

# ITI

# Treatment Guide

**Herausgeber:**

S. Chen, D. Buser, D. Wismeijer





**Autoren:**  
L. Cordaro, H. Terheyden

Band 7

# Alveolarkammaugmentationen bei Implantatpatienten

## Ein zweizeitiges Konzept

**Deutsche Übersetzung:**  
Mag. Wilfried Preinfalk  
für Triacom Dental, Barendorf/Lüneburg

**Deutsche Bearbeitung:**  
Univ.-Prof. Dr. med. dent. Gerhard Wahl,  
Bonn



**Quintessenz Verlags-GmbH**

Berlin, Chicago, London, Tokio, Barcelona, Peking,  
Istanbul, Mailand, Moskau, Neu-Delhi, Paris, Prag,  
São Paulo, Seoul, Singapur, Warschau

# ITI

## Vorwort

# Treatment Guide

Eine Grundvoraussetzung zur erfolgreichen Anwendung von Dentalimplantaten ist das Vorliegen eines angemessenen Knochenangebots. Dieses muss so viele Implantate wie notwendig in entsprechender Verteilung aufnehmen können. Atrophien, Traumata oder pathologische Veränderungen können das Knochenangebot reduzieren und eine Behandlung mit Implantaten unmöglich machen – es sei denn, der Alveolarkamm wird hierzu ausreichend augmentiert.

Der vorliegende Band 7 des ITI Treatment Guide wurde zusammengestellt, um dem Behandler die neuesten evidenzbasierten Informationen zu Methoden und Materialien für Augmentationen des Alveolarkamms in verheilten Kieferregionen verfügbar zu machen.

Das Buch vermittelt zunächst in einer Analyse der aktuellen Evidenzlage den neuesten Stand der Erkenntnisse, beruhend auf den Ergebnissen der 4. ITI-Konsensuskonferenz 2008 in Stuttgart sowie der seither hinzugekommenen Literatur. Hierauf folgen eine detaillierte Erörterung der präoperativen Diagnostik und eine eingehende Beschreibung der Methoden und Materialien für Augmentationen des Alveolarkamms.

Des Weiteren wird in zwölf klinischen Fallbeschreibungen von Behandlern aus der ganzen Welt demonstriert, welche Planungs- und Therapiegrundsätze zur erfolgreichen Rehabilitation von Patienten mit Alveolarkammatrophien verschiedenen Schweregrades führen.

Erneut findet die „Förderung und Verbreitung des Wissens zu allen Aspekten der zahnärztlichen Implantologie zum Wohl des Patienten“ als traditionelle Aufgabe des ITI in diesem Band des ITI Treatment Guide ihre Fortsetzung und einen neuen Anknüpfungspunkt.

S. Chen

D. Buser

D. Wismeijer





# Herausgeber und Autoren

## **Herausgeber:**

Stephen Chen  
MDS, PhD  
School of Dental Science  
University of Melbourne  
720 Swanston Street  
Melbourne, VIC 3010, Australien  
E-Mail: schen@balwynperio.com.au

Daniel Buser  
DDS, Prof Dr med dent  
Ordinarius und Direktor  
Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie  
Zahnmedizinische Kliniken, Universität Bern  
Freiburgstrasse 7  
3010 Bern, Schweiz  
E-Mail: daniel.buser@zmk.unibe.ch

Daniel Wismeijer  
DDS, PhD, Professor  
Ordinarius und Direktor,  
Sektion orale Implantologie und  
zahnärztliche Prothetik  
Abteilung für orale Funktionen  
und restaurative Zahnheilkunde  
Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam  
(ACTA)  
Vrije Universiteit  
Louwesweg 1  
1066 EA Amsterdam, Niederlande  
E-Mail: d.wismeijer@acta.nl

## **Autoren:**

Luca Cordaro  
MD, DDS, PhD  
Direktor, Abteilung für Parodontologie  
und zahnärztliche Prothetik  
Eastman Dental Hospital Roma und Studio Cordaro  
Via Guido d'Arezzo 2  
00198 Roma, Italien  
E-Mail: lucacordaro@usa.net

Hendrik Terheyden  
MD, DDS, Dr med, Dr med dent, Professor  
Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Rotes-Kreuz-Krankenhaus  
Hansteinstraße 29  
34121 Kassel, Deutschland  
E-Mail: terheyden@rkh-kassel.de

# Mitverfasser



## Daniel Buser

DDS, Prof Dr med dent  
Ordinarius und Direktor  
Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie  
Zahnmedizinische Kliniken, Universität Bern  
Freiburgstrasse 7  
3010 Bern, Schweiz  
E-Mail: daniel.buser@zmk.unibe.ch

## Urs C. Belser

DMD, Prof Dr med dent  
Direktor Emeritus  
Abteilung für Prothetik  
Université de Genève Decton de Médecine dentaire  
Rue Barthelémy-Menn 19  
1205 Genf, Schweiz  
E-Mail: urs.belser@unige.ch

## Emma L Lewis

BDS, MBBS  
55 Labouchere Road  
South Perth, WA 6151, Australien  
E-Mail: ellewis67@gmail.com

## Frank Lozano

DMD, MS  
2441 NW 43rd Street Suite 16  
Gainesville, FL 32606, USA  
E-Mail: champuf@aol.com

## Paolo Casentini

DDS, Dr med dent  
Narcodont  
Piazza S. Ambrogio 16  
20123 Milano, Italien  
E-Mail: paolocasentini@fastwebnet.it

## Bruno Schmid

Dr med dent  
Bayweg 3  
3123 Belp, Schweiz  
E-Mail: brunoschmid@vtxmail.ch

## Waldemar D. Polido

DDS, MS, PhD  
Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/Oralimplatologie  
Hospital Moinhos de Vento und  
Contento - Odontologia Especializada  
R. Marcelo Gama, 1148  
Porto Alegre, RS, Brasilien  
E-Mail: cirurgia.implantes@polido.com.br

## Paulo Eduardo Pittas do Canto DDS

Prothetik  
Contento - Odontologia Especializada  
R. Marcelo Gama, 1148  
Porto Alegre, RS, Brasilien  
E-Mail: pittasdocanto@terra.com.br



Mitverfasser

Mario Rocuzzo  
DMD, Dr med dent  
Corso Tassoni 14  
10143 Torino, Italy  
E-mail: mroccuzzo@iol.it

Luca Cordaro  
MD, DDS, PhD  
Direktor, Abteilung für Parodontologie  
und zahnärztliche Prothetik  
Eastman Dental Hospital Roma und Studio Cordaro  
Via Guido d'Arezzo 2  
00198 Roma, Italien  
E-Mail: lucacordaro@usa.net

Dieter Weingart  
Dr med, Dr med dent, Professor  
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Klinikum Stuttgart, Katharinenhospital  
Kriegsbergstraße 60  
70174 Stuttgart, Deutschland  
E-Mail: d.weingart@klinikum-stuttgart.de

Yong-Dae Kwon  
DMD, MSD, PhD, Professor  
Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Kyung Hee University School of Dentistry  
26 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu  
130-701 Seoul, Korea  
E-Mail: yongdae.kwon@gmail.com

Matteo Chiapasco  
MD, Professor  
Direktor, Abteilung für Oralchirurgie  
School of Dentistry and Stomatology  
San Paolo Hospital, University of Milan  
Via Beldiletto 1/3  
20142 Milano, Italien  
E-Mail: matteo.chiapasco@unimi.it

Joao Emilio Roehe Neto  
DDS  
Rua Soledade, 569/1110, Torre Beta  
Porto Alegre, RS, Brasilien  
E-mail: jemiliorn@gmail.com

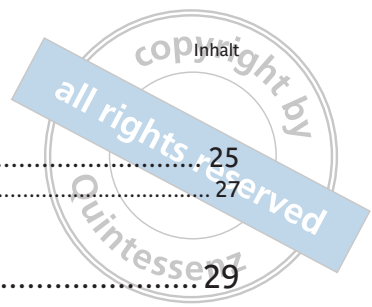
Hendrik Terheyden  
MD, DDS, Dr med, Dr med dent, Professor  
Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Rotes-Kreuz-Krankenhaus  
Hansteinstraße 29  
34121 Kassel, Deutschland  
E-Mail: terheyden@rkh-kassel.de



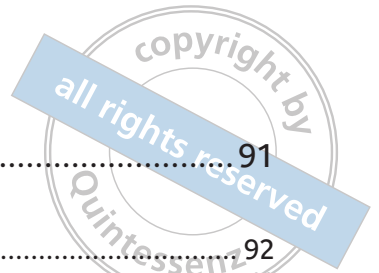
# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
	<i>H. Terheyden, L. Cordaro</i>	
<b>2</b>	<b>Konsensuserklärungen zur Kieferkammaugmentation und Literaturübersicht.....</b>	<b>3</b>
2.1	Konsensuserklärungen und Therapierichtlinien der ITI-Konsensuskonferenz 2008.....	5
2.1.1	Konsensuserklärungen .....	5
2.1.2	Richtlinien für die Behandlung .....	6
2.1.3	Therapieergebnisse .....	8
2.2	Literaturübersicht .....	9
	<i>L. Cordaro</i>	
2.2.1	Einbezogene Studien.....	10
2.2.2	Patienten mit teilbezahntem Kiefer.....	10
2.2.3	Patienten mit zahnlosem Kiefer .....	11
2.3	Literaturangaben der systematischen Übersichtsarbeit .....	12
<b>3</b>	<b>Präoperative Diagnostik und Planung .....</b>	<b>13</b>
	<i>L. Cordaro</i>	
3.1	Anatomie.....	14
3.1.1	Anforderungen an die Qualität und Quantität des Knochens.....	14
3.1.2	Resorptionsmuster im zahnlosen Ober- und Unterkiefer .....	16
3.1.3	Knochenverhältnisse an den Nachbarzähnen.....	17
3.1.4	Beurteilung des Parodonts der Nachbarzähne.....	18
3.1.5	Anatomische Einschränkungen und Risiken .....	19
3.2	Medizinische Anamnese .....	20
3.2.1	Risikofaktoren für den Erfolg von chirurgischen und restaurativen Behandlungen .....	20
3.2.2	Systemische Aspekte mit einem erhöhten Risiko medizinischer Komplikationen .....	21
3.3	Klinische Untersuchung und Planungshilfen .....	23
3.3.1	Studienmodelle und diagnostische Wachsmodellation.....	24
3.3.2	Röntgenuntersuchung und Planung.....	24





3.4 Alternativen zu präimplantologischen Augmentationen .....	25
3.4.1 Bezahnungsstatus und Defekttyp .....	27
<b>4 Methoden zur Augmentation des Alveolarkamms .....</b>	<b>29</b>
<i>H. Terheyden, L. Cordaro</i>	
4.1 Das Prinzip der gesteuerten Knochenregeneration (GBR) .....	31
4.2 Lappengestaltung und chirurgischer Zugang .....	33
4.3 Heilung von autologen Knochenblocktransplantaten .....	35
4.4 Intraorale Entnahme von autologem Knochen .....	38
4.4.1 Knochenentnahme aus dem Ramus mandibulae .....	38
4.4.2 Knochenentnahme aus der Unterkieferfront (Kinn) .....	43
4.5 Autologe Knochenentnahmen aus extraoralen Regionen.....	46
4.5.1 Beckenkammtransplantate .....	46
4.5.2 Schädeldachtransplantate.....	51
4.5.3 Andere extraorale Regionen.....	52
4.6 Knochenqualität und Knochenquantität.....	53
4.7 Biomaterialien: Auswahl von Knochenersatzmaterialien und Membranen.....	54
4.8 Knochenaufbaumischungen.....	56
4.9 Fixieren von Blocktransplantaten mit Platten und Schrauben .....	57
4.10 Verhinderung einer frühzeitigen Resorption von Augmentaten.....	59
4.11 Einzeitige versus zweizeitige (präimplantologische) Augmentation .....	61
4.12 Planung von Alveolarkammaugmentationen in der ästhetischen Zone .....	62
4.13 Augmentationsprotokolle.....	63
4.13.1 Dehiszenzdefekte und Fenestrationsen .....	63
4.13.2 Präimplantologische Anlagerungsosteoplastik zur Kammverbreiterung .....	66
4.13.3 Alveolarkammspaltung zur Kammverbreiterung .....	68
4.13.4 Vertikale Kammaugmentation .....	73
4.13.5 „Schalentechnik“ zum vertikalen Kammaufbau .....	73
4.13.6 Interpositionsosteoplastik zum vertikalen Kammaufbau.....	76
4.13.7 Höhen- und Breitenaugmentation per Interpositionsosteoplastik („Hochschwingtechnik“).....	76
4.13.8 Höhenaugmentation des Oberkiefers per Interpositionsosteoplastik (Le Fort I-Technik) .....	79
4.14 Richtlinien zur Auswahl des geeigneten Augmentationsprotokolls .....	82
4.15 Infektionsprophylaxe und Antibiotika.....	86
4.16 Medikamente und postoperative Nachsorge .....	87
4.17 Provisorischer Zahnersatz .....	88



<b>5</b>	<b>Implantationen in Augmentate und ihre Ergebnisse.....</b>	<b>91</b>
	<i>H. Terheyden, L. Cordaro</i>	
5.1	Implantationen in Augmentate.....	92
5.1.1	Heilungsdauer von Knochenblock- und GBR-Rekonstruktionen.....	92
5.1.2	Chirurgische Wiedereröffnung und Entfernung von Osteosynthese-Materialien.....	95
5.2	Behandlungsergebnisse nach Implantationen.....	96
5.2.1	Verweilquoten von Implantaten.....	96
5.2.2	Augmentationseffekte verschiedener Materialien und Techniken.....	96
5.2.3	Komplikationsquoten verschiedener Materialien und Techniken.....	97
<b>6</b>	<b>Klinische Fallbeschreibungen.....</b>	<b>99</b>
6.1	Horizontale Augmentation des Alveolarkamms in der Oberkieferfront: Autologes Blocktransplantat und gesteuerte Knochenregeneration (GBR).....	100
	<i>D. Buser, U. Belsler</i>	
6.2	Präimplantologische gesteuerte Knochenregeneration (GBR) mit allogenen Augmentationsmaterial für den Einzelzahnersatz.....	108
	<i>E. Lewis, F. Lozano</i>	
6.3	Vertikale Augmentation einer Einzelzahnücke in der ästhetischen Zone: Gesteuerte Knochenregeneration (GBR) mit autologen Knochenpartikeln und verstärkter ePTFE-Membran.....	114
	<i>P. Casentini</i>	
6.4	Horizontale Augmentation des Alveolarkamms im seitlichen Unterkiefer: Autologes Blocktransplantat und gesteuerte Knochenregeneration (GBR).....	123
	<i>D. Buser, B. Schmid</i>	
6.5	Augmentation des zahnlosen Oberkiefers: Autologe Blöcke vom Beckenkamm für die Front und beidseitige Sinusbodenaugmentation.....	128
	<i>W. D. Polido, P. E. Pittas do Canto</i>	
6.6	Kieferkammerhalt und Implantationen für eine festsitzende Brücke nach einem Autounfall.....	141
	<i>M. Rocuzzo</i>	
6.7	Horizontale und vertikale Augmentation des Oberkiefers bei einem teilbezahnten Patient mit aggressiver Parodontopathie: Schalentchnik.....	150
	<i>Luca Cordaro</i>	
6.8	Horizontale Augmentation mit Beckenkammtransplantaten: Behandlung einer nicht syndromalen Oligodontie.....	158
	<i>D. Weingart</i>	
6.9	Beidseitige horizontale Augmentation zur Realisierung von Implantatbrücken: Entnahme von Knochenblöcken mit einem Piezochirurgiegerät.....	163
	<i>Y.-D. Kwon</i>	



6.10 Onlay-Plastik eines stark resorbierten zahnlosen Oberkiefers:  
Knochenblöcke vom Beckenkamm und Schädeldach ..... 171  
*M. Chiapasco, P. Casentini*

6.11 Augmentation eines vertikal und horizontal reduzierten Oberkieferfrontbereiches:  
Blocktransplantat vom Beckenkamm ..... 181  
*W. D. Polido, J. E. Roehe Neto*

6.12 Le Fort I-Interpositionsosteoplastik und mandibuläre Sandwich-Osteotomie:  
Kiefer- und Gesichtsrehabilitation nach schwerer Parodontitis..... 192  
*H. Terheyden*

7 Umgang mit Komplikationen ..... 199  
*H. Terheyden*

8 Zusammenfassung..... 203  
*L. Cordaro, H. Terheyden*

9 Literatur ..... 205

## 6 Klinische Fallbeschreibungen



## 6.1 Horizontale Augmentation des Alveolarkamms in der Oberkieferfront: Autologes Blocktransplantat und gesteuerte Knochenregeneration (GBR)

D. Buser, U. Belser



Abb. 1 Klinische Ansicht einer anspruchsvollen Ausgangssituation mit hoher Lachlinie und Gingivarezession an Zahn 21.



Abb. 2 Nahaufnahme des apikal fehlgestellten und ankylosierten Zahns 21. Die Situation ist mit einer deutlichen Gingivarezession verbunden. Hinzu kommt ein devitaler Zahn 11, dessen Verfärbung beseitigt oder kaschiert werden muss.



Abb. 3 Radiologisch ist zu sehen, dass beide Zähne (11 und 21) bereits eine Wurzelkanalbehandlung hinter sich hatten, aber keinen apikalen pathologischen Prozess aufwiesen. Wurzel 21 zeigt charakteristische Anzeichen einer Ankylose und externen Wurzelresorption.

Ein 27-jähriger, gesunder Nichtraucher wurde zwecks Implantatbehandlung in der Oberkieferfront an die Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie der Universität Bern überwiesen. Sein Zahn 21 war infolge eines Traumas im Jugendalter apikal fehlgestellt und ankylosiert. Eine im Rahmen der präoperativen Untersuchung durchgeführte ästhetische Risikoanalyse (Martin et al. 2006) wies in mehrerer Hinsicht ein hohes Risiko aus, wobei die hohe Lachlinie des Patienten und sein unharmonischer Verlauf der Gingiva in der Oberkieferfront besonders stark ins Gewicht fielen (Abb. 1). Die Gingivarezession am Zahn 21 war erheblich (Abb. 2). Handlungsbedarf herrschte auch an Zahn 11 – hier zum Beseitigen oder Kaschieren einer starken, von einer früheren Wurzelkanalbehandlung herrührenden Verfärbung. Die Zahnfilm-Röntgenaufnahme bestätigte den ankylosierten Zustand der Wurzel 21, zeigte charakteristische Anzeichen einer fortgeschrittenen äußeren Wurzelresorption und ergab außerdem, dass beide mittleren Schneidezähne bereits wurzelbehandelt waren. In beiden Fällen war kein apikaler Krankheitsprozess zu erkennen (Abb. 3).

Nach einer Fallbesprechung mit dem Patienten wurde folgender Therapieplan vereinbart:

- Extraktion des ankylosierten Schneidezahns mit minimaler Lappenbildung und primärem Weichgewebeverschluss zur Korrektur des Weichgewebedefizits.
- Versuch einer Bleichung von Zahn 11.
- Horizontale Augmentation des Alveolarkamms in Regio 21 per autologem Knochenblock und gesteuerter Knochenregeneration (GBR).
- 6 Monate später Einsetzen eines Implantats in die augmentierte Regio 21.
- Implantatgetragene Krone für Regio 21 und Keramikveneer für Zahn 11 (falls dieser nicht auf den Bleichversuch ansprechen sollte).

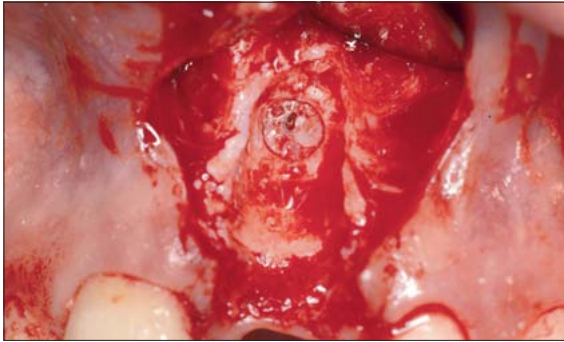


Abb. 4 Klinischer Zustand nach Entfernen des ankylosierten Zahns 21. Bis zur palatinalen Seite lag ein durchgängiger Knochendefekt vor.

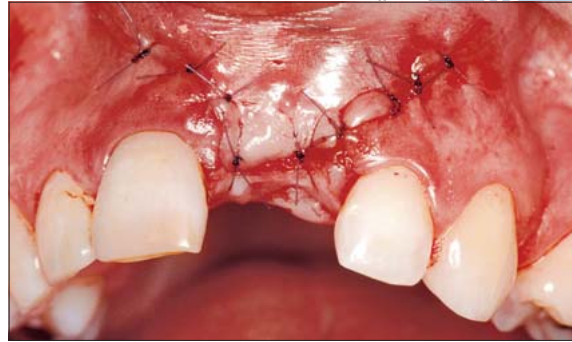


Abb. 5 Spannungsfreier Wundverschluss nach Periostschlitzung.



Abb. 6 Die Weichgewebeheilung verlief komplikationsfrei. Die vorgesehene Implantationsstelle (Regio 21) präsentiert sich mit einem angemessen breiten Streifen an keratinisierter Schleimhaut.



Abb. 7 Diese okklusale Ansicht von der zweiten chirurgischen Sitzung zeigt einen verflachten Knochendefekt mit lediglich 3 mm Kammbreite in Regio 21.

Wie zu erwarten, gestaltete sich die Entfernung des ankylosierten Zahns 21 schwierig. Die Wurzel ließ sich nach papillenschonender vertikaler Schnittführung und Anheben eines kleinen mukoperiostalen Trapezlappens nicht mobilisieren, sondern musste in Längsrichtung gespalten und in kleinen Stücken entfernt werden. Danach sorgte ein großer runder Diamant für die Beseitigung aller Reste der ankylosierten Wurzel.

Anschließend lag ein kleiner, bis zur palatinalen Seite des Alveolarkamms reichender Knochendefekt vor (Abb. 4). Die intraoperative Darstellung bestätigte einen großen flachen Knochendefekt, der einen zweiten Eingriff zur horizontalen Augmentation erforderte, um in einem dritten Eingriff schließlich ein lagekorrektes Implantat einsetzen zu können. Zur Beseitigung des vertikalen Weichgewebefizits umfasste der chirurgische Eingriff zusätzlich eine Periostschlitzung mit spannungsfreiem Primärverschluss der Wunde (Abb. 5). Nach einigen Wochen zeigte das Weichgewebe gute Heilungsfortschritte (Abb. 6).

Rund 2 Monate später folgte in Lokalanästhesie mit sedierender Prämedikation der zweite Eingriff. Regio 21 wurde durch Bildung eines mukoperiostalen Trapezlappens und vertikale Entlastungsschnitte an den beiden Nachbarzähnen dargestellt (diese Lappentechnik verwendeten wir zur Zeit der Behandlung im Jahr 2001 standardmäßig für Einzelzahnersatz).

Erwartungsgemäß befand sich an der vestibulären Seite von Regio 21 ein großer flacher Knochendefekt. Die Restkammbreite von 3 mm (Abb. 7) war zu schmal für eine Implantation mit gleichzeitigem Konturaufbau per gesteuerter Knochenregeneration (GBR). Somit lautete die Entscheidung wie erwartet auf eine präimplantologische Kammverbreiterung unter Verwendung eines autologen Knochentransplantats nebst GBR.



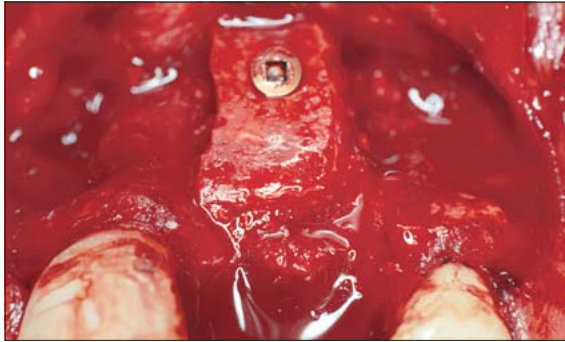


Abb. 8 Die Knochenaugmentation begann mit einem kortikospongiösen Block vom Kinn. Dieser wurde, um die Stabilität der Wunde in der augmentierten Zone zu gewährleisten, mit einer selbstschneidenden Minischraube fixiert.

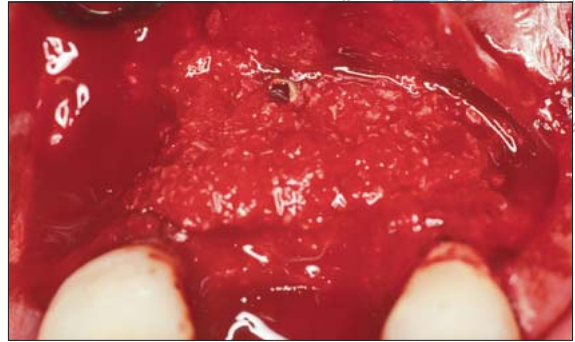


Abb. 9 Alle Spalräume rund um das Blocktransplantat wurden mit autologen Knochenspänen gefüllt. Zum Aufbau eines konvexen Profils wurde das gesamte Areal mit DBBM-Granulat überdeckt.

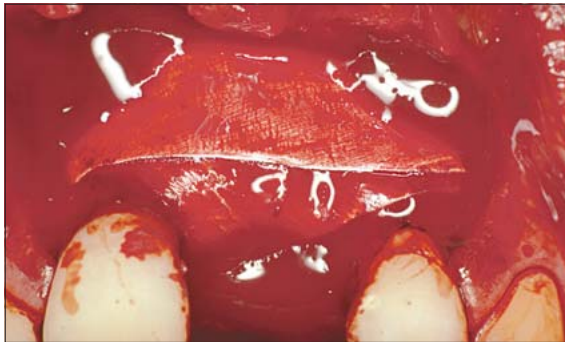


Abb. 10 Abschließendes Überdecken des Augmentats mit einer resorbierbaren Kollagenmembran in Doppellagentechnik. Hierdurch entsteht eine temporäre Barriere gegen das Eindringen von Weichgewebezellen in der Frühphase der Wundheilung.



Abb. 11 Den Abschluss des Eingriffs bildete ein spannungsfreier Wundverschluss, der eine Periostschlitzung zur Mobilisierung des Lappens erforderte.



Abb. 12 Guter Fortschritt der Weichgewebeheilung. Das klinische Resultat nach 5 Monaten war ausgezeichnet.

Nach Entnahme eines 16×9×5 mm großen Blocks aus dem Kinnbereich wurde zunächst die Kortikalis an der Empfängerstelle zur Öffnung der Markräume mit einem kleinen Rosenbohrer perforiert. Die nun folgende Anlagerung des Blocktransplantats erfolgte mit der Spongiosaseite des Blocks auf die blutende Knochenoberfläche. Eine selbstschneidende Minischraube sorgte für die Stabilisierung des Blocks (Abb. 8).

Zum Füllen aller seitlichen Spalräume wurden kleine autologe Knochenspäne angelagert. Ergänzt durch eine dünne Oberflächenlage aus deproteinisiertem bovines Knochenmineral (DBBM) in Form von Bio-Oss® (Geistlich Biomaterials; Wolhusen, Schweiz) ergab sich in Summe eine theoretische Kammbreite von rund 8 mm (Abb. 9).

Eine resorbierbare Kollagenmembran (Bio-Gide®; Geistlich Biomaterials) diente zur Abdeckung des Aufbaumaterials (Abb. 10). Den Abschluss des Eingriffs bildete ein spannungsfreier Wundverschluss mit monofilem Polyamid (4/0 und 5/0) (Abb. 11). Die Wundheilung verlief komplikationsfrei und hinterließ eine gut entwickelte Schleimhaut.

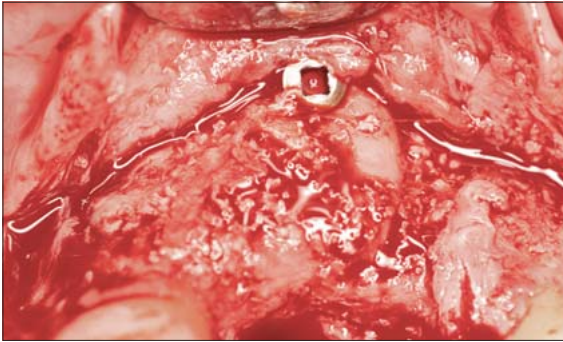


Abb. 13 Intraoperative Ansichten der dritten chirurgischen Sitzung. Am Niveau der Minischraube ließ sich ablesen, dass der Block in der Zwischenzeit minimal resorbiert war.

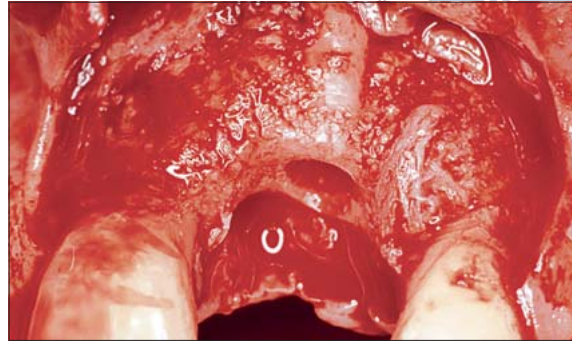


Abb. 14 Das Höhendefizit des Knochens konnte nicht vollständig ausgeglichen werden.

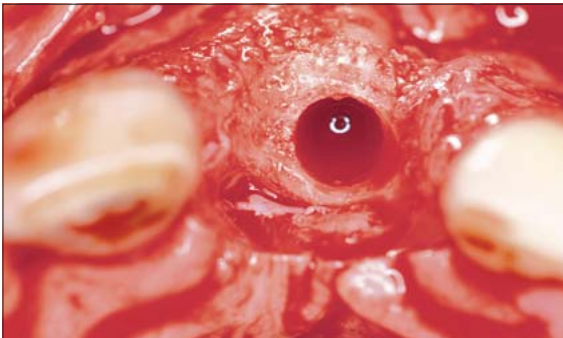


Abb. 15 In Anbetracht der neuen Kammbreite von rund 8mm konnte eine Titanschraube von 4mm Durchmesser eingesetzt werden.



Abb. 16 Die Wahl fiel auf ein standardmäßiges Tissue-Level-Implantat, dessen Schulter rund 2 mm apikal zum vestibulären Gingivasaum der vorgesehenen Implantatkrone zu liegen kam. Das Implantat wurde mit einer abgeschrägten Einheilkappe versorgt.

Nach 6 Monaten Heilungsdauer folgte der dritte Eingriff mit Wiedereröffnung des Situs zum Einsetzen eines Implantats in den augmentierten Alveolarkamm. Unter dem hierzu gebildeten Lappen präsentierte sich die Lückenzone gut verheilt. Die Regeneration war sehr gut gelungen. Das Blocktransplantat war gut integriert und – wie am Niveau des Schraubenkopfs abzulesen – weitgehend frei von Oberflächenresorption (Abb. 13 und 14).

In Anbetracht der neuen Kammbreite von 8mm konnte nun ein Tissue-Level-Implantat von 4,1 mm Durchmesser (Straumann, Basel, Schweiz) inseriert werden (Abb. 15 und 16). Nach Einbringen einer abgeschrägten Einheilkappe wurde die Wunde zur gedeckten Einheilung primärverschlossen (Abb. 17).



Abb. 17 Der Primärverschluss der Wunde ermöglicht die gedeckte Einheilung des Implantats.



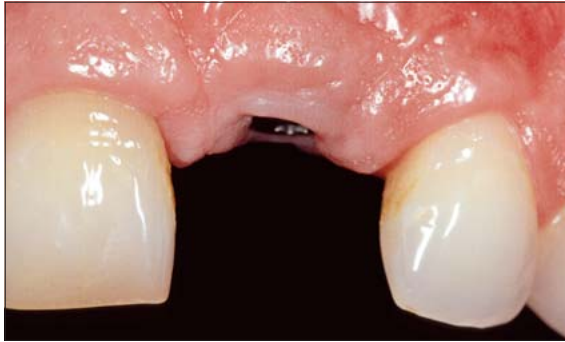


Abb. 18 Nach 8 Wochen folgte die Wiedereröffnung in Stanztechnik, um das Implantat zugänglich zu machen.

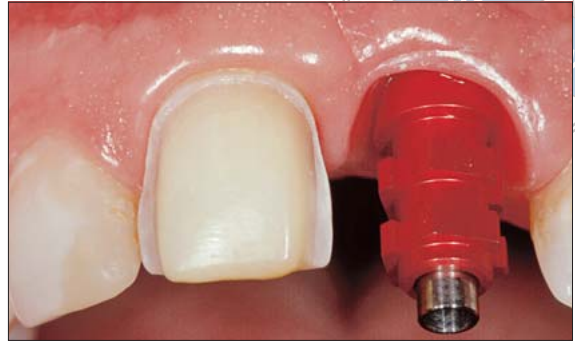


Abb. 19 Zustand mit verschraubter Abformkappe zwecks offener Abformung der Implantatschulter (Regio 21). Zuvor war der stark verfärbte Zahn 11 noch für ein Keramikveneer präpariert worden.



Abb. 20 Meistermodell mit herausnehmbarem Einzelstumpf in Regio 11 und Manipulierimplantat in Regio 21. In dieses wurde ein synOcta-Sekundärteil zur Direktverschraubung der Krone eingeschraubt.



Abb. 21 Nahaufnahme der beiden fertigen Keramikrestorationen, einmal ausgeführt als Keramikveneer auf natürlichem Zahn (Regio 11) und einmal als Implantatkrone (Regio 21).



Abb. 22 Klinische Ansicht der Oberkieferfront kurz nach Eingliederung der beiden Keramikrestorationen. Die dentalen Größenverhältnisse wie auch der Weichgewebesaum verlaufen nun wieder symmetrisch.



Abb. 23 Nahaufnahme des ungezwungen lächelnden Patienten. Die Behandlung hatte zu einem harmonischen Ergebnis geführt.

Als nächster Schritt folgte die Wiedereröffnung des Situs in Stanztechnik (Abb. 18). Noch vor der Abformung wurde der – noch immer verfärbte – Zahn 11 zur Aufnahme eines Veneers präpariert (Abb. 19).

Dem war eine Revision der Wurzelbehandlung mit darauffolgendem gescheitertem Bleichversuch vorausgegangen. Das nach der Abformung hergestellte Meistermodell umfasste einen entfernbaren Stumpf in Regio 11 und ein Manipulierimplantat mit synOcta-Sekundärteil in Regio 21 (Abb. 20).

Die restaurative Behandlung beinhaltete das Herstellen und Eingliedern einer verschraubten Metallkeramikkrone auf dem Implantat und eines Keramikveneers auf dem verfärbten Zahn 11 (Abb. 21). Da auch die eingangs noch starke Geweberezeption in Regio 21 weitgehend beseitigt war, war das Ergebnis insgesamt sehr ansehnlich.

Klinisch ergab sich ein befriedigendes ästhetisches Erscheinungsbild mit symmetrischen Gewebevolumenta (Abb. 22 und 23). Der Röntgenfilm bestätigt die gute Integration des Tissue-Level-Implantats nach der Behandlung (Abb. 24).

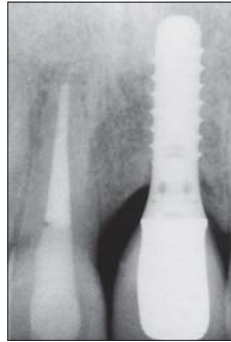


Abb. 24 Auch der Zahnfilm beweist die gute Integration des Tissue-Level-Implantats.



Abb. 25 Klinischer Zustand bei der Kontrolluntersuchung nach 10 Jahren. Abgesehen von einer kleinen Rezession an Zahn 11 war das periimplantäre Weichgewebe gesund und stabil.



Abb. 26 Auch nach 10 Jahren war das Gesamtergebnis immer noch sehr ansprechend.

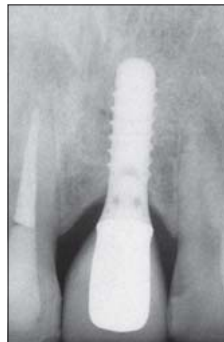


Abb. 27 Zahnfilm nach 10 Jahren mit stabilem Knochniveau.



Abb. 28 Horizontale DVT-Darstellung nach 10 Jahren mit intakter vestibulärer Knochenwand.

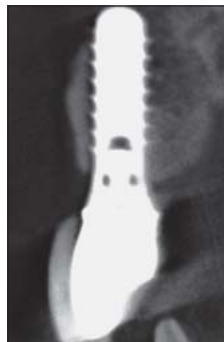


Abb. 29 Orovestibuläre DVT-Darstellung nach 10 Jahren. Die vestibuläre Knochenwand war vollständig intakt und 1–1,5 mm stark.

Es wurde ein Nachsorgeprogramm geplant. Der Patient betrieb im weiteren Verlauf eine konsequente häusliche Mundhygiene und erschien zuverlässig zu den Folgeterminen. Die Kontrolluntersuchung nach 10 Jahren ergab einen guten klinischen Zustand mit gesunder Schleimhaut und stabilen Verhältnissen im Bereich der Implantatkrone. Am natürlichen Zahn 11 hatte eine leichte Gingivarezession den Rand des Veneers sichtbar gemacht. Ferner deutete eine kleine Stufe im Schneidekantenverlauf auf ein gewisses Wachstum des Alveolarkamms in den 10 Jahren der Implantatfunktion (Abb. 25 und 26).

Der nach 10 Jahren angefertigte Zahnfilm zeigte stabile periimplantäre Knochenverhältnisse (Abb. 27). Eine zusätzliche DVT-Untersuchung (4 × 4 cm) bestätigte das Vorliegen einer rund 1,5 mm starken, intakten vestibulären Knochenwand an der Implantationsstelle (Abb. 28 und 29).

## Diskussion

Die Methode der gesteuerten Knochenregeneration (GBR) zur Breitenaugmentation des Alveolarkamms ist gut dokumentiert. Entwickelt wurde sie gegen Ende der achtziger Jahre nach vielversprechenden Resultaten in präklinischen Studien (Dahlin et al. 1988, 1989 und 1990). An der Universität Bern wurden im Oktober 1988 erstmals Membranen am Patienten eingesetzt, und 1990 erschienen die ersten Publikationen in Form eines Fallberichts und einer klinischen Studie (Nyman et al. 1990, Buser et al. 1990). Seither konnte die GBR-Methode durch Änderungen des chirurgischen Protokolls und dank immer besserer Biomaterialien sukzessiv weiterentwickelt werden.

Heute wird die GBR-Methode routinemäßig zur lokalen Knochenregeneration an Implantaten eingesetzt, einzeitig mit der Implantation oder als präimplantologischer Eingriff zweizeitig (Buser 2009). Zu bevorzugen ist das einzeitige Verfahren, zumal eine geringere Anzahl an Eingriffen die Morbidität und die Behandlungskosten reduziert. Die wichtigste Indikation für eine einzeitige GBR – nämlich Implantationen in Extraktionsalveolen – war bereits Thema des dritten Bandes dieser Buchreihe (Chen und Buser 2008). Realisierbar ist dieses einzeitige Konzept bei periimplantären Knochendefekten mit mindestens zweiwandiger Morphologie, was mindestens 6 mm Kammbreite an der Implantationsstelle erfordert (Buser 2009).

Für einen Alveolarkamm, der stark abgeflacht und schmaler als 4 mm ist, empfiehlt sich ein präimplantologischer Aufbau. Da eine solche Situation hier gegeben war, fiel die Entscheidung auf ein zweizeitiges chirurgisches Vorgehen mit primärer horizontaler Augmentation und sekundärer Implantation.

Die ersten GBR-Eingriffe in der zahnärztlichen Implantologie erfolgten unter Anwendung nicht resorbierbarer, aus porenhaltigem Polytetrafluorethylen (ePTFE) bestehenden Membranen (Gore-Tex® Regenerative Membrane; W.L. Gore & Associates, Flagstaff, Arizona, USA). Um deren Einsinken zu verhindern, wurde im Jahr 1989 autologes Knochenmaterial in das Konzept aufgenommen (Buser et al. 1990). Hierauf folgte die Einführung von Edelstahl-Minischrauben zum Stabilisieren der Barrieremembran als methodische Verbesserung. Diese Neuerung wurde 1993 in einem Fallbericht vorgestellt (Buser et al. 1993) und anhand einer Fallserie mit 40 konsekutiv behandelten Patienten untermauert (Buser et al. 1996). Letztere erbrachte für autologe Blöcke nebst bioinserter, nicht resorbierbarer pTFE-Membran und Primär-Wundverschluss sehr berechenbare und gute regenerative Ergebnisse. Nachdem hierzu aus dem Kinnbereich oder der retromolaren Zone des Unterkiefers eher kleine Blöcke entnommen worden waren, stellte sich heraus, dass diese Blöcke während der Heilung unter der bioinerten Membran kaum resorbierten. Die dazugehörigen Implantate zeigten eine gute Langzeitstabilität: In einer prospektiven Studie betrug die Erfolgsquote nach 5 Jahren über 98% (Buser et al. 2002).

Allerdings war diese Methode klinisch anspruchsvoll und barg bei eventuellen Weichgewebediszenzen ein erhöhtes Komplikationsrisiko (Augthun et al. 1995). Diese Schwächen führten gegen Ende der neunziger Jahre zu Bestrebungen nach einer einfacheren und weniger risikobehafteten Operationstechnik. Vielversprechende präklinische Resultate (Hürzeler et al. 1998) mit einer resorbierbaren Kollagenmembran aus Schweinehaut (Bio-Gide®; Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Schweiz) führten zu der Entscheidung, den zuvor verwendeten Membrantyp (bioinerte, nicht resorbierbare pTFE-Membran) durch diesen neuen Typ zu ersetzen. Dieser Umstieg vereinfachte das chirurgische Vorgehen, da die Kollagenmembran aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft nicht mit Minischrauben fixiert zu werden brauchte. Eine Fallserie zur neuen Membran bei insgesamt 58 Augmentaten in 42 konsekutiven Patienten (von Arx und Buser 2006) zeigte ein stark reduziertes Risiko von Weichgewebediszenzen und gut voraussagbare Breitenzuwächse am Alveolarkamm (mittlerer Zuwachs 4,6 mm).

Der hier gezeigte Patientenfall stammt aus dieser prospektiven Studie. Trotz schwieriger klinischer Ausgangslage konnte ein sehr gutes Langzeitresultat erzielt werden. Am schwierigsten war die Korrektur des vertikalen Weichgewebedefizits. Dieser Befund ist bei posttraumatischen Zuständen mit apikal fehlgestellten, ankylosierten Zähnen häufig anzutreffen und war im vorliegenden Fall besonders stark ausgeprägt. Zur Entfernung des Zahns mussten ein kleiner Lappen gebildet und die Wurzel gespalten, der Lappen mit einer Periostschlitzung mobilisiert und das Weichgewebe spannungsfrei verschlossen werden. Alternativ dazu hätte man die Wurzel auf 3 mm unter das Schleimhautniveau kürzen und ein spontanes Überwachsen abwarten können. Heute werden verbreitet apikal fehlpositionierte und ankylosierte Zähne so behandelt, da sich damit das Angebot an keratinisierter Schleimhaut vergrößert (Langer 1994).

Kortikospongiose Blocktransplantate ermöglichen voraussagbare Resultate, da sich ein Block für eine gute Stabilisierung der Wunde per Minischraube fixieren lässt und die Stabilität des Augmentats für die erfolgreiche Regeneration wesentlich ist (von Arx und Buser 2009). Wichtig ist auch, dass man durch Anfrischen der kortikalen Knochenoberfläche an der Empfängerstelle ein Einsprießen von Blutgefäßen in das Gerinnsel und von Knochen in das devitale Blocktransplantat ermöglicht (Burkhardt 1986). Das Einsprießen ist für die Langzeitstabilität solcher Blocktransplantate offenbar eine wesentliche Voraussetzung. Es handelt sich dabei um eine „schleichende Substitution“ (creeping substitution), bei der nekrotischer Knochen des Blocktransplantats sukzessive resorbiert und über das „Havers-System“ durch neuen, lebensfähigen Knochen ersetzt wird (von Arx et al. 2001). Diese „schleichende Substitution“ funktioniert nur bei adäquater Nährstoffversorgung aus dem Empfängerlager und aus den Strukturen in der Umgebung des Transplantats (Burkhardt und Enneking 1978).

Nachteilig an dieser Technik ist die notwendige Entnahme eines autologen Blocktransplantats. Immerhin erhöht dieser zusätzliche Operationssitus den Zeitaufwand, die Morbidität (von Arx et al. 2005) und die Kosten. Allenfalls ein Umstieg auf allogene oder xenogene Blöcke könnte Abhilfe schaffen. Ob jedoch solche Alternativen in absehbarer Zukunft an die Stelle des traditionellen autologen Blocks treten können, wird in klinischen Studien erst noch zu zeigen sein.

#### **Danksagung**

Die Autoren danken dem Zahntechniker und Meisterkeramiker Michael Magne für sein Know-how und seine ausgezeichnete Arbeit bei der Herstellung der Keramikrestorationen.





## 6.2 Präimplantologische gesteuerte Knochenregeneration (GBR) mit allogenem Augmentationsmaterial für den Einzelzahnersatz

E. Lewis, F. Lozano



Abb. 1 Einzelzahnücke in Regio 11 (Frontalansicht).



Abb. 2 Einzelzahnücke in Regio 11 (okklusale Ansicht).



Abb. 3 Ausgangssituation mit eingesetzter chirurgischer Schablone (okklusale Ansicht). Die chirurgische Schablone befindet sich in situ und verdeutlicht das erhebliche Breitendefizit in Regio 11.

Präimplantologische Augmentationen des Alveolarkamms sind angezeigt, wenn ein Defizit an einer vorgesehenen Implantationsstelle eine stabile Verankerung des Implantats bei einseitiger Augmentation nicht zulässt. Verheilte Kieferregionen mit vestibulär abgeflachtem Alveolarkamm sind hierfür ein Musterbeispiel. Da in dieser Situation eine Primärstabilität nicht erzielt werden kann, empfiehlt sich ein zweizeitiges Vorgehen, wobei eine gesteuerte Knochenregeneration (GBR) als zu empfehlender Primäreingriff die Voraussetzungen für eine Implantation in räumlich korrekter Lage schafft. Befindet sich die Implantationsstelle in der Oberkieferfront, so muss der präimplantologische GBR-Eingriff nicht nur Volumen für die Implantation rekonstruieren, sondern auch eine korrekte und stabile orovestibuläre Kontur des Alveolarkamms im Hinblick auf die langfristige Ästhetik.

Der gezeigte Behandlungsfall illustriert die Realisierung eines Einzelzahnersatzes nach präimplantologischer Augmentation des Alveolarkamms mit Knochenaufbaupartikeln.

Ein 50-jähriger Mann mit fehlendem Zahn 11 stellte sich im Januar 2010 zur Beratung im Center for Implant Dentistry vor. Er gab an, dass er 1998 eine Avulsion des Zahns erlitten hatte und daraufhin mit einer herausnehmbaren Kunststoffteilprothese versorgt worden war. Nun wollte er sich nach der Möglichkeit einer festsitzenden Krone auf einem Implantat erkundigen. Die medizinische Anamnese ergab eine gut eingestellte Hypertonie; der Patient war Nichtraucher. Da er beruflich öffentliche Auftritte zu absolvieren hatte, waren seine ästhetischen Erwartungen hoch.

Die klinische Untersuchung zeigte eine hohe Lachlinie sowie einen guten Hygienestatus und keine Anzeichen für eine Parodontopathie. Die Nachbarzähne der Einzelzahnücke präsentierten sich restaurationsfrei und mit gut erhaltenen Papillen (Abb. 1). Die Lücke selbst wies ein erhebliches horizontales Defizit auf (Abb. 2 und 3). Der Patient gab an, dass sich in der Mittellinie vor der Verletzung ein rund 1 mm breites Diastema befunden hatte.



Abb. 4 Knochendefekt nach Bildung des Mukoperiostlappens (Frontalansicht).

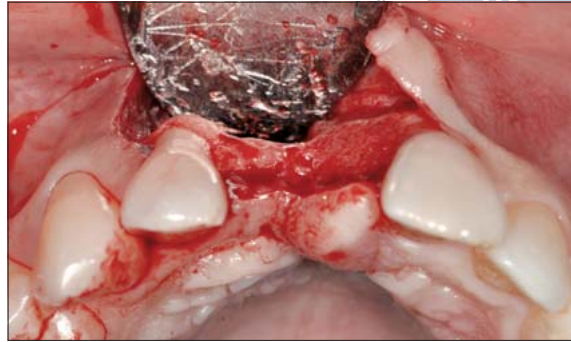


Abb. 5 Knochendefekt nach Bildung des Mukoperiostlappens in der okklusalen Ansicht.



Abb. 6 Titanstützschraube in situ in frontaler Aufsicht.

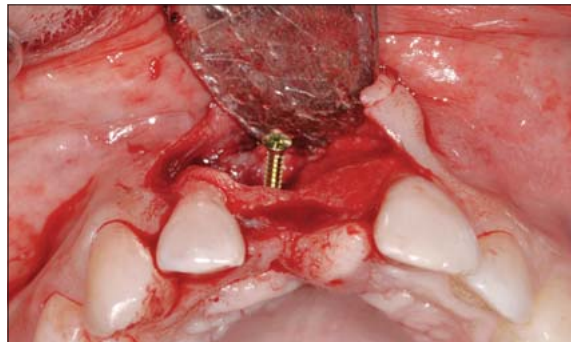


Abb. 7 Titanstützschraube in situ (okklusale Ansicht).

Laut Zahnfilm war die Knochenhöhe in Regio 11 ausreichend. Anzeichen für krankhafte Prozesse gab es nicht.

Nach Besprechen möglicher Vorgehensweisen und Augmentationsstechniken entschied sich der Patient für die Versorgung mit einer implantatgetragenen Krone nach präimplantologischer Knochenaugmentation mit allogenen, von der Leiche gewonnenen Aufbaupartikeln. Der Therapieplan umfasste vier Phasen:

- Augmentation mit Knochenaufbaupartikeln von der Leiche
- Implantation nach 6 Monaten Heilung und Konsolidierung
- Provisorische Kronenversorgung und Konturieren des Weichgewebes
- Abformen des Weichgewebes und Eingliedern der definitiven Krone

Nach Einwilligung durch den Patienten wurde ambulant in Lokalanästhesie der Eingriff durchgeführt. Hierzu erfolgte eine Schnittführung zu beiden Seiten mit einer sulkulären Inzision von der vestibulären Mitte von Zahn 21 und anschließend auf dem zahnlosen Alveolarkamm entlang zur distalen Seite von Zahn 12 mit einem vertikalen Entlastungsschnitt. Es wurde ein mukoperiostaler Vollflappen zur Darstellung des großen vestibulären Defizits in Regio 11 gebildet (Abb. 4 und 5).

Es folgte ein gründliches Auskürettieren des Defekts zur Beseitigung von Weichgewebe nebst einer Spülung mit steriler Kochsalzlösung. Eine Periostschlitzung erhöhte die Lappenmobilität, und in die Mitte des Defekts wurde eine Titanstützschraube (9,0 mm Länge und 1,5 mm Durchmesser) eingebracht. Zur einfacheren Entfernung beim späteren Implantationseingriff war die Schraube um 45 Grad abwärts geneigt (Abb. 6 und 7).

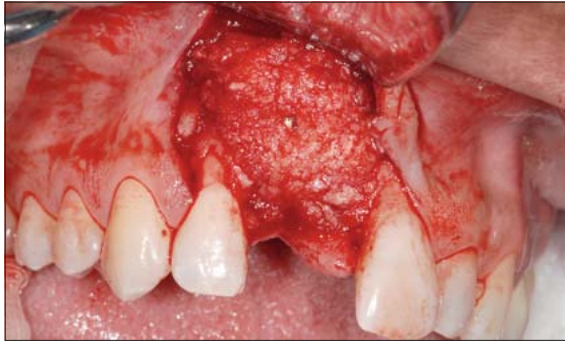


Abb. 8 Zustand nach leicht überkonturiertem Einbringen von DFDBA-Material in den Defekt rund um die Stützschraube.

Ein 1 cm<sup>3</sup> großer DFDBA-Block (demineralisierter gefriergetrockneter allogener Knochen) der Marke Regenaform (Exatech, Gainesville, Florida, USA) wurde zunächst 5 Minuten in ein wärmendes Bad (43–49 °C) eingelegt und dann eingebracht (Abb. 8).

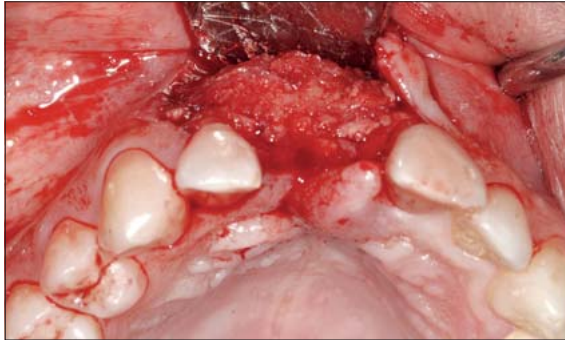


Abb. 9 Leicht überkonturierte Augmentation mit DFDBA-Material (okklusale Ansicht).

Mit Kürette und Periostelevator wurde das Allotransplantat schonend um die Spannschraube gepackt und die Region leicht überkonturiert augmentiert (Abb. 9).

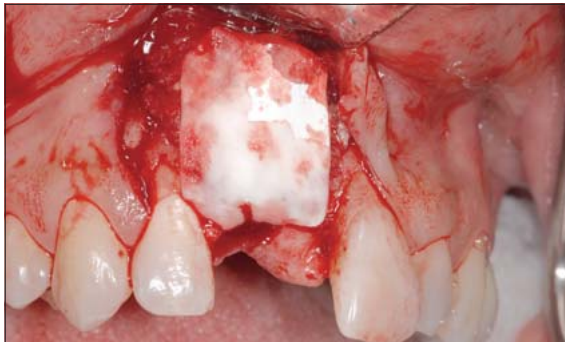


Abb. 10 Abdecken des Augmentats mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (Bio-Gide; Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Schweiz).

Das Knochenaugmentat wurde vestibulär mit einer resorbierbaren, zurechtgeschnittenen Kollagenmembran (Bio-Gide; Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Schweiz) von 13×25 mm Größe überdeckt, wobei der untere Rand der Membran unter den palatinalen Rand der Schleimhaut gesteckt wurde (Abb. 10).



Der Primärverschluss erfolgte mit Vicryl™-Material (4/0; Ethicon, San Angelo, Texas, USA) (Abb. 11 bis 13).

Anschließend wurde die herausnehmbare Teilprothese hohlgelegt, um den Operationssitus druckfrei zu halten. Der Patient erhielt allgemeine postoperative Anweisungen und bekam Antibiotika (3 × täglich 500 mg Amoxicillin p. o. für eine 1 Woche), Analgetika sowie Mundspülungen mit Chlorhexidindigluconat (0,12%) verordnet. Nach 1 Woche wurde der Operationssitus auf Verschluss der Schnittführung und Infektionsfreiheit kontrolliert. Die postoperative Heilung verlief ohne Komplikationen.

Nach rund 6 Monaten Heilungsdauer folgten beim Prothetiker Abformungen für eine chirurgische Schablone.

Die zweite Behandlungsphase umfasste den Implantationseingriff. Es wurde eine zweizeitige Verfahrensweise gewählt, um die Verfügbarkeit von Weichgewebe zu maximieren und dem Patienten das Tragen der herausnehmbaren Teilprothese zu erleichtern. Zunächst erfolgte eine intraorale Anprobe der Schablone. Nach Lappenbildung zur Darstellung des verheilten Augmentats wurde die Titanschraube entfernt. Hierauf folgte entsprechend dem restaurativen Behandlungsziel eine standardmäßige Stollenpräparation für das Implantat. Anschließend wurde das gemäß Herstellerangaben präparierte Implantatbett Region 11 mit einem Bone-Level-Implantat versorgt (Bone Level SLActive, Durchmesser 4.1 mm, Länge 10 mm; Straumann, Basel, Schweiz). Nach Einbringen einer Verschlusschraube wurde die Wunde schließlich mit Vicryl™-Nähten (4/0) primärverschlossen. Die Passform der herausnehmbaren Teilprothese wurde kontrolliert und die Implantatposition auf einem Zahnfilm bestätigt (Abb. 14). Die Heilung verlief wiederum ohne Komplikationen.



Abb. 11 Zustand nach dem Vernähen (Frontalansicht).



Abb. 12 Zustand nach dem Vernähen (okklusale Ansicht).

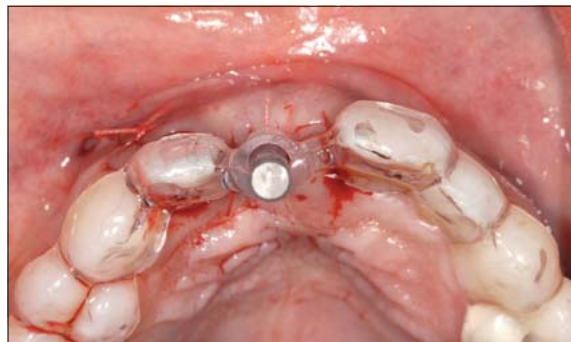


Abb. 13 Zustand unmittelbar nach dem Eingriff (okklusale Ansicht). Die eingesetzte Schablone verdeutlicht das Resultat der horizontalen Augmentation.

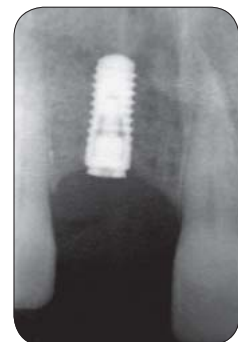


Abb. 14 Radiologischer Befund nach der Implantation.