signifikant. Der Defektbereich wird stabilisiert und die Form des zu augmentierenden Bereiches im Sinne der implantatprothetisch ideal geplanten Position vorgegeben.



CAD/CAM-Titangerüst für 3-D-Knochenregeneration

Dr. Marcus Seiler, DDS MSc, Dr. Michael Peetz, Dr. Amely Hartmann

Die Gitterstruktur sichert lagestabil das eingebrachte autologe Knochenmaterial und/oder das Knochenersatzmaterial am ortsständigen Lagerknochen. Es dient als Barriere bei der gewünschten unbeeinflussten Knochenheilung und somit zur Ausschaltung der kompetitiven Wundheilung im Sinne einer konventionellen Guided Bone Regeneration.¹⁻⁴ Gemäß dem Prinzip der Osteopromotion werden langsam wachsende Knochenzellen gegenüber den schneller wachsenden und in den Defekt einsprossenden Fibroblasten des Weichgewebes bevorteilt. Eine resorbierbare Membran aus Kollagen kann über das Yxoss CBR® Titangerüst gelegt werden, um das Einwachsen von Weichgewebe in den Knochendefekt zu verhindern.⁵ Die Kompensation des Knochendefizits wird mit hauptsächlich autologem Knochen – im Sinne des Goldstandards – sowie Knochenersatzmaterial als Resorptionsschutz und aufgrund seiner osteokonduktiven Eigenschaften geplant. Autologer Knochen kann hierzu an den gängigen intraoral befindlichen Donorstellen gewonnen werden. Das hier im Beitrag vorgestellte CAD-CAM-Titangerüst kann defektabhängig mit einer simultanen Implantation inseriert wer-

den. Alternativ kann bei großen Defekten nach erfolgter Vaskularisierung des eingebrachten Knochenaugmentats zweizeitig implantiert werden. Die Gitterstruktur wird nach einer Knochenheilungszeit von etwa vier bis sechs Monaten explantiert.

Indikationen für den Einsatz von customized Gitterstrukturen liegen in der horizontalen/vertikalen Kieferkammaugmentation sowie auch bei dreidimensionalen Defekten. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind die sofortigen oder verzögerten Augmentationen in Extraktionsalveolen, Rekonstruktionen des Alveolarkammes oder generell Füllungen von Knochendefekten im maxillofazialen Bereich.⁶

Als Grundlage für die weitere implantologische Therapie erfolgen immer eine klinische und radiologische Diagnostik im Vorfeld sowie eine Befunddokumentation über eine Modellanalyse mit diagnostischem Set-up der zu versorgenden Situation. Auf dem Planungsmodell kann basierend auf dem angefertigten Set-up, eine Röntgenschiene zur präzisen dreidimensionalen Planung und später als Operationsschiene weiterverwendet werden. Um den Knochenabbau zu kompensieren wird eine dreidimensionale Planung des Titangerüsts auf Basis des

erstellten DVTs ohne Röntgenschiene durchgeführt. Mittels CAD/CAM-Verfahren wird anhand der übermittelten DICOM-Daten die individuell passgenaue Titangitterstruktur Yxoss CBR® hergestellt und an den Behandler geliefert (ReOss GmbH, Filderstadt).

Patientenfall

Der 56-jährige Patient stellte sich erstmalig mit dem Wunsch nach einer implantologischen Versorgung der Regio 21 und 22 vor. Allgemeinanamnestisch gab es keine Auffälligkeiten. Bei Erhebung der zahnärztlichen Anamnese zeigte sich in der Oberkieferfront eine Schalltlücke mit deutlichem ossären und weichgeweblichen Defizit. Die Extraktionen dieser Zähne lagen ca. 40 Jahre zurück. Prothetisch versorgt war der Patient durch den Hauszahnarzt mit einer festsitzenden Brücke. Gewünscht wurde nun vonseiten des Patienten eine auch das Weichgewebe rekonstruierende, ästhetisch-festsitzende implantologische Rehabilitation. Die Nachbarzähne zeigten sich vital und nicht parodontal vorgeschädigt. Im radiologischen Ausgangsbefund konnten Fremdkörpereinschlüsse oder bestehende apikale



Abb. 1

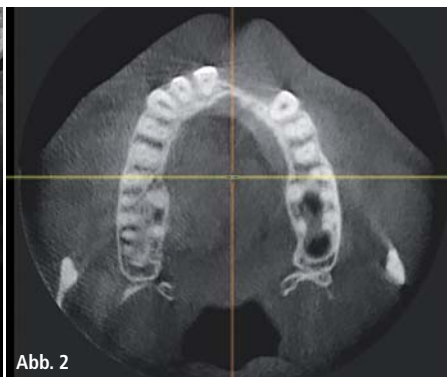


Abb. 2

Abb. 1: Ausgangssituation (OPG): Geplant war eine implantologische Versorgung in Regio 21 und 22. – **Abb. 2:** Es zeigte sich ein deutliches transversales Defizit im präoperativ angefertigten DVT.

Ostitiden sowohl im zahnlosen Segment als auch im Bereich der Nachbarzähne ausgeschlossen werden (Abb. 1 und 2).

Therapieplanung

Als Grundlage für die weitere implantologische Therapie erfolgte ergänzend zur klinischen und radiologischen Diagnostik eine Modellanalyse mit Set-up der anterioren Schaltlücke. Der bukkale Knochendefekt zeigte sich dreidimensional, sodass eine transversale und vertikale Augmentation eingeplant werden musste. Auf dem Planungsmodell konnte basierend auf dem angefertigten Set-up eine Röntgenschiene zur präzisen dreidimensionalen Planung angefertigt und später als Operationschiene weiterverwendet werden.

Um den Knochenabbau zu kompensieren wurde eine dreidimensionale Planung des Titangitters auf Basis des erstellten DVTs durchgeführt und nach Abstimmung mit dem Operateur produziert. Die Kompensation des Defizits wurde mit hauptsächlich autologem Knochen

im Sinne des Goldstandards sowie Knochenersatzmaterial (Geistlich Bio-Oss®, Geistlich, Baden-Baden) als Resorptionsschutz und aufgrund seiner osteokonduktiven Eigenschaften geplant. Die Entnahme für den autologen Knochen sollte an der Linea obliqua des 4. Quadranten erfolgen. Der ausgeprägte Defekt würde ein zweizeitiges Vorgehen – die Implantation in einem zweiten operativen Eingriff – nach erfolgter Augmentation erforderlich machen.

Entscheidend für den Therapieerfolg ist generell die Planung der Weichgewebsabdeckung. Die gewünschte deutliche Volumenzunahme muss einkalkuliert werden. Eine entsprechende plastische Deckung wird durch Mobilisation der Weichgewebe wie in vorliegendem Fall oder durch übliche Techniken zur Weichgewebeaugmentation erzielt. Generell verbessert eine breite Zone fixierter Gingiva die spätere, periimplantäre Hygiene und somit auch die Langzeitprognose der implantatprothetischen Versorgung. Die Brücke wurde bereits im Vorfeld beim behandelnden Zahnarzt entfernt

und durch ein Langzeitprovisorium ersetzt, welches im Rahmen der Eingriffe immer aus- und eingegliedert wurde.

Operationstechniken

1. Augmentation

Generell lässt sich der operative Ablauf in die Präparation des Defektes, den Prozess der Knochengewinnung für den augmentativen Teil der Operation und die Zusammenführung beider Prozesse unterteilen – gefolgt vom Wundverschluss. In Lokalanästhesie wurde ein auf der Linea alba verlaufender marginaler Schnitt von 13 nach 23 ohne vestibuläre Entlastung durchgeführt (Abb. 3). Anschließend folgten die Präparation eines Mukoperiostlappens, Debridement von Narbengewebe und die Darstellung des Defektes (Abb. 4). Die Gitterstruktur (Abb. 5) lag passiv auf dem Defekt auf und wurde vor dem endgültigen Einbringen auf den korrekten Sitz überprüft (Abb. 6). Aus der Linea obliqua rechts wurden nach der gängigen Schnittführung für die Osteotomie von verlagerten



Abb. 3

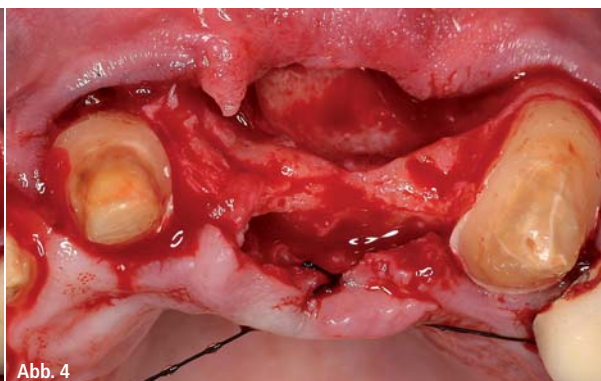


Abb. 4

Abb. 3: Die klinische Ausgangssituation von okklusal zeigte ein deutlich erkennbares bukkales Konturdefizit. Um einen späteren ästhetischen Verschluss der Wunde ohne Narben in der ästhetischen Zone zu ermöglichen, wurde auf Entlastungen verzichtet und eine rein marginale Schnittführung von 13 bis einschließlich 23 gewählt. – **Abb. 4:** Defektsituation in Regio 21 und 22 nach Mobilisierung des Mukoperiostlappens.

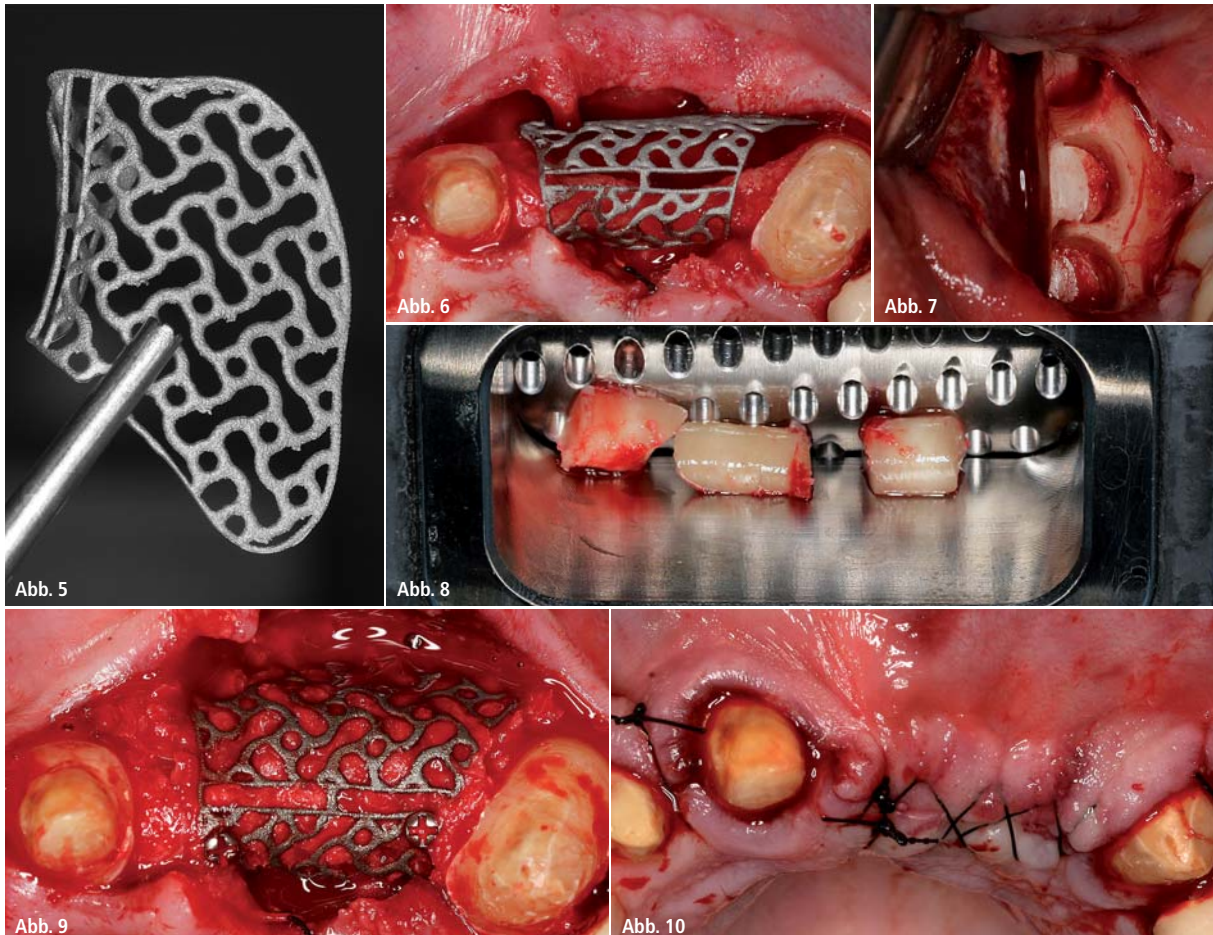


Abb. 5: Sterile Gitterstruktur für den zu augmentierenden Bereich. – **Abb. 6:** Die Einprobe des vorgefertigten, passgenauen Titangerüsts Yxoss CBR® ergab einen passiven spannungsfreien Sitz auf dem Restknochen. Die biologischen Kautelen für den Einsatz von Membranen (1,5 mm zu den Nachbarzähnen) wurden hierbei eingehalten. – **Abb. 7:** Mittels Trepanbohrungen wurde das Augmentat aus der Linea obliqua gewonnen. Die gewählte Schnittführung für die Gewinnung des autologen Knochens rechts ist analog zu der bei der Weisheitszahnentfernung. – **Abb. 8:** Eine Partikulierung des Materials erfolgte in der Knochenmühle (Mondeal®) und wurde danach mit Bio-Oss® vermischt. – **Abb. 9:** Die mit Fixierungsschrauben (Mondeal®) versehene Gitterstruktur mit dem leicht komprimierten Augmentationsmaterial in situ. – **Abb. 10:** Ansicht von okklusal mit erfolgter Nahtversorgung und speicheldichtem, spannungsfreiem Wundverschluss.

Weisheitszähne mittels Trepanbohrungen Knochenzylinder entnommen (Abb. 7) und diese dann in der Knochenmühle partikuliert (Abb. 8). Anschließend erfolgte das Auffüllen des Yxoss CBR® mit dem Knochenaugmentationsmaterial (autologer Knochen mit Geistlich Bio-Oss 1–2 mm gemischt). Die Fixierung der Gitterstruktur konnte lagestabil an dem bestehenden Restknochen mit Osteosyntheschrauben (Mondeal-Schraube®) nach dem Prinzip der mechanischen Ruhe vorgenommen werden (Abb. 9). Die Titanschraube kann generell entsprechend der vorgesehenen Position durch jede beliebige Öffnung des Titangerüsts eingebracht werden. Im Zuge des Wundverschlusses wurde das Bindegewebe über dem Titangerüst dicht und spannungsfrei mit Einzelknopf- und tiefen Matratzennähten (SABAFil®, SABANA, Wiesbaden) vernäht (Abb. 10).

2. Wiedereröffnung und Entfernung des Titangerüsts im Zuge der Implantation

Nach Nahtentfernung und entsprechender Einheilphase des augmentierten Materials von vier Monaten zeigte die radiologische Kontrolle ein stabiles vertikales und horizontales Knochenniveau (Abb. 11). Gleichmaßen präsentierten sich klinisch reiz- und narbenfreie Weichgewebsverhältnisse ohne dehizente Bereiche sowie ein deutlich erkennbares augmentiertes Volumen bukkal. Für die Implantation und Entfernung der Gitterstruktur wurde ein Kammschnitt von 21 nach 22 gewählt. Nach der Präparation des Mukoperiostlappens zeigte sich ein gut revascularisiertes

Augmentationsvolumen (Abb. 12). Nach Lösen der Fixierungsschrauben und dem Durchtrennen der vorhandenen Sollbruchstelle konnte die Gitterstruktur vorsichtig durch leichte laterale Extrusionsbewegungen in zwei Teilen entfernt werden (Abb. 13 und 14). Anschließend wurden die Implantate (CAMLOG®



Abb. 11: Das augmentierte Volumen im DVT-Schnitt.

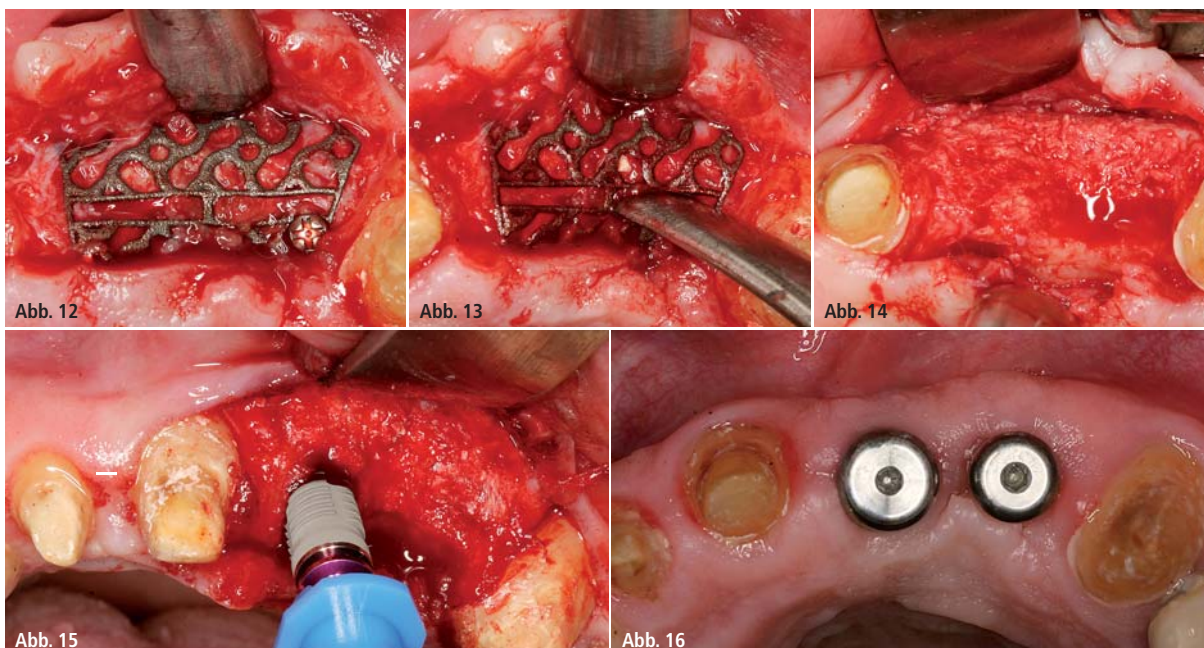


Abb. 12: Klinisch zeigten sich reizfreie Weichgewebsverhältnisse ohne dehisente Bereiche und die Volumenzunahme bukkal. Gewählt wurde nun die gleiche marginale Schnittführung wie bei der Augmentation zur Vermeidung von Narben. Erkennbare Migration der Osteoblasten durch die Gitterkonfiguration mit gleichsam sich gut vaskularisiert darstellendem augmentiertem Bereich. – **Abb. 13:** Nach dem Lösen der Fixierungsschraube erfolgte die Entfernung der Gitterstruktur durch leichte Extrusionsbewegungen an der Sollbruchstelle im Sinne der Easy Removal® Funktion. – **Abb. 14:** Vollständiges vorsichtiges Ablösen des Yxoss CBR®. Das augmentierte Volumen blieb von der Entfernung der Gitterstruktur unbeeinflusst. – **Abb. 15:** Paralleles Setzen der Implantate mit Lage der Implantatschulter auf Höhe des durch die Gitterstruktur rekonstruierten limbus alveolaris in Verbindung der Schmelz-Zement-Grenzen der Nachbarzähne (CAMLOG® SCREW LINE, Regio 21 (4,3/13) und 22 (3,8/13)). – **Abb. 16:** Zustand vier Monate nach Implantatinsertion.

SCREW-LINE, CAMLOG, Wimsheim) mithilfe der Positionierungsschiene parallel ausgerichtet in den Regionen 21 (Ø 4,3/ Länge 13) und 22 (Ø 3,8/ Länge 13) inseriert (Abb. 15). Die Implantate zeigten sich im Zuge des Eingriffs primär stabil (Knochenqualität Klasse II nach Adell). Besondere Beachtung fand die korrekte tiefendimensionale Ausrichtung in Form der Lage der Implantatschulter auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze der Nachbarzähne krestal im Bereich des geplanten zu augmentierenden Volumens (Abb. 16). Kombiniert wurde ein spannungsfreier Wundverschluss mit einer Schleimhautplastik zur Verbreiterung der fixierten

Gingiva. Die Brücke wurde provisorisch wieder eingegliedert (Abb. 17) und die Nahtentfernung erfolgte eine Woche später.

Zusammenfassung

Nach einer DVT-basierten Analyse des Defektes erfolgten die Herstellung des individuell gefertigten Titangitters im 3-D-Druck und die Customized Bone Regeneration (CBR®). Eine konventionelle Blockaugmentation hätte eine deutlich höhere Komorbidität für den Patienten bedeutet bei fraglicher Revascularisierung des Blockes und mögli-

chem Abschmelzen eines Teils des Volumens. Somit konnte im zweiten Eingriff eine Implantation an der implantatprothetisch idealen, im Sinne des Backward Plannings geplanten Position durchgeführt werden.

Fazit

Durch den Einsatz der individuell gefertigten Gitterstruktur Yxoss CBR® konnte die Operationszeit signifikant reduziert und ein vorhersagbares Ergebnis gewährleistet werden. Die hohe Behandlungssicherheit selbst in einem komplexen, dreidimensional rekonstruktiven Fall lässt die Zukunftsträchtigkeit der Methodik in anderen mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Bereichen erkennen.

Dieser Artikel ist zuerst erschienen im DI 6/2015, Spitta Verlag.



Abb. 17: Abschließendes OPG mit provisorischer Versorgung.

Kontakt

Dr. Marcus Seiler, DDS MSc
Echterdinger Straße 7
70794 Filderstadt-Bernhausen
Tel.: 0711 70094-70
seiler@implantologie-stuttgart.de