

# Die Tunnel-Augmentationstechnik vs. laterale Auflagerungs-Osteosynthese

Der folgende Fallbericht beschreibt einen minimalinvasiven Eingriff zur Verbreiterung eines durch Traumata, endodontische und parodontale Läsionen stark zerstörten Alveolarkammes im ersten Quadranten mittels einer Tunnelierungs-Technik. Die Idee der Tunnelierung für den Knochenaufbau ist bereits seit Jahrzehnten bekannt, es ergaben sich allerdings in der Durchführung immer wieder Hindernisse, die einen echten Augmentationserfolg unmöglich machten. Doch warum wird eigentlich regelmäßig wiederkehrend versucht, alternative Methoden zu den gängigen Techniken zu finden?

Dr. med. dent. Henrik-Christian Hollay

■ Auflagerungsteoplastiken mit Zugsyntheseschrauben gehören seit Jahrzehnten zu den üblichen und bewährten Techniken zur additiven Verbreiterung eines atrophierten Kieferkammes. In der Regel benötigt der Operateur jedoch größere Mengen an Knochen, um bestehende Defekte adäquat zu ersetzen. Bei kleineren Defekten genügt hier eine Entnahme der entsprechenden Knochenmenge zum Beispiel aus dem retromandibulären Bereich. Je größer der Defekt ist, desto größer wird jedoch der Bedarf an autologem Knochen, welcher sehr schnell durch Entnahme in den bekannten Arealen der Mundhöhle an seine Grenzen stößt und ein Ausweiten auf andere Bereiche des Körpers, wie zum Beispiel den Beckenkamm, notwendig macht.

Mit zunehmender Entwicklung synthetischer Knochenersatzmaterialien wuchs bei Patienten und Behandlern der Wunsch, auf eine zweite Operationsstelle verzichten zu können. Doch erst das zunehmende Verständnis der Osteogenese und der Bedeutung der für das Knochenremodelling zuständigen Zellen ergaben neue Techniken, die immer mehr zielführend werden. Eine echte Herausforderung bei der Auflagerungs-Osteoplastik stellt die Stabilisierung des Augmentates dar. Zahlreiche Techniken mit unterschiedlichen Membrantypen stellen eine Lösung des Grundproblems dar, nämlich unzusammenhängende Granula ortsständig zu fixieren. Allerdings war es bis dato so gut wie unmöglich, diese Befestigungstechniken ohne erweiterte Lappenbildung bzw. flapless durchzuführen. Das Unternehmen Degra-

dable Solutions®, welches heute ein integraler Bestandteil von Sunstar Guidor® ist, leistete zu dieser Fragestellung mit der Entwicklung von easy-graft™ einen wertvollen Beitrag. Durch die Entwicklung eines reinphasigen b-Trikalzium-Phosphates (CLASSIC) bzw. eines biphasischen Kalziumphosphates (CRYSTAL) mit einem Polylactid-Coating, welches mit einem speziellen Biolinker (N-2-Methyl-Pyrrolidon) verklebt wird und nach dessen Entzug durch Blut und Gewebsflüssigkeit aushärtet, war es erstmalig möglich, ohne größeren Aufwand und membranfrei ein stabiles Augmentat zu schaffen. Basierend auf diesen Entwicklungen entstand das Tunnel-Control-System nach Dr. Heuckmann. Die grundlegende Idee besteht in einer breitflächigen Volumenaugmentation in einem in sich geschlossenen, intraoperativ nicht großflächig eröffneten Raum. Die maßgeblichen Faktoren für das Gelingen dieser Technik sind eine stark ausgeprägte Blutung aus den Spongiosaanteilen des aufzubauenden Knochenareals und eine Stabilisierung des Aufbauvolumens durch ein selbsthärtendes synthetisches Knochenersatzmaterial unter Vermeidung einer Denudierung der umgebenden Schleimhaut. Die Tunnel-Control-Technik kann zum heutigen Zeitpunkt nicht als verifizierte Standardtechnik betrachtet werden, da ein breitbasiger, evidenzbasierter Nachweis einer Allgemeingültigkeit noch nicht erbracht ist. Dementsprechend soll die folgende Dokumentation einen Ausblick auf die Möglichkeiten, die uns synthetische Knochenersatzmaterialien bieten, darstellen und zu einer Weiterentwicklung des Potenzials führen.

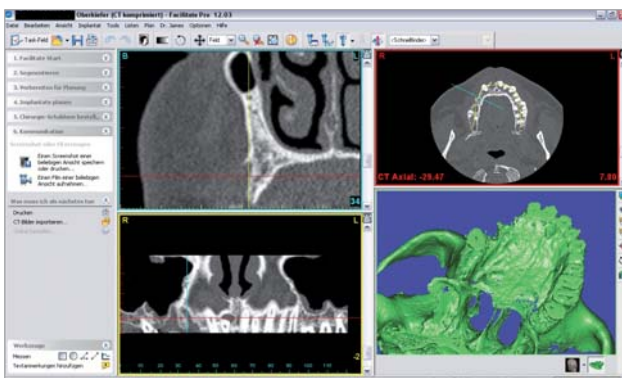


Abb. 1: Präoperative CT-Diagnostik in der Auswertung.

## Additive Knochenaugmentation Regio 13–16 (05.01.2011)

### Ausgangssituation

Der 46-jährige Patient stellte sich am 09.08.2010 mit persistierenden Schmerzzuständen an den Zähnen 14 und 15 in unserer Praxis vor. Die Zähne 17, 15 und 14 fungierten als Pfeiler einer etwa 14 Jahre alten keramikverblendeten Extensionsbrücke von 17 bis 13. Durch Frakturen an den Pfeilerzähnen 15 und 14 war die Gesamtkonstruktion beweglich und ohne Funktion.



# HI-TEC IMPLANTS

KOMPATIBEL ZU FÜHRENDEN IMPLANTATSYSTEMEN

VISION

LOGIC

X6 & MODULAR ABUTMENT

SELF THREAD & UNIVERSAL UNIT

Beispielrechnung Einzelzahnversorgung	
Implantat inkl. Deckschraube .....	89,-
Abheilpfosten .....	15,-
Einbringpfosten =	0,-
Abdruckpfosten .....	12,-
Modellimplantat .....	
Titan-Pfosten bzw. CAD/CAM Klebebasis .....	39,-
<b>EURO</b>	<b>155,-*</b>

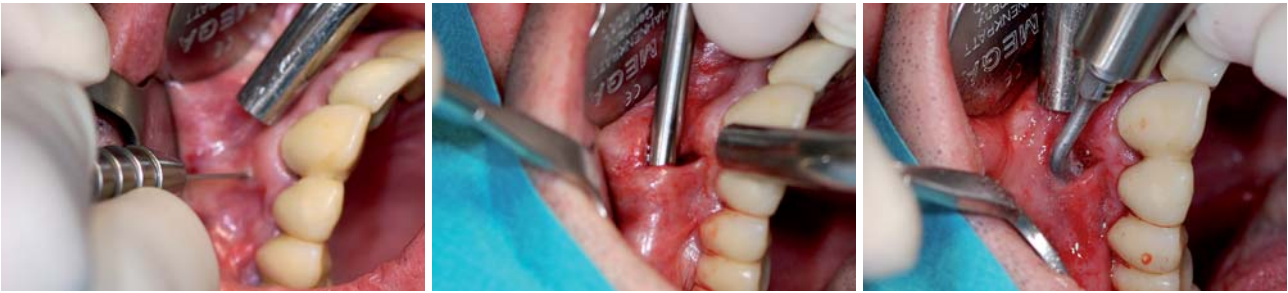
\* ohne Mindestabnahme!!



Das HI-TEC Implantatsystem bietet allen Behandlern die **wirklich** kostengünstige Alternative und Ergänzung zu bereits vorhandenen Systemen.

HI-TEC IMPLANTS · Vertrieb Deutschland · Michel Aulich · Germaniastraße 15b · 80802 München  
Tel. 0 89/33 66 23 · Fax 0 89/38 89 86 43 · Mobil 01 71/6 08 09 99 · michel-aulich@t-online.de · www.hitec-implants.com

**HI - TEC IMPLANTS**



**Abb. 2:** Vertikale Inzision. – **Abb. 3:** Tunnelierung von Regio 13 bis Regio 16 mit extralangem Raspatorium. – **Abb. 4:** Eröffnung der Spongiosaräume mit dem Piezotome®.

Die Vitalitätsprüfung der Zähne 15 und 14 mit Kälte erwies sich als negativ, die Perkussionsprüfung sowohl horizontal als auch vertikal stark positiv. Die Frakturlinien verliefen an beiden Zähnen teils subkrestal, so dass ein Erhalt der Zähne nicht möglich war.

Die klinische Untersuchung ergab ausgedehnte kariöse Läsionen am Zahn 17 mesial und distal, die approximal am kaudalen Rand der Pfeilerkrone ihren Ursprung genommen hatten, sowie einen Lockerungsgrad von II bei positiver Vitalitätsprüfung sowie negativer Perkussionsprüfung.

Bei der röntgenologischen Untersuchung ergaben sich an Zahn 17 die bereits klinisch sondierbaren kariösen Defekte, allerdings keine Anhaltspunkte für eine endodontische Läsion. Zudem waren bereits im Orthopantomogramm erhebliche knöcherne Destruktionen zirkulär der Zähne 14 und 15 erkennbar.

Aufgrund der massiven Vorschädigungen erfolgte die Extraktion der Zähne 14 und 15 am 10.08.2010 komplikationslos in Lokalanästhesie. Gleichzeitig wurde ein Langzeit-Provisorium von 12 bis 17 reichend eingegliedert. Aufgrund der Länge der Brückenspanne klärten wir den Patienten über eine mögliche Schädigung der Pfeilerzähne des Provisoriums über den relativ langen Heilungszeitraum auf. Da der Patient unter sehr ausgeprägtem Würgereiz leidet, äußerte er bereits zu Beginn der Behandlung den Wunsch, sowohl provisorisch als auch definitiv festsetzend versorgt werden zu können und erklärte, die entsprechenden Risiken in Kauf nehmen zu wollen.

#### Operationsvorbereitung

Nach sechswöchiger Heilungsphase stellte sich der Patient erneut in der Praxis vor. Als Vorbereitung für den Eingriff wurde zunächst ein Dental-CT zur eindeutigen Diagnose der Knochenverhältnisse 13, 14 und 15 angefertigt (Abb. 1).

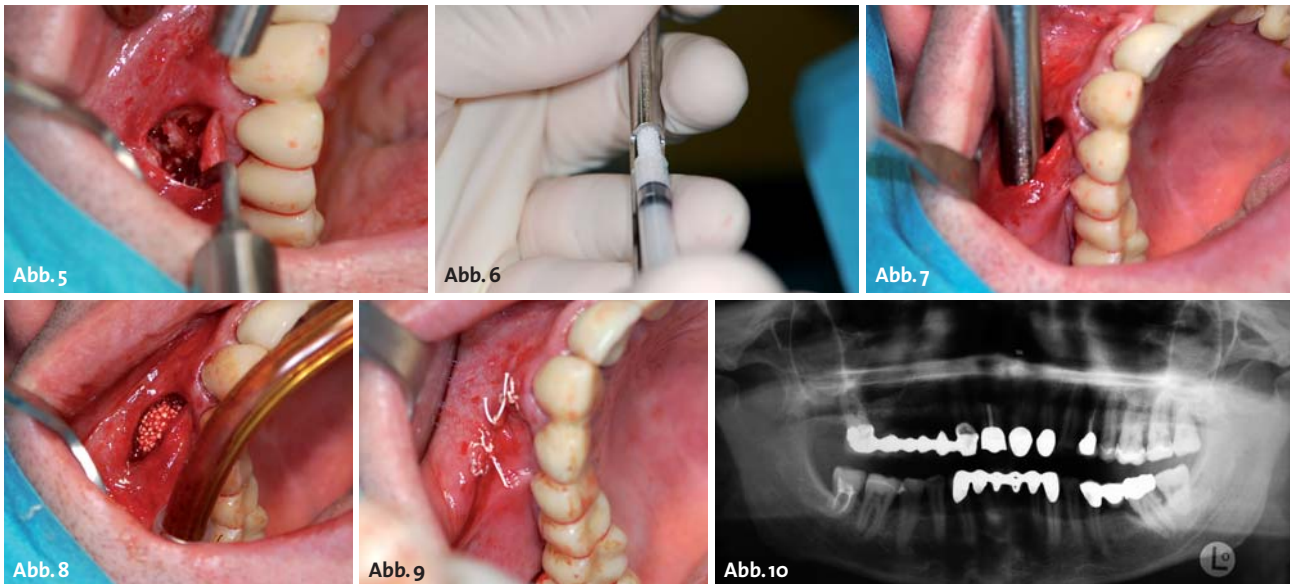
Die genaue Aufbereitung des CTs erfolgte mit der Software SimPlant® der Firma Materialise® und ergab persistierende, sehr ausgedehnte Destruktionen des Alveolarkammes, einen Totalverlust der vestibulären Knochenwand Regio 13 bis 15 sowie ein durch die Ausdehnung des Sinus maxillaris deutlich reduziertes vertikales Knochenangebot Regio 15 und 16. Wir klärten den Patienten auf, dass ohne eine großflächige laterale Knochenaugmentation und eine Sinusbodenelevation eine Verankerung von Implantaten nicht möglich sei. Als Osteosynthese-Technik stellten wir ihm neben der klassischen

Knochenblock-Augmentation mit retromandibulärer Entnahme von autologem Knochen die Tunnelierungstechnik nach Dr. Heuckmann vor. Dabei verwiesen wir auf die Minimalinvasivität des Eingriffes, da zur Augmentation kein größerer Mukoperiostlappen gebildet werden muss und somit eine Minderversorgung der Schleimhaut vermieden werden kann. Darüber hinaus klärten wir ihn darüber auf, dass sich diese Art des Eingriffes noch in einem Entwicklungsstadium befindet, da eine Verifizierung des Erfolges der Tunnel-Control-Technik außer durch Herrn Dr. Heuckmann noch nicht breitbasig und evidenzbasiert erfolgen konnte.

#### Operationsverlauf

Der Eingriff erfolgte am 05.01.2011 in Lokalanästhesie. Klinisch zeigte sich ein stark eingefallener, schmaler Alveolarkamm. Zunächst bildeten wir mittels eines vertikalen, etwa 10 mm langen Schnittes einen Zugang für den Eingang des Tunnels (Abb. 2). Das Tunnelvolumen formten wir in der Folge mittels eines speziell für diesen Eingriff gefertigten, extra langen Raspatoriums vestibulär entlang des Alveolarkammes, wobei eine vollständige Deperiostierung des Defektraumes erfolgte (Abb. 3).

Für den Erfolg dieser Technik ist es extrem wichtig, starke Blutungen aus der Spongiosa des zu augmentierenden Knochens zu provozieren. Erst diese Grundvoraussetzung ermöglicht es dem Körper, die relevanten Zellstrukturen (v.a. Osteoklasten) für den Heilungsprozess zur Verfügung zu stellen. Innerhalb des Tunnels eine derartige Blutung zu provozieren, gehörte zu den Herausforderungen, denen es sich in der Entwicklung zu stellen galt. Zu diesem Zweck wurden Schutzabdeckungen für Rosenbohrer und Diamantkugeln entwickelt, welche die Weichgewebsseite des Tunnels schützen sollen, während die Kompakta eröffnet wird. Einfacher und übersichtlicher lässt sich dieses Ziel jedoch piezoelektrisch erreichen. Wir eröffneten die Spongiosaräume im betroffenen Areal großflächig mithilfe des BS-1 Aufsatzes für das Piezotome® (Acteon Satelec®) (Abb. 4). Hierbei erwies es sich als zielführend, die Kompakta an mehreren Stellen linienförmig und ungerichtet zu durchschneiden, um dann die verbliebenen Bruchstücke der Außenhülle der Maxilla mit einem Raspatorium herauszuhebeln. Durch gezieltes und geführtes Einsetzen des Piezotomes® unter starker Kühlung von 100ml/min und in kurz gefassten Zeiträumen wurde ein Überhitzen der Schleimhaut im Kontakt mit der Arbeitsspitze vermie-



**Abb. 5:** Ausgeprägte Blutung nach Eröffnung der Kortikalis. – **Abb. 6:** Befüllen der Einbringhilfe mit aktiviertem easy-graft™ 400 CLASSIC. – **Abb. 7:** Einbringen des Knochensatzmaterials. – **Abb. 8:** Eingebettetes Knochensatzmaterial. – **Abb. 9:** Wundverschluss mit Einzelknopfnähten, Nahtmaterial der Fadenstärke 5-0. – **Abb. 10:** Röntgenkontrolle postoperativ.

den. In situ zeigte sich eine deutlich erkennbare starke Knochenblutung aus den Markräumen der Maxilla (Abb. 5).

Mithilfe eines eigens gefertigten Instrumentes (Abb. 6) wurden nun drei Applikationen mit BioLinker aktiviertes easy-graft™ CLASSIC 400 der Körnungsgröße 500–1.000 µm in den Tunnel eingebracht (Abb. 7). Während der Verarbeitungszeit formten wir manuell den fehlenden Teil des Alveolarkammes nach. Durch die starke Blutung aus den Spongiosaräumen und aus dem Periost wurde während des Härtungsprozesses der BioLinker des easy-graft™ entzogen, sodass das Material einen festen, stabilen, unbeweglichen Verbund erreichte (Abb. 8). Die Zugangsöffnung wurde mit einer Gore-Tex®-Naht der Stärke 5-0 verschlossen (Abb. 9). Der Operationsverlauf wurde nach Abschluss mit einem Orthopantomogramm kontrolliert (Abb. 10).

Die Nahtentfernung erfolgte zehn Tage postoperativ. Dauer des Eingriffs: etwa 30 Minuten.

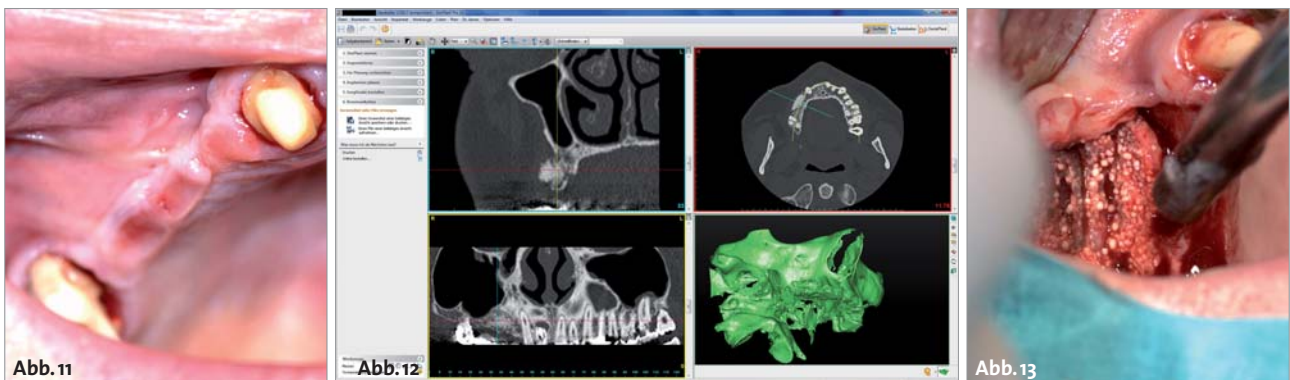
#### Medikation

Der Eingriff wurde mit 5,4 ml Ultracain® D-S forte (Aventis®) in Lokalanästhesie durchgeführt. Als antibiotische

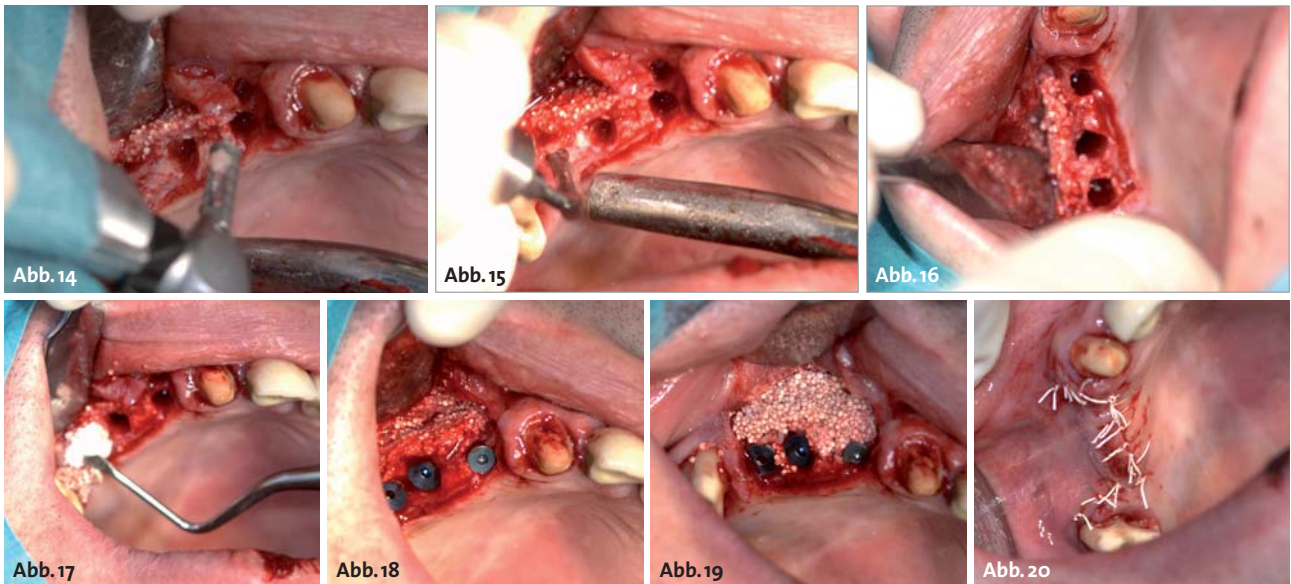
Abdeckung für den Eingriff verwendeten wir Clindasaar® 600 mg der Firma MIP®, Chephasaar® GmbH, Gesamtmedikation über fünf Tage, zwei Tabletten pro Tag. Postoperativ wurde als Schwellungsprophylaxe ein einmaliger Bolus von 200 mg Prednisolon, Jenapharm®, mibe® GmbH verabreicht. Als Analgetikum wurde Ibuprofen 600 mg, einzunehmen bei Bedarf, verschrieben.

#### Implantation Regio 13–16 sowie externe Sinusbodenelevation Regio 16 (30.06.2011)

Gut sechs Monate nach der tunnelgeführten Augmentation stellte sich der Patient zur Insertion der Implantate erneut vor. Die klinische Untersuchung ergab eine deutlich sichtbare Verbreiterung des Alveolarkammes sowie einen stabilen Erhalt der keratinisierten Gingiva krestal nach vestibulär (Abb. 11). Auf ausdrücklichen Wunsch des Patienten wurde erneut ein Dental-CT erstellt. Auch dieses Mal wurde die Aufarbeitung der Bilder SimPlant® der Firma Materialise® als Software verwendet. Die Auswertung des Dental-CTs ergab eine deutlich erkennbare, scheinbar knöcherne Apposition vestibulär



**Abb. 11:** Klinisches Bild des Operationsfeldes nach sechsmonatiger Heilphase. – **Abb. 12:** Präoperative CT-Diagnostik zur Kontrolle des Heilergebnisses. – **Abb. 13:** Freilegung des Implantationsgebietes.



**Abb. 14:** Entnahme von Bohrkernen mit Trepan-Bohrern zur histologischen Aufbereitung. – **Abb. 15:** Interne Sinusbodenelevation mit Intralift®. – **Abb. 16:** Finale Aufbereitung der Implantatlager, ausgeprägte Blutung in den Bohrkanälen. – **Abb. 17:** Befüllen des Augmentationsbereiches der internen Sinusbodenelevation mit aktiviertem easy-graft™ 400. – **Abb. 18:** Insetierte Implantate in situ. – **Abb. 19:** Resorptionsschutz vestibulär. – **Abb. 20:** Wundverschluss mit Einzelknopfnähten, Nahtmaterial der Fadenstärke 5-0.

Regio 13, 14, 15/16. Eine vollständige Rekonstruktion der ursprünglichen Breite des Alveolarkammes war nicht erreicht, jedoch eine erkennbare Defektheilung, die eine Implantation ermöglicht (Abb. 12). Um die biologisch erforderlichen Abstände zwischen den gesetzten Implantaten erhalten zu können, entschieden wir uns, statt des ursprünglichen „Zahn für Zahn“-Ersatzes auf ein Implantat zu verzichten, und planten die Insertion von drei Implantaten Regio 13, 14 und 15/16.

Die Implantatsetzung erfolgte in Lokalanästhesie und in Kombination mit einer internen Sinusbodenelevation Regio 15/16. Zur Freilegung des Implantationsgebietes eröffneten wir die Schleimhaut durch Bildung eines Mukoperiostlappens. Wir versuchten dabei, den Bereich, der deperiostiert werden musste, so klein wie möglich zu halten. In situ befanden sich etliche freie Granulate easy-graft™ CLASSIC 400 (Abb. 13). Nachdem diese mit einem Raspatorium flächig entfernt waren, fand sich deutlich erkennbar junger Knochen in dem durch die präoperative Diagnostik bereits ermittelten Ausmaß. Anstelle der Pilotbohrungen entnahmen wir mit Trepanbohrern an den vorgesehenen Stellen Proben, die im

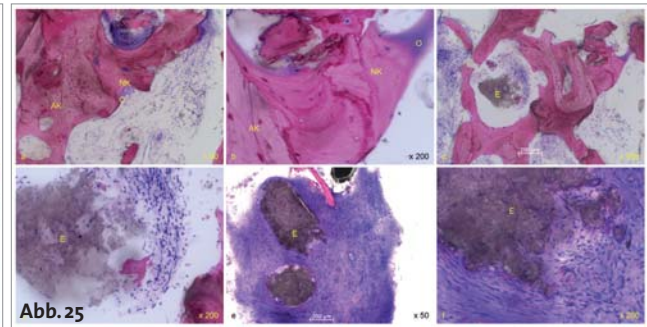
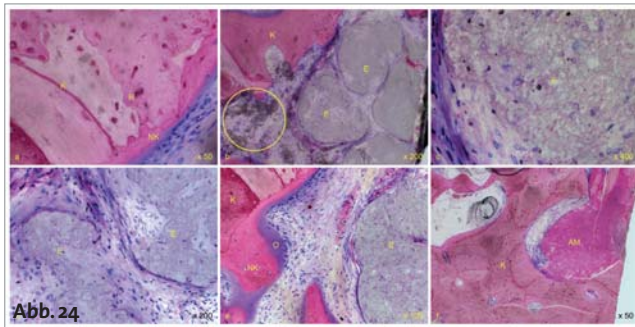
Anschluss durch histologische Untersuchung das Heilungsergebnis verifizieren sollten (Abb. 14). Die geplante Sinusbodenelevation führten wir mit der von der Arbeitsgruppe Troedhan, Kurrek und Wainwright entwickelten IntraLift®-Technik durch.

Zunächst eröffneten wir den Zugang zur Schneider'schen Membran mit den IntraLift®-Aufsätzen für das Piezotome® (Acteon Satelec®) in aufsteigender Reihenfolge TKW3–TKW4, also von dünnem nach dickem Querschnitt. Nach Aufbereitung mit dem TKW4-Aufsatz erreichten wir den endgültigen Aufbereitungsquerschnitt von 2,8 mm für das Elevationsinstrument TKW5.



**Abb. 21:** Radiologische Kontrolle, ca. sechs Monate postoperativ. – **Abb. 22:** Eingeschraubte Abutments für die definitive Versorgung. – **Abb. 23:** Definitive Versorgung.





**Abb. 24:** Histologische Auswertung des Bohrkernes Regio 13. – **Abb. 25:** Histologische Auswertung des Bohrkernes Regio 14.

Mittels der sogenannten Trompete, dem TKW5, konnte dann über ultraschallaktivierte Wasserzufuhr von 80 ml/min ein hochenergetischer Wasserebel generiert werden, um berührungsfrei die Schneider'sche Membran um ca. acht Millimeter anzuheben (Abb. 15). Da der TKW5-Aufsatz am Arbeitsende stumpf gestaltet ist und über den Schaft mit Banden im Abstand von zwei Millimetern versehen ist, ließ sich der Erfolg der Sinusbodenelevation einfach taktil kontrollieren.

Um die Dichtigkeit der Schneider'schen Membran zu überprüfen, befüllten wir den geschaffenen Raum drucklos mit Kochsalzlösung. Im Anschluss wurden die Implantatbohrungen bis zum finalen Durchmesser gesetzt. Die in den Bohrkanälen einsetzende Spontanblutung gab hierbei bereits den Hinweis auf ein gut durchblutetes und vitales Implantatlager (Abb. 16).

Vor dem Befüllen mit Knochenersatzmaterial setzten wir zum Schutz der Schneider'schen Membran vor eventuellen scharfen Kanten der Körner des Trikalziumphosphats Gelastyp<sup>®</sup> über die Öffnung zum Hohlraum ein. Anschließend befüllten wir den geschaffenen Hohlraum mit 400 ml BioLinker-aktiviertem easy-graft<sup>™</sup> CLASSIC der Körnungsgröße 500–1.000 µm (Abb. 17).

Regio 13 inserierten wir dann ein Nemris<sup>®</sup> Aesthura Classic<sup>®</sup>-Implantat der Größe 3,75 x 11,5 mm, Regio 14 und 15/16 jeweils der Größe 4,75 x 10 mm (Abb. 18). Die sichtbaren Anteile der vestibulären Knochenwand wurden anschließend von verbliebenen freien Granulaten gereinigt. Als Resorptionsschutz brachten wir membran gleich eine Schicht easy-graft<sup>™</sup> 400 ml auf, welches mit BioLinker aktiviert wurde und somit einen festen, stabilen, unbeweglichen Verbund erreichte (Abb. 19). Der gesamte Eingriffsbereich wurde in der Folge mit Gore-Tex Nähten der Stärke 5-0 spannungsfrei vernäht (Abb. 20). Der Operationsverlauf wurde auch diesmal im Anschluss durch ein Orthopantomogramm kontrolliert und dokumentiert (Abb. 21). Dauer des Eingriffs: etwa 50 Minuten.

#### Nachbehandlung

Postoperativ verordneten wir dem Patienten ein zweiwöchiges Schneuzverbot. Der Eingriff wurde in Lokalanästhesie mit 7,2 ml Ultracain<sup>®</sup> D-S forte (Aventis<sup>®</sup>) durchgeführt.

Als antibiotische Abdeckung für den Eingriff am Sinus maxillaris verwendeten wir Clinda-saar<sup>®</sup> 600 mg der Firma MIP<sup>®</sup>, Chephasaar<sup>®</sup> GmbH, Gesamtmedikation

über sieben Tage, zwei Tabletten pro Tag. Zusätzlich wurde Otriven<sup>®</sup>, abschwellende Nasentropfen der Firma Novartis<sup>®</sup>, über einen Zeitraum von 14 Tagen verordnet. Postoperativ wurde als Schwellungsprophylaxe ein einmaliger Bolus von 200 mg Prednisolon, Jenapharm<sup>®</sup>, mibe<sup>®</sup> GmbH verabreicht. Als Analgetikum wurde Ibuprofen 600 mg, einzunehmen bei Bedarf, verschrieben.

#### Prothetische Versorgung (23.12.2011)

Nach sechs Monaten Einheilzeit überprüften wir den Einheilerfolg zunächst mittels Orthopantomogramm (Abb. 21). Die Implantate wurden mittels Diodenlaser freigelegt und Sulkusformer eingebracht. Dadurch, dass wir vermeiden konnten, während des primären Augmentationseingriffes Narbenbildung im Bereich der keratinisierten Gingiva zu provozieren, blieb der Anteil der Attached Gingiva stabil. Die Abformung erfolgte eine Woche später.

Die Implantate 13 und 14 wurden mit Zirkonoxidkeramik-Abutments (simedia<sup>®</sup>), das Implantat Regio 15/16 mit einem Reintitan-Abutment (simedia<sup>®</sup>) versorgt (Abb. 22). Die definitive Versorgung der Zähne 12, 13, 14 und 15/16 erfolgte mit vollkeramischen Kronen. Die Gerüste der Kronen wurden mit der Sirona CEREC<sup>®</sup> 3MC XL-Schleifeinheit aus VITA In-Ceram<sup>®</sup> YZ-Blöcken der Größe 20/19 im CAD/CAM-Verfahren ausgefräst, gesintert und anschließend mit VITA VM<sup>®</sup>g-Keramik verblendet. Der Zahn 17 konnte durch seine Vorschädigung und die außerordentlich lange Provisorientragezeit leider nicht erhalten werden. Die Kronen wurden am 23.12.2011 mit Panavia<sup>®</sup> SA-Zement<sup>®</sup> (Kuraray<sup>®</sup>) definitiv eingegliedert (Abb. 23). Die Abbildungen 24 und 25 zeigen die histologische Auswertung des Bohrkernes Regio 13 und 14. ■

#### ■ KONTAKT

##### Dr. med. dent. Henrik-Christian Hollay

Albert-Roßhaupter-Str. 94  
81369 München  
Tel.: 089 7607260  
Fax: 089 7606093  
hollay@gmx.de

