



TIZIANO TESTORI MASSIMO DEL FABBRO ROBERTO WEINSTEIN STEPHEN WALLACE

# SINUSBODENAUGMENTATION

Chirurgische Techniken  
und alternative Konzepte

Deutsche Übersetzung:  
Dr. med. Sibylle Tönjes

 **QUINTESSENZ VERLAG**

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



Titel der italienischen Ausgabe:  
**La Chirurgia del Seno Mascellare e le alternative terapeutiche**  
Copyright © 2005 ACME Sas

Titel der englischen Ausgabe:  
**Maxillary sinus surgery and alternatives in treatment**  
Copyright © 2009 Quintessence Publishing Co. Ltd.

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten  
sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



Quintessenz Verlags-GmbH  
Postfach 42 04 52; D-12064 Berlin  
Konturstraße 18, D-12099 Berlin

Copyright © 2010 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung  
außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne  
Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt  
insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikro-  
verfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in  
elektronischen Systemen.

Lektorat: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin  
Herstellung: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin  
Reproduktionen: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin  
Druck: Bosch-Druck, Landshut/Ergolding

ISBN: 978-3-938947-21-0  
Printed in Germany



## Inhalt

Seite	Kapitel	
x		<b>Geleitwort</b>
xii		<b>Vorwort</b>
xiii		<b>Danksagung</b>
1	<b>01</b>	<b>Einleitung und Hintergrund</b> M. DEL FABBRO
7	<b>02</b>	<b>Die Anatomie der Kieferhöhle</b> M. DEL FABBRO, T. TESTORI
23	<b>03</b>	<b>HNO-Kontraindikationen für die Sinusbodenaugmentation</b> M. MANTOVANI
35	<b>04</b>	<b>Bedeutung der Endoskopie bei der Sinusbodenaugmentation. Indikationen der endoskopischen Operation zur Verbesserung der Sinusfunktionen</b> F. SANTORO, P. SALVATORI, S. TASCHIERI, T. TESTORI
45	<b>05</b>	<b>Biologische und biomechanische Grundlagen der Knochenheilung und der Osseointegration der Implantate bei der Sinusbodenaugmentation</b> P. TRISI, G. MASSEI
81	<b>06</b>	<b>Bedeutung der Computertomographie bei der Sinusbodenaugmentation</b> G. BELLONI
91	<b>07</b>	<b>Oberkieferatrophie: Klassifikation und chirurgische Konzepte</b> A. B. GIANNI, R. MONTEVERDI, A. BAJ, F. CARLINO, O. TOMIC
133	<b>08</b>	<b>Anästhesieverfahren bei der Sinusbodenaugmentation. Moderate Sedierung mit Midazolam</b> C. TOMMASINO
145	<b>09</b>	<b>Klinische Indikationen von Transplantatmaterialien</b> S. S. WALLACE
169	<b>10</b>	<b>Histologische und klinische Ergebnisse der Sinusbodenaugmentation mit Knochenersatzmaterialien</b> P. VALENTINI
181	<b>11</b>	<b>Bioglas in der Oralchirurgie</b> G. CORDIOLI, Z. MAJZOUB



193	<b>12</b>	<b>Operative Verfahren: Laterales Fenster</b> T. TESTORI, S. S. WALLACE
219	<b>13</b>	<b>Alternativen zur Sinusbodenaugmentation</b> T. TESTORI, F. GALLI, L. FUMAGALLI, A. PARENTI, S. S. WALLACE
231	<b>14</b>	<b>Piezelektrische Chirurgie. Verfahren zur Sinusbodenaugmentation</b> T. VERCELLOTTI
241	<b>15</b>	<b>Krestale Verfahren zur Sinusbodenaugmentation</b> G. CORDIOLI, Z. MAJZOUB
263	<b>16</b>	<b>Techniken zur intraoralen Knochenentnahme</b> M. CAPELLI, T. TESTORI
277	<b>17</b>	<b>Techniken zur extraoralen Knochenentnahme: Beckenkamm, Schädelkalotte, Fibula und Tibia</b> A. BAJ, A. B. GIANNÌ, R. MONTEVERDI, T. TESTORI
299	<b>18</b>	<b>Einsatz von Platelet-rich Plasma bei der Sinusbodenaugmentation. Biologische Grundlagen und klinische Studien</b> M. DEL FABBRO, F. ZUFFETTI
315	<b>19</b>	<b>Komplikationen: Diagnostik und Management</b> T. TESTORI, S. S. WALLACE, R. MONTEVERDI, A. BAJ, A. B. GIANNÌ
329	<b>20</b>	<b>Systematische Literaturübersicht zur Sinusbodenaugmentation im Rahmen der Implantattherapie</b> M. DEL FABBRO, L. FRANCIOTTI, S. TASCHIERI, T. TESTORI
347	<b>21</b>	<b>Zukünftige Entwicklung der Sinusbodenaugmentation</b> S. S. WALLACE, M. DEL FABBRO, T. TESTORI
353	<b>22</b>	<b>Moderne bildgebende Verfahren bei der Kieferhöhlenchirurgie</b> F. PERONA, G. CASTELLAZZI
363	<b>23</b>	<b>Anhang: Datenerhebung und Dokumentation, Patienten-Monitoring, Veröffentlichung</b> M. DEL FABBRO, F. BIANCHI, F. GALLI, T. TESTORI
375		<b>Sachregister</b>



## Geleitwort

In den letzten Jahren sind neue Aspekte der Implantologie in den Fokus gerückt. Die 1980er-Jahre waren das Jahrzehnt der Osseointegration, die 1990er-Jahre die Zeit der gesteuerten Knochenregeneration, und in der jetzigen Dekade liegt der Fokus auf den ästhetischen Verfahren, der Belastbarkeit und der Vereinfachung der operativen Techniken. Diese Aspekte überschneiden sich häufig, und oft werden erst im nachfolgenden Dezenium die entscheidenden Probleme gelöst und neue Protokolle entwickelt.

Seit ihrer Erstbeschreibung im Jahr 1980 durch Philip Boyne spielen die Verfahren zur Sinusbodenaugmentation eine wichtige Rolle in der klinischen Forschung. Nach 25-jähriger Forschung durch Kliniker und Wissenschaftler sind inzwischen mehr als 1.000 wissenschaftliche Artikel veröffentlicht, die sich ausschließlich mit der Sinusbodenaugmentation beschäftigen.

Die Idee für dieses Buch entstand auf der Konsensuskonferenz zum Sinus maxillaris der Italienischen Gesellschaft für Oralchirurgie, die im November 2001 in Montecatini stattfand. Die Autoren arbeiteten bei der Umsetzung des Grundgedankens der Konferenz eng zusammen, sodass ein zeitgemäßer Text entstanden ist, der die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und die innovativsten klinischen Protokolle mit den möglichen Alternativen zu den Verfahren der Sinusbodenaugmentation vereint. In diesem Buch sollen die verschiedenen Ansätze zur Sinusbodenaugmentation, wie sie auf der Konsensuskonferenz in Montecatini vorgestellt wurden, dargestellt werden. Gleichzeitig erfolgt eine gründliche evidenzbasierte Bewertung aller Protokolle.

“Sinusbodenaugmentation. Chirurgische Techniken und alternative Konzepte” berichtet über die klinischen Erfahrungen und die Forschungsbemühungen einer Gruppe renommierter Ärzte und Wissenschaftler, welche die Sinusbodenelevation unter allen denkbaren Aspekten betrachten. Dank der Vielzahl multidisziplinärer Beiträge werden die Operationsverfahren mit wissenschaftlichem Basiswissen untermauert und aus Sicht mehrerer Fachgebiete dargestellt. Kein Aspekt der Kieferhöhlenchirurgie wurde ausgelassen: Endoskopie, Radiologie, Anästhesie und moderate Sedierung werden ebenso besprochen wie die Operationsprotokolle.



Für jedes Transplantatmaterial werden die wissenschaftlichen Grundlagen, die spezifischen klinischen Indikationen und nicht zuletzt die histologischen Eigenschaften gezeigt.

Besprochen werden sowohl die konventionellen als auch neue Techniken zur Kieferhöhlenchirurgie einschließlich der klinischen Kriterien, auf denen sie basieren. Besonders innovativ sind die Kapitel zu den Behandlungsalternativen, zur piezoelektrischen Chirurgie und zur Anwendung von PRP bei der Kieferhöhlenchirurgie. Ebenfalls sehr interessant ist das Kapitel über die Sofort- und Spät komplikationen sowie die systematische Literaturübersicht.

Das Buch beginnt mit einer Schilderung der Anatomie, der HNO-ärztlichen Aspekte und der Knochenheilung und beschäftigt sich anschließend mit Diagnostik, Operationen und Patientenüberwachung. So können sowohl erfahrene Kliniker als auch Studenten auf einem ebenen Lehrpfad in die Welt der modernen Implantologie eintreten.

Auf diese Weise gelingt es dem vorliegenden Werk, die Ziele eines studentischen Lehrbuchs mit denen eines effizienten Werkzeugs zur Ausbildung klinischer Spezialisten zu kombinieren.

Abschließend gilt mein Dank den Autoren, die keine Mühen gescheut haben, um das Erscheinen dieses Buches möglich zu machen, dass dazu beitragen wird, die Gesundheit unserer Patienten zu verbessern – ein Ziel, dem jeder Arzt verpflichtet ist.

**Dennis Tarnow**

CHAIRMAN OF DEPARTMENT OF PERIODONTICS  
AND IMPLANT DENTISTRY  
NEW YORK UNIVERSITY



## Vorwort

Aus verschiedenen Gründen ist das Verfassen eines wissenschaftlichen Buches für die Autoren immer eine aufregende, unvergessliche Reise.

Dies hängt zunächst mit dem Werkzeug zusammen, mit dessen Hilfe sie ihre Gedanken enthüllen: das gedruckte Wort. Im Zeitalter des Internets scheint es veraltet zu sein, auf diese Weise zu veröffentlichen.

Sich des Buchdrucks, einer der größten Erfindung aller Zeiten, zu bedienen, um wissenschaftliche Erkenntnis zu verbreiten, stellt jedoch in Wahrheit eines der schönsten Abenteuer dar, dem Menschen begegnen können.

Der zweite Grund ist ein grundlegender Bestandteil des Dozentenberufes, den auch wir Autoren ausüben: den Gegenstand unserer wissenschaftlichen Beschäftigung zu verbreiten, ist ein entscheidender Aspekt dieses Berufes.

Der letzte Grund ist die Möglichkeit, die wissenschaftliche Gemeinschaft mit diesem Buch zu weiteren Diskussionen und Verbesserungen anzuregen.

Wir hoffen, dass uns die Leser auf unserer Reise begleiten werden und unseren Glauben an den wissenschaftlichen Fortschritt teilen.

**Roberto L. Weinstein**

**Stephen S. Wallace**

**Massimo Del Fabbro**

**Tiziano Testori**



**T. TESTORI  
S. S. WALLACE**

# Operative Verfahren: Laterales Fenster

# 12

# 12

## ANÄSTHESIE

Voraussetzung für das intraoperative Wohlbefinden des Patienten und die Kontrolle des Operationsgebiets durch den Chirurgen ist eine ausreichende Anästhesie. Für maximale Wirksamkeit und Dauer wird die subperiostale Anästhesie durch langsame Infiltration mit einer konstanten Geschwindigkeit von 1 ml/min empfohlen.

Zur Erleichterung des operativen Zugangs empfehlen die Autoren zudem auf jeden Fall die Infiltration der Lippenkommissur, womit die Abwehrreaktionen der Patienten verhindert werden, die oft die Wangen anspannen und so den Zugang zum Operationsgebiet erschweren. Das Standardvorgehen umfasst eine vestibuläre und eine palatinale Plexusanästhesie. Das am besten geeignete Lokalanästhetikum ist Articainhydrochlorid 4 % (400 µg/l) mit Adrenalinzusatz (1 : 100.000). Durch seine starke Proteinbindung setzt die Anästhesie bei Articain schneller ein und hält länger an als bei anderen Lokalanästhetika.

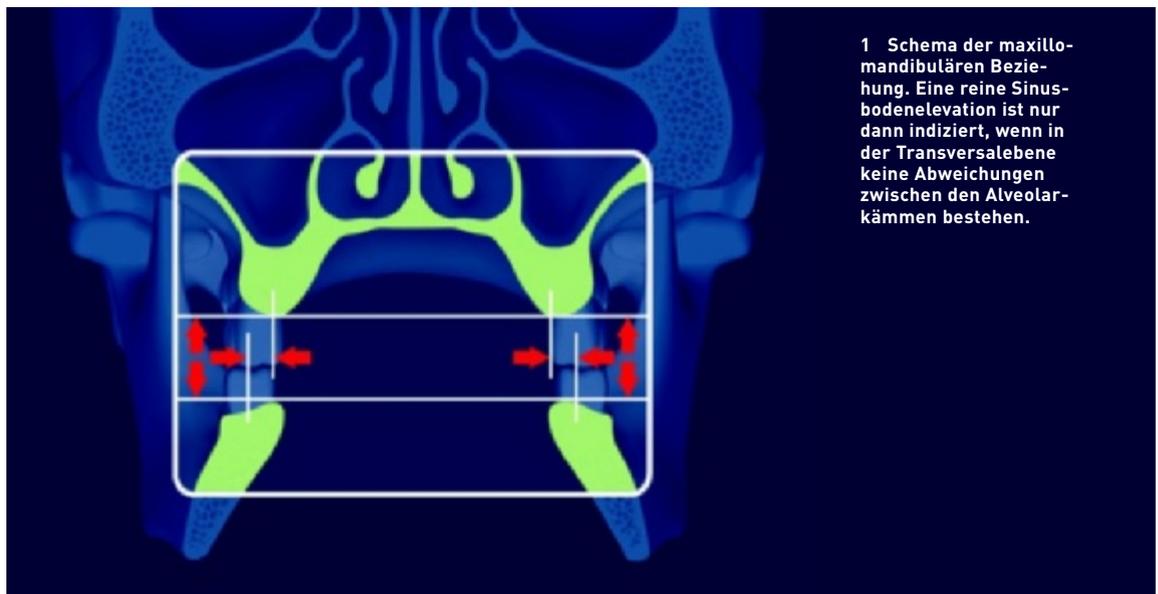
## LAPPENDESIGN

Vor der Präparation des Zugangslappens müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- mesial-distale Lage des Sinus
- Lage des Sinusbodens
- ideale Position der Anrostomie
- Position und Menge der keratinisierten Gingiva
- vorhandene/fehlende Zähne.

Die Inzisionslänge muss unter Berücksichtigung etwaiger Knochenregenerationsverfahren, die während der Operation erforderlich werden, erfolgen. Denn es ist zu bedenken, dass sich die transversale Beziehung zwischen Ober- und Unterkiefer durch eine reine Sinusbodenelevation nicht verändern lässt **ABB. 1**.

Die Inzision erfolgt bis auf den Knochen, sie kann krestal oder nach palatinal versetzt geführt werden. Letzteres wird empfohlen, wenn sich am Kieferkamm ein Muskelansatz befindet, nicht ausreichend keratinisierte Gingiva vorhanden ist oder der Abstand zwischen Kieferkammmitte und Muko-Gingival-Grenze weniger als 2–3 mm beträgt. Das Vorhandensein von keratinisiertem Gewebe auf beiden Seiten der Inzision hilft später bei der Naht. Die Inzision darf selbstverständlich nur so weit palatinal erfolgen, dass die Gefäß-



**1** Schema der maxillo-mandibulären Beziehung. Eine reine Sinusbodenelevation ist nur dann indiziert, wenn in der Transversalebene keine Abweichungen zwischen den Alveolarbögen bestehen.

versorgung im palatinalen Abschnitt des Lappens nicht gefährdet ist und Nekrosen vermieden werden.

Reicht der Sinus bis zum ersten Prämolars, sollte ein Hockeyschläger-Schnitt mesial des Eckzahns mit einem Startpunkt am Übergang zwischen der approximalen und der vestibulären Fläche des Zahns (line angle) abgeschrägt in der befestigten Gingiva geführt werden.

Liegt der Sinus im Bereich des ersten/zweiten Prämolars, beginnt die Inzision distal des Eckzahns.

Abhängig von der klinischen Situation erfolgt die Inzision sulkulär oder submarginal. Die sulkuläre Schnittführung wird empfohlen, wenn natürliche Zähne ohne parodontale Veränderungen vorhanden sind und der Einschnitt mit einer mikrochirurgischen Naht verschlossen wird **ABB. 2**. Bei Pfeilerzähnen hingegen ist eine Inzision apikal der sondierten Taschentiefe vorzuziehen, insbesondere bei dünnem parodontalem Biotyp.

Soll Knochen vom Tuber maxillae entnommen werden, kann die krestale Inzision bis zu ihm ausgedehnt werden, sodass gleichzeitig auch die Spenderstelle zugänglich ist **ABB. 3**.

Die vertikale Entlastungsinzision muss parallel zur Gefäßversorgung erfolgen und hängt von der anterior-posterioren Ausdehnung des Sinus sowie der Lage der geplanten Antrostomie ab.

## LAPPENELEVATION

Der Lappen ist komplett als Vollappen zu präparieren, und das Elevatorium muss unter beständigem Knochenkontakt geführt werden, damit das Periost nicht perforiert wird.

Bei korrekter Schnittführung und Elevation des Lappens ist eine ausgezeichnete Blutstillung möglich, die jedoch von mehreren Faktoren abhängt **TAB. 1**.

Sobald die laterale Wand freigelegt wurde, kann der kortikale Knochen über dem Fenster (mit mehreren Gefäßkanälen) leicht von dem stärker vaskularisierten (spongiösen) Knochen anterior und krestal des Sinus abgegrenzt werden. Manchmal ist die A. alveolaris posterior superior in ihrem Verlauf von posterior nach anterior durch die laterale Wand zu erkennen **ABB. 4**.

Bei starker Blutung sollte für 5 Minuten eine Mullkomresse auf den Bereich des Fornix vestibuli gedrückt werden.

Wird präoperativ in der Computertomographie (CT) vestibulär zu wenig Knochen oder eine Kommunikation mit dem Sinus nachgewiesen, muss die Lappenelevation sehr vorsichtig erfolgen und der Lappen sorgfältig von der Sinusmembran abgelöst werden **ABB. 5A-C**.



- Ausführliche klinische Anamnese erheben; nach Medikamenten fragen, welche die Gerinnung stören
- Reduktion von Herzfrequenz und Blutdruck durch Sedierung
- Operation von nicht entzündetem Gewebe
- Korrekte Anästhesie anwenden
- Korrekte Lappenform und -elevation, Erhalt des Periosts
- Operationsdauer von maximal 1,5 Stunden

TAB. 1

**Voraussetzungen für eine optimale Blutstillung im Operationsgebiet**

## ANTROSTOMIE

Die Position der Antrostomie hängt von der Größe und Lage des Sinus maxillaris ab.

Die Antrostomie lässt sich einfach mit einem geraden chirurgischen Hochgeschwindigkeitshandstück (50.000 rpm) und einem Hartmetallbohrer (Durchmesser ISO 2,3) durchführen unter reichlicher Kühlung mit steriler Kochsalzlösung. Sobald die Membran als blauer Schatten zu erkennen ist, sollte auf eine Diamantfräse gewechselt werden (ISO 2,3), da diese die Sinusmembran bei versehentlichem Kontakt nicht so schnell perforiert. Ist die kortikale Wand dünn und die Membran schon zu erkennen, nachdem der Lappen angehoben wurde (blauer Schatten), sollte sofort auf eine weniger aggressive Diamantfräse umgestiegen werden.

Es wurde gezeigt, dass die Inzidenz versehentlicher Membranperforationen bei Verwendung piezoelektrischer Verfahren zur Antrostomie und initialen Membranelevation im Durchschnitt bei 7 % oder weniger liegt – gegenüber 25 % bei Verwendung rotierende Instrumente (Vercellotti et al. 2001; Wallace et al. 2007; Blus et al. 2008) **FIG. 6A-B**.

Ist die laterale Wand nicht dicker als 2 mm, kann der kortikale Knochen mit einem piezoelektrischen Osteoplastie-Aufsatz oder einem manuellen Knochensammler (Safe-scraper®, META, Reggio Emilia, Italien) abgetragen werden, mit dem sich die Knochendicke reduzieren lässt und Knochenchips, die später als autologes Transplantatmaterial dienen können, gesammelt werden.

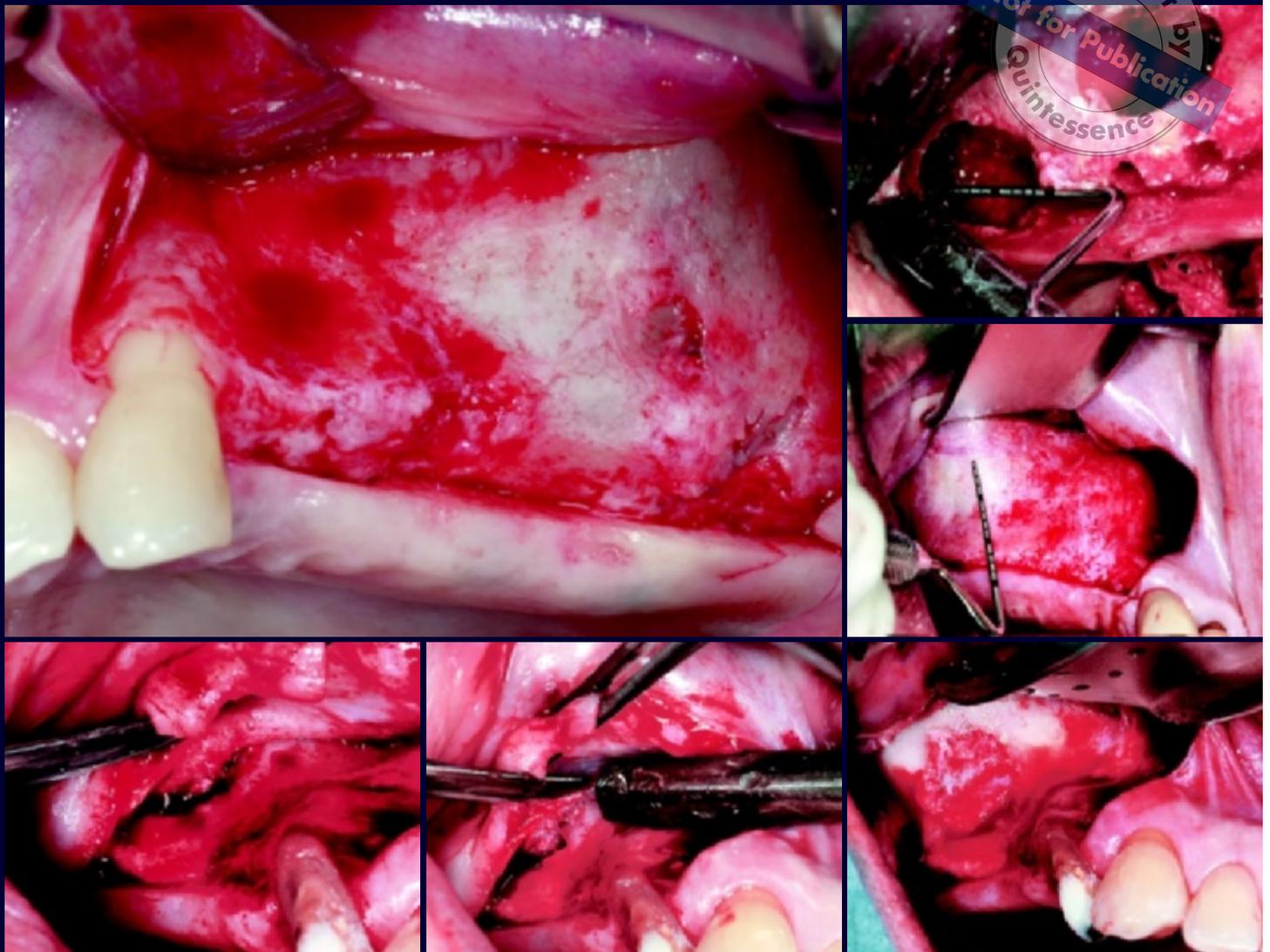
Normalerweise ist eine Antrostomie oval und hat keine scharfen Kanten, die bei der Elevation die Schneider-Membran perforieren könnten. Die Form kann allerdings in Abhängigkeit von etwaigen Septen variieren und sogar nierenförmig sein, um Underwood-Septen auszuweichen **ABB. 7A-B**. Eine weitere Möglichkeit ist eine Antrostomie mit zwei getrennten Osteotomien, um Zugang zu beiden Seiten des Sep-

tums zu bekommen. Mitunter lässt sich das Septum an der Basis abtrennen und entfernen oder mit der Membran anheben. Die Größe der Antrostomie hängt von der vertikal erforderlichen Elevation und der Anzahl der Implantate ab, die platziert werden sollen. Normalerweise ist eine Antrostomie mit einem mesial-distalen Durchmesser von 20 mm und einem apikal-koronalen Durchmesser von 15 mm für einen guten operativen Zugang ausreichend. Sehr erfahrene Chirurgen, die auch bei schlechtem Zugang in der Lage sind, eine Membranelevation erfolgreich durchzuführen, können das Zugangsfenster kleiner und konservativer gestalten. Dadurch ist eine bessere Blutversorgung aus der lateralen Wand gewährleistet und die Transplantatreifung wird unter Umständen verbessert.

Das Verfahren kann abhängig von Position und Verlauf der Gefäßanastomose in der knöchernen lateralen Wand abgewandelt werden.

Die Vaskularisierung des Transplantatmaterials bei der Sinusbodenelevation erfolgt auf folgenden drei Wegen (Solar et al. 1999):

- Extraossäre Anastomose (EA) zwischen dem Endast der A. alveolaris posterior superior und einem extraossären Endast der A. infraorbitalis, die beide aus der A. maxillaris stammen. Sie verläuft in einem Abstand von 23–26 mm über dem Kieferkamm. In 44 % der Fälle wurde eine extraossäre vestibuläre Gefäßanastomose beschrieben. Die Gefäße können im Zuge der Lappenpräparation und der Periost-Entlastungsinzisionen bluten.
- Intraossäre Anastomose (IA) oder alveolo-antrale Arterie über den zweiten Ast der A. alveolaris posterior superior (Zahnast) mit der A. infraorbitalis. Sie verläuft in einem Abstand von 18,9–19,6 mm zum Kieferkamm.
- Äste dieser drei Gefäße (Aa. alveolaris posterior superior und infraorbitalis sowie intraossäre Anastomose) in der Sinusmembran.



2		3
		4
5 A	5 B	5 C

2 Sind die Nachbarzähne parodontal gesund, kann die horizontale Inzision intra- kulär um die natürlichen Zähne herumgeführt werden und krestal oder abge- schrägt palatinal erfolgen.

3 Bei Knochengewinnung aus dem Tuber maxillae kann die horizontale Inzi- sion distal verlängert wer- den, bis die Entnahmestelle freiliegt.

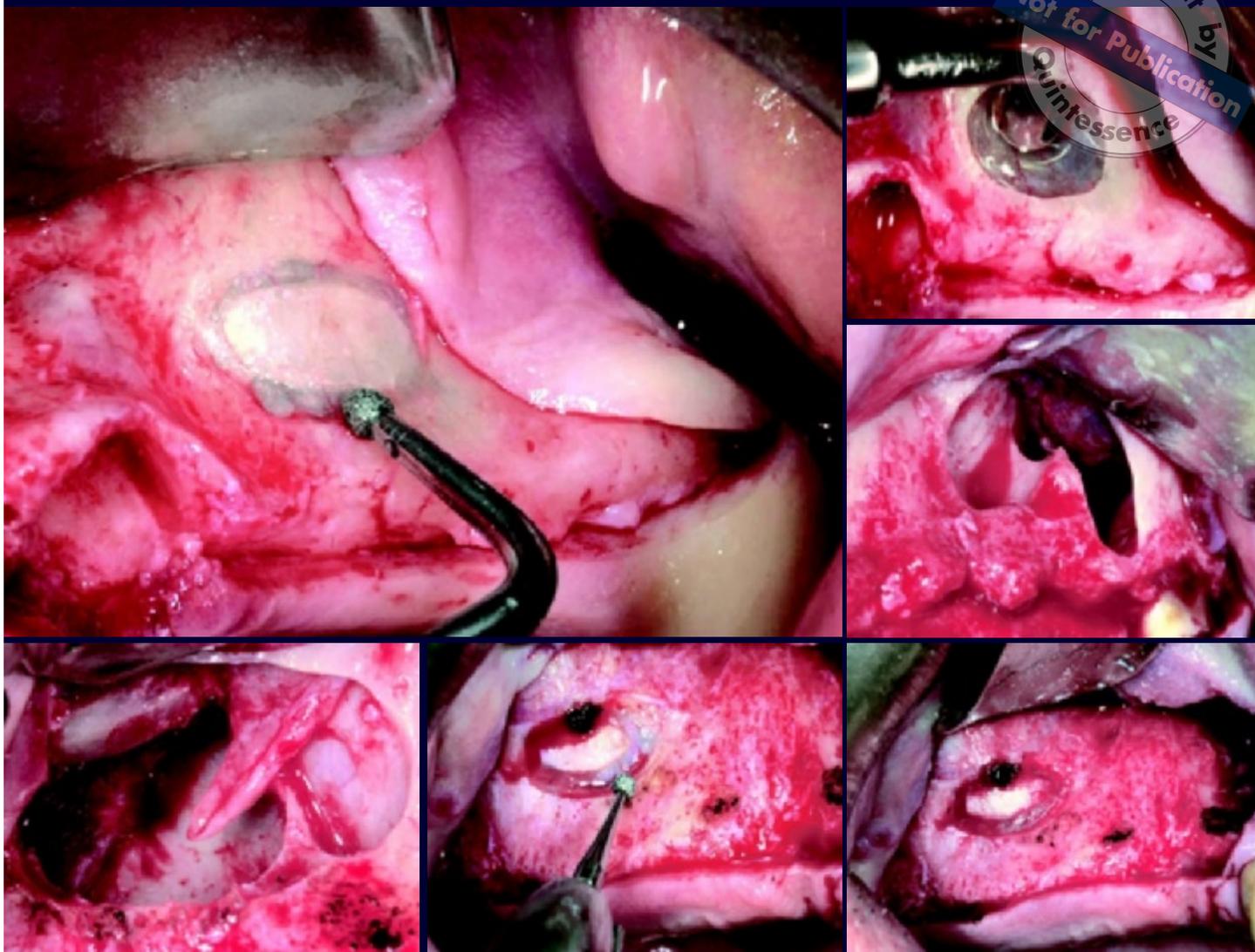
4 Bei der Lappenelevation kann die intraossäre Anas- tomosis freigelegt werden.

5 A Die initiale Elevation zeigt eine Koaleszenz zwischen Periost und perios- talem Anteil der Schneider- Membran. Die Gewebe- schichten werden vorsichtig mit stumpfen Instrumenten getrennt, um eine Perfora- tion der Sinusmukosa zu vermeiden.

5 B Spätere Stadien der Lappenelevation.

5 C Der Lappen wurde voll- ständig und ohne Perforation von der Sinusmukosa abge- trennt.

Copyright by Quintessence  
Not for Publication



6 A		6 B
		7 A
7 B	8 A	8 B

**6 A** Präparation der Antrostomie mit piezoelektrischen Aufsätzen.

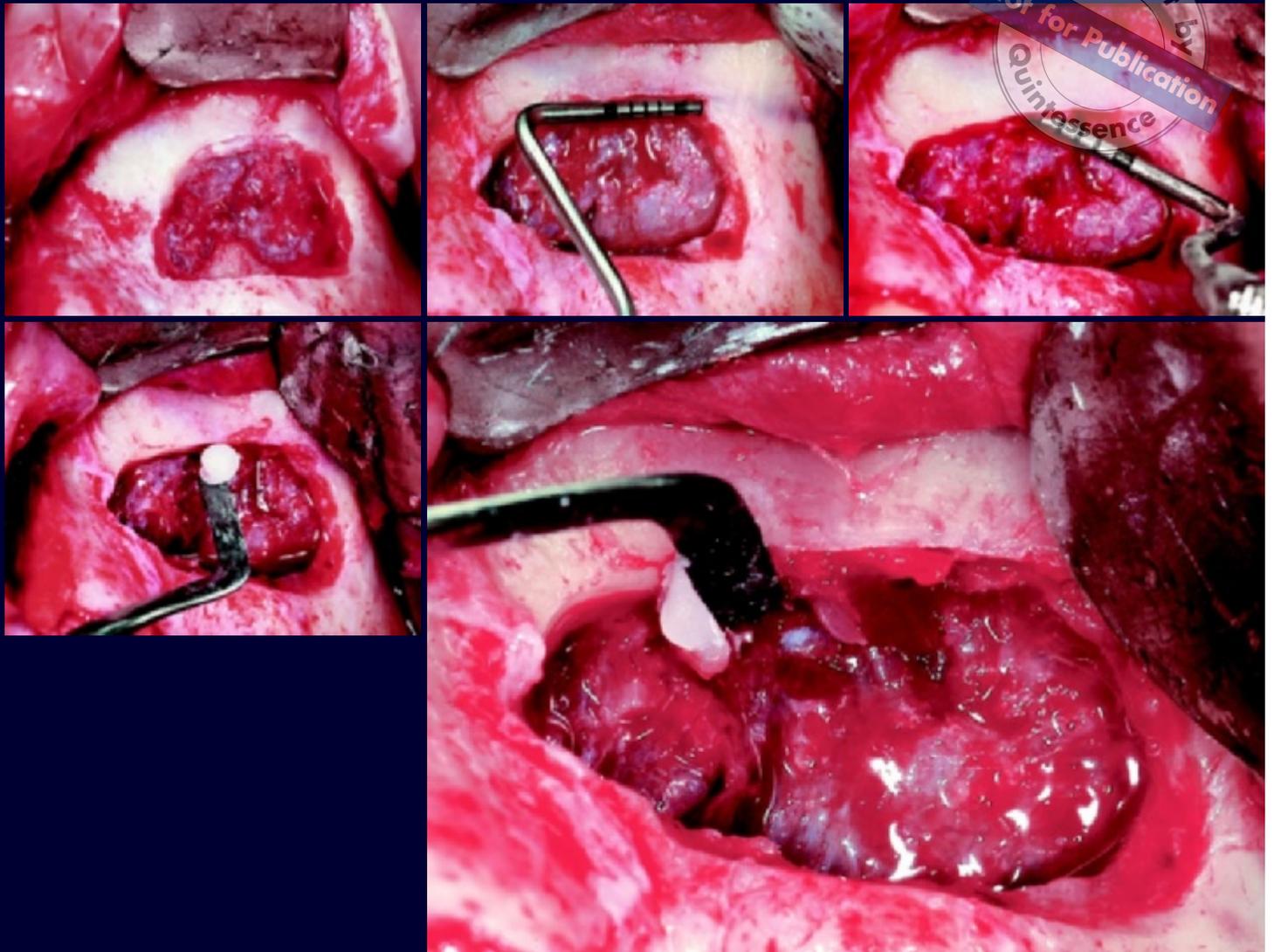
**6 B** Anfangsphase der Sinusbodenelevation mit piezoelektrischen Instrumenten.

**7 A** Bei großen Sinussepten kann die Form der Antrostomie angepasst werden.

**7 B** Vollständig isoliertes Knochenseptum.

**8 A–B** Präparation der Antrostomie mit rotierenden Instrumenten. Bei Durchtrennung der Arterie lässt sich die Blutung mittels Elektrokauter stillen, wobei darauf zu achten ist, dass die Sinusmembran nicht verletzt wird.

Copyright by  
Not for Publication  
Quintessence



9 A	9 B	9 C
9 D	9 E	

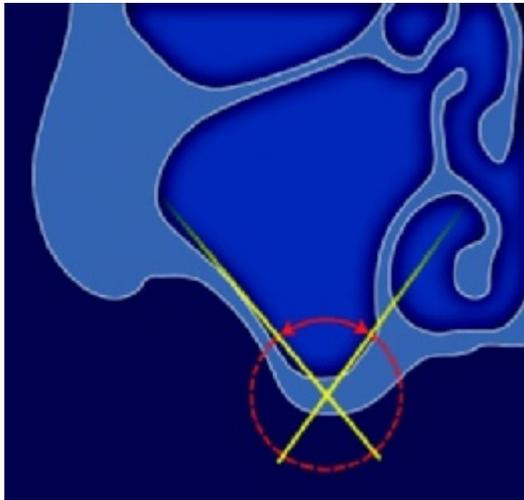
9 A Entlang des oberen Rands der Antrostomie ist die intraossäre arterielle Anastomose zu erkennen.

9 B Der Gefäßdurchmesser wird zu Lehrzwecken mit einem Parodontometer vermessen. Hier beträgt er 0,75 mm.

9 C Sondierung des mesialen Gefäßstamms.

9 D-E Ein Riss der intraossären Anasomose führt unbehandelt zu einer starken Blutung oder einem Hämatom, sobald die vasokonstriktorische Wirkung der Anästhesie abklingt. Wurde das Gefäß angeschnitten, sollte es mit Knochenwachs oder durch Kauterisierung wieder verschlossen werden.

**10 Winkel zwischen lateraler und medialer Sinuswand: Bei spitzem Winkel ist eine Perforation häufiger.**



Der mittlere Anteil der Schneider-Membran wird von der A. sphenopalatina, dem Endast der A. maxillaris, versorgt.

Um die Arterie, die normalerweise von anterior nach posterior verläuft, nicht zu beschädigen, kann die Antrostomie koronalwärts verlagert werden. Muss die Antrostomie über dem Gefäß erfolgen, kann das Gefäß durch piezoelektrisches Vorgehen geschont werden.

Intraossär hat das Gefäß meist einen Durchmesser von 0,5–1 mm, der sich mittels Parodontometer abschätzen lässt.

Bei einer Verletzung der Arterie während der Operation ist oft die Elektrokoagulation der beiden Gefäßstämme mit speziellen bipolaren Elektroden erforderlich, um Blutungen und die Bildung eines Hämatoms zu verhindern **ABB. 8A-B**. Alternativ kann auf jedes Ende

TAB. 2

### Lage der Antrostomie

Apikaler Rand: erforderliche Transplantathöhe, Lage der A. alveolaris posterior superior
Koronaler Rand: 3 mm über dem Sinusboden
Mesialer Rand: möglichst dicht an der anterioren Wand
Distaler Rand: abhängig von der geplanten Anzahl der Implantate

Zu Beginn des Lernprozesses sollte die Ausdehnung der Antrostomie 20 mm mesial-distal und 15 mm kranial-kaudal sein. Später kann eine konservativere Antrostomie mit einem Durchmesser von etwa 15 mm mesial-distal und 10 mm kranial-kaudal für drei Implantate präpariert werden.

TAB. 3

### Zusammenhang zwischen Perforationshäufigkeit und Anatomie des Sinus maxillaris

Winkel zwischen lateraler und medialer Wand	Perforationshäufigkeit
Weniger als 30°	62,5 %
Winkel zwischen 30° und 60°	28,6 %
Winkel größer als 60°	0 %

TAB. 4

### Antrostomieformen

Antrostomie mit Reflexion	
Indikationen	in Fällen mit gutem operativem Zugang und einer Dicke der kortikalen Wand, die eine Reflexion zulässt (< 2 mm)
Vollständige Antrostomie	
Indikationen	bei schwierigerem operativem Zugang und/oder dicker vestibulärer Wand (> 2 mm)
	Septen im Sinus
	Sinus im Bereich des Recessus mit geringer vestibulär-palatinaler Tiefe

Bone Wax (Johnson & Johnson, New Brunswick, NJ, USA) aufgetragen werden **ABB. 9A-E**. Sobald die vasokonstriktive Wirkung des Lokalanästhetikums abgeklungen ist, kann eine beschädigte Anastomose, die nicht entsprechend versorgt wurde, postoperativ bluten.

Der distale Rand der Antrostomie wird gemäß der Anzahl der geplanten Implantate ausgerichtet. Der koronale Anteil der Antrostomie liegt am besten 3–4 mm über dem Sinusboden. Der mesiale Anteil der Antrostomie sollte möglichst weit vorn, 3–4 mm von der schräg abfallenden anterioren Wand verlaufen, da der anteriore Recessus meist eng ist und es hier intraoperativ oft zu Schwierigkeiten bei der Membranelevation kommt **TAB. 3**.

Eine Studie der New York University (NYU) zeigte einen Zusammenhang zwischen der Perforationshäufigkeit und der Sinusanatomie: Die Perforationsrate war im engen, vorderen Anteil des Sinus weitaus höher war als im breiteren hinteren Abschnitt (Cho et al. 2001). Im senkrechten CT lässt sich der Winkel zwischen der alveolar-vestibulären und der palatinalen Wand berechnen. Beträgt er weniger als 30°, ist die Wahrscheinlichkeit für eine Perforation stark erhöht **ABB. 10, TAB. 2**.

Ein weiterer anatomischer Faktor, der die Perforationshäufigkeit beeinflusst, ist das Vorhandensein von Septen, die normalerweise bei 31–48 % der Fälle vorliegen (Ulm et al. 1995; Velásquez-Plata et al. 2002; Kim et al. 2006; Shibli et al. 2007; Zijdeveld et al. 2008).

Eine Computertomographie-Studie zeigte, dass Septen meistens an der lateralen Wand niedriger sind und in der Nähe der medialen Wand höher werden (Velazquez-Plata et al. 2002).

Außerdem besteht ein Zusammenhang zwischen der Membrandicke und der Perforationshäufigkeit. Einer NYU-Studie (Cho et al. 2002) an 65 Computertomographien, bei der die Membranen in dünne (< 1,5 mm) und dicke (> 1,5 mm) gruppiert wurden, ergab, dass die Perforationsrate für dünne Mem-

branen bei 31 % und für dicke Membranen bei 16,6 % lag.

Nach Abschluss der Osteotomie wird die Beweglichkeit der Antrostomie überprüft, indem leicht gegen die Ränder gedrückt wird. Etwaige entlang des Umfangs der Antrostomie verbliebene Knochenbrücken müssen entfernt werden, um das Fenster zu lösen. Scharfe Kanten sind zu beseitigen, um eine Membranperforation während der Elevation zu verhindern.

Grundsätzlich gibt es zwei Formen der Antrostomie. Eine Antrostomie mit Reflexion belässt die Kortikalis intakt und mit der Schneider-Membran verbunden; sie wird in die Kieferhöhle geklappt und bildet den neuen Sinusboden. Für einen besseren Zugang und bessere Sicht ist es einfacher, die vestibuläre Knochenwand teilweise oder vollständig abzutragen, was als vollständige Antrostomie bezeichnet wird. Dieses Vorgehen wirkt sich nicht nachteilig auf das klinische Behandlungsergebnis aus (Smiler 1997) **TAB. 4**.

## SINUSMEMBRANELEVATION

Bei der Elevation der Membran müssen die Elevatorien unbedingt zu jedem Zeitpunkt direkten Knochenkontakt haben.

Auch Sinusmembranen mit einer Dicke von weniger als 3–4 mm können angehoben werden und stellen keine Kontraindikation der Sinusbodenaugmentation dar.

Die Membran wird vorsichtig mit einem manuellen oder piezoelektrischen Elevatorium abgelöst, wobei meist am Sinusboden begonnen und von hier weiter nach anterior und posterior gearbeitet wird. Zum Schluss erreicht die Elevation an der medialen Wand die volle Höhe des geplanten Transplantats **ABB. 11A-F**.

Perforationen sind statistisch in der mesio-superioren Ecke häufiger. Um solche Komplikationen zu vermeiden, sollte die Antrostomie nach mesial ausgeweitet werden, sodass ein direkter Zugang zur anterioren Sinuswand besteht.





# Sachregister

3-D-Bildgebung 82, 84, 85,  
354–361

## A

absorbierbare Kollagenschwämme (ACS) 160, 162  
*siehe auch* resorbierbare Kollagenschwämme

Abszesse 323  
intrakranielle 323  
subperiostale 323

ACS *siehe* absorbierbare Kollagenschwämme

adjuvante Therapien 160

Agger nasi 38–39

aktives Bioglas 182–189

allogene mineralisierte Spongiosa-Transplantate (MCBA) 147, 149, 151

allogene Transplantate 149  
*siehe auch* demineralisierter gefriergetrockneter Knochen; mineralisierte Spongiosatransplantate

Alternativen zu autologem Knochen *siehe* Knochenersatzmaterialien

Alternativen zur Sinusbodenaugmentation 220–228

Aluminiumdioxid 182

Amnesie nach moderater Sedierung 134, 138  
anterograde 136

Anästhesie  
Administration 138–140  
Knochenentnahme 295  
lokale 134, 194, 295  
moderate Sedierung 134–141  
Substanzen 135–136  
Überwachung 135, 140–141  
laterales Fenster 194

Anastomosen 8, 18–19

Anatomie  
Kinn 269  
Ramus mandibulae 264  
Sinus maxillaris 8–20, 24–25  
Tibia 295

Angiogenese 55, 158, 160, 300–301

anorganischer boviner Knochen *siehe* deproteinisierter boviner Knochen

Antibiotikatherapie 320, 322–323

Antrostomie  
enger Sinus maxillaris 12  
Durchtrennung eines Arterienastes 18

Antrostomie  
koronal verlagert 200  
vollständige 202  
Operationsverfahren 196–201  
piezoelektrische Operation 236

apparative Untersuchung 94

Arteria alveolaris posterior superior (AAPS) 18–19, 317

Arteria maxillaris 18

Artma Virtual Implant System 357–358

Aspergillose 323

Atrophie *siehe* Oberkieferatrophie

Aufklärungsformular 373

Auflagerungsplastik *siehe* Onlay-Osteoplastik

Augen, postoperative Komplikationen 322, 323

autologe Chiptransplantate 59–61, 336–337

autologe Knochenentnahme 237–239, 264–275, 278–296

autologe Knochentransplantate  
aus dem Ramus mandibulae 264–269  
aus der Symphysis mandibulae 269–275  
Beckenkamm 278–285  
partikuliert 148, 268  
Effekte von Wachstumsfaktoren 301  
Einflussfaktoren 96  
embryologischer Ursprung 59, 96  
evidenzbasierte Evaluation 148–149  
extraorale Entnahme 278–296  
Fibula 289–293  
gezüchteter Knochen 164  
Implantatüberleben 333–337  
intraorale Entnahme 264–275  
Knochenblöcke 59, 61, 148–149, 268, 336–337  
Knochenchips 59, 61, 336–337  
Komplikationen 321  
Literaturübersicht 333–338  
Mischtransplantate 57, 63, 169, 331–333  
osteogenetische Wirkung 53–61  
piezoelektrische

Entnahmeverfahren 237, 239  
Platelet-rich Plasma, Effekte bei Zugabe von 300–311  
Schädelkalotte 286–289

Entnahmeverfahren 237, 239  
Tibia 293–296  
Transplantat-Überlebensraten 205, 208  
Vergleich mit anderen Transplantatmaterialien 333–337  
Vorteile 96

Autotransplantate *siehe* autologe Knochentransplantate

## B

BAOSFE *siehe* Bone-added Osteotome Sinus Floor Elevation

Barrieremembranen *siehe* kollagenhaltige Barrieremembranen; nicht resorbierbare Barrieremembranen; resorbierbare Barrieremembranen

Basic Multicellular Units (BMUs) 48, 67, 72–73

Beckenkammtransplantate 278–286

Belastungseffekte auf Knochen 70–76

Benzodiazepine 135–136, 138

BIC *siehe* Bone Implant Contact

bikortikale Knochentransplantate 279, 283, 286

bildgebende Verfahren, moderne 354–361

Bildgebung  
3-D 82, 84, 85, 354–361  
Computertomographie 82–87, 89, 96  
Magnetresonanztomographie 87, 89  
Röntgen 94, 253–254  
virtuelle Systeme 357–360

Bildung von Knochen *siehe* Knochenheilung; Osteogenese

bioabsorbierbare Membranen *siehe* resorbierbare Membranen

Bioglas 182–189

BioGlass® 182, 184–187

BioGran® 183–184, 186

Biokeramiken 182–189  
inerte 182

biologische Eigenschaften von natürlichem Knochenmineral 170

Biomechanik von Knochenreparatur/Implantatintegration 67, 69–73

Bio-Oss®  
Implantatüberleben 208, 334–335  
Merkmale 170

## Bio-Oss®

*siehe auch* deproteinisierter boviner Knochen

bispektraler EEG-Index zum Monitoring bei Sedierung 135

## Blutgefäße

Verletzung bei der Anrostomie 199–200

*siehe auch* Angiogenese; Vaskularisierung

Blutplasma *siehe* Plasma Rich in Growth Factors

Blutstillung 195, 281

## Blutung

intraoperative Blutstillung 199, 200, 209

intraorale Knochenentnahme 268  
Operation mit lateralem Fenster 199, 200, 209

piezoelektrische Operation 234

Sinusbodenaugmentation/  
Implantatinsertion 18, 317

starke postoperative 321

Tibiatransplantate 293

Blutversorgung *siehe* Vaskularisierung

BMPs *siehe* Bone Morphogenic Proteins

BMUs *siehe* Basic Multicellular Units

## Bohrer

intraorale Knochenentnahme 267, 273

krestale Sinusbodenaugmentation 242–243, 248, 257

Bone Implant Contact (BIC) 63, 65, 67, 72–73

Bone Morphogenetic Protein-2 (BMP-2) 160, 162, 164, 348

Bone Morphogenetic Proteins (BMPs) 4, 160, 348

Bulla ethmoidalis 39

## C

Caldwell-Luc-Zugang 3, 38, 330

Carbonapatit 184–185

Cavum nasi 26

Computertomographie (CT) 82–89, 354–355

Concha-bullosa-Operation 41

CT-Bildgebung *siehe*

Computertomographie

## D

Datensammlung 364

demineralisierter gefriergetrockneter Knochen (DFDBA) 61, 71, 149, 334–335

DentalVox Software 355, 557

deproteinisierter boviner Knochen 149–150, 153, 160, 170–178  
BMP-2/ACS-Kombination 162, 163  
Implantatüberleben 174, 177, 205–206, 334–336

PDGF-Kombination 158, 160  
PRP-Zugabe 308

Dextroscope-Bildgebung 354–355

DFDBA *siehe* demineralisierter gefriergetrockneter Knochen

diagnostische Bildgebung 82–89, 94

diagnostisches Vorgehen 94

distales Freieende 228

Dokumentation 364

Druck-Zug-Verhältnis 69–70

## E

EBC *siehe* Expected Bone Contact

ECOSFE *siehe* endoskopische kontrollierte Osteotom-Sinusbodenelevation  
eitriges Sinusitis 320

Elektroenzephalogramm (EEG) 135

embryologischer Ursprung autologer Knochentransplantate 59, 96

enchondraler Knochen, Resorption 285

Endoskopie 36–42

CT-Simulation 85

Indikationen 37–41

Verfahren 38–41

Verhalten der Schneider-Membran bei der krestalen Elevation 248–250  
Zugangswege 37

endoskopisch kontrollierte Osteotom-Sinusbodenaugmentation (ECOSFE) 247–248

Endoscopic Sinus Simulator (ESS) 360

enossäre Implantate *siehe* Implantate  
Entwicklung des Sinus maxillaris 8, 24, 27

Entzündung 10, 30, 32, 87

*siehe auch* Sinusitis

Epithel 24–28

ePTFE *siehe* expandiertes Polytetrafluorethylen

Erbblindung 322–323

ESS *siehe* Endoscopic Sinus Simulator  
ethmoidaler Vorhof 26  
evidenzbasierte Zahnmedizin 345  
expandiertes Polytetrafluorethylen (ePTFE, Gore-Tex), Membranen 205  
Expected Bone Contact (EBC) 63  
extraorale Knochentransplantate 148, 278–296

Beckenkamm 148, 278–285

Fibula 286–289

Schädelkalotte 289–293

Tibia 293–296

extreme Atrophie 122

## F

Fehlbildungen, angeborene 38, 85, 278

Fenster *siehe* laterales Fenster

Fibrin 305

Fibronectin 305

Fibulalappen, freier 279, 289–293

Fissurenbohrer 267, 270

Fixierschrauben 268

fixe Oberkieferprothese 223

Fornix vestibuli 97, 99

Fossa nasalis 24

Frakturheilung 46–51

freie Knochenlappen-Transplantate *siehe* Fibulalappen

Frühkomplikationen, postoperative 317–321

Future Site Development, krestale Sinusbodenaugmentation 242–243, 245

## G

Gefäßversorgung *siehe* Vaskularisierung

geneigte Implantate 223

GEM 21S® 148, 160

*siehe auch* Platelet-derived Growth Factor

Genexpression, Beeinflussung 185

Gentherapie 349

Geschichte der Verfahren 2–4

gesteuerte Knochenregeneration (GBR) 243

gezüchteter Knochen 164

gleichzeitige Implantatplatzierung und krestale Sinusbodenaugmentation 232–233, 243–248  
Implantatüberleben 335–338  
Risiken 321



Gore-Tex *siehe* expandiertes  
 Polytetrafluorethylen  
 granulomatöse Erkrankungen 32

## H

HA *siehe* Hydroxylapatit  
 Hämatom 321  
 Hämorrhagie *siehe* Blutung  
 Hämostase 295  
   *siehe auch* Blutstillung  
 Havers-Remodeling 48  
 Heilung  
   kleiner Membranperforationen 249  
   *siehe auch* Knochenheilung  
 Histologische Ergebnisse  
   Effekte von plättchenreichem  
   Plasma 302–303  
   krestale Sinusbodenaugmentation  
   253–254  
   Sinusbodenaugmentation  
   170–174  
 HNO-Faktoren 24–33  
 HNO-Kontraindikationen, potenziell  
   reversible 29, 32–33, 37–38  
   operative Korrektur 32–33, 37–38  
 HNO-Kontraindikationen, irreversible  
   32  
 Hydroxylapatit (HA) 184–185,  
   334–335

## I

IGF-1 *siehe* Insulin-like Growth  
 Factor-1  
 IGI-Software 357  
 Imidazol-Benzodiazepine 136  
 Implant Master Software 355  
 Implantate  
   Alternativen zur Sinusboden-  
   elevation 221–228  
   anterior im Sinus 223  
   anteriore und posteriore  
   Sinusimplantate 223  
   distales Freieinde 228  
   fixe Oberkieferprothese 223  
   gleichzeitige Insertion 63, 65,  
   233, 250, 253, 334–337  
   historische Techniken 2–3  
   Implantatbettpräparation 205  
   Knochenatrophie 12, 14  
   Knochenintegration/  
   Heilungsprozess 63–67  
   krestale Sinusbodenaugmentation  
   250

Implantate  
   längenreduzierte 221  
   systematische Literaturübersicht  
   330–340  
   mechanische Belastbarkeit 71  
   mesial-distal geneigte Implantate  
   223  
   mit glatter Oberfläche 250, 253,  
   330, 335, 338–339  
   mit rauer Oberfläche 250, 253,  
   330, 335, 338–339  
   Oberflächenwirkungen 250, 253,  
   330, 335, 338–339  
   operative Platzierung 204–205  
   Osseointegration 63–67  
   posterior im Sinus 223  
   schraubenförmige 174, 177  
   Überleben 330–342  
   Versagen 250, 252  
   verzögerte Insertion 65, 67, 233,  
   250, 253, 334–337  
   Voraussetzungen der Kiefer-  
   morphologie 92–93  
   Zylinder vs. Schrauben-Typ 174,  
   177  
 Infektion  
   akute des Transplantats 319–321  
   Ätiologie 324  
   der Augen 322–323  
   behinderte Sinusdrainage 29  
   Herstellung von Platelet-rich  
   Plasma 306  
   intrakranielle Abszesse 323  
   Kontraindikationen 30, 32  
   periapikale Pathologie 319  
   postoperative Komplikationen  
   317–323  
   Prävention 323–324  
   Risiken xenogener Transplantate  
   153  
   *siehe auch* Sinusitis  
 Infundibulotomie 38–40  
 Inlay-Osteoplastik 96, 120, 285  
 Innervation des Sinus maxillaris 8, 20  
 Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1)  
   301  
 intraoperative Komplikationen  
   316–317  
 intraorale Knochentransplantate  
   Inzisionen 265–268, 271  
   Entnahmetechniken 264–275  
   piezoelektrisches Entnahme-  
   verfahren 237, 239

Entnahmestellen 147–149  
 Ramus mandibulae 264–269  
 Symphysis mandibulae (Kinn)  
 265–275

## Inzisionen

Knochenentnahme aus dem  
 Beckenkamm 280–281  
 Knochenentnahme aus dem  
 Ramus mandibulae 265–268  
 Knochenentnahme aus der  
 Symphysis mentalis 271  
 intrasulkuläre 265  
 laterales Fenster 194–195

## K

Kauterisierung, intraoperative  
 Blutstillung 199, 200, 209  
 klinische Patientendatenbanken  
 340  
 klinische Studien  
   krestale Sinusbodenaugmentation  
   250, 253  
   histologische Ergebnisse  
   170–176  
   Implantatüberleben 174, 177  
   Metaanalysen 365–366  
   Patientenbezogenheit 348–349  
   plättchenreiches Plasma 300–311  
   randomisierte kontrollierte Studien  
   340, 344, 365  
   Studiendesigns 341  
   Transplantatmaterialien 146–156  
 klinische Untersuchung der Patienten  
 33, 94  
 Knochenbildung *siehe* Osteogenese  
 Knochenblocktransplantate, autologe  
   59, 61, 148–149, 268, 336–337  
 Knochenchips, autologe 59, 61,  
   336–337  
   *siehe auch* partikulierte autologe  
 Knochentransplantate  
 Knochendistraktion *siehe*  
 Osteodistraktion  
 Knochenentnahmeverfahren  
   piezoelektrisch 237, 239  
   extraoral 278–296  
   intraoral 264–275  
 Knochenersatzmaterialien  
   Auswirkungen auf das  
 Implantatüberleben 335–337  
 BMP-2/ACS-Kombination  
 160–166  
 Transplantatergebnisse 170–178



- siehe auch* demineralisierter gefriergetrockneter Knochen; deproteinisierter boviner Knochen; mineralisierte allogene Spongiosatransplantate; natürliches Knochenmineral
- Knochenfenster *siehe* laterale Fenster
- Knochenheilung 46–75  
 direkte (primäre) 46, 48  
 indirekte (sekundäre) 46  
 Kontaktheilung 48  
 Knochentransplantate 51–63, 96  
 plättchenreiches Plasma 301–302  
 periimplantäre 63–67, 73  
 piezoelektrische Operation 239
- Knochenhypertrophie 70, 72
- Knochenreparaturmechanismen 46–53  
 Kompakta 48–49
- Knochenresorption  
 Funktionen des
- Transplantatmaterials 57  
 Auswirkungen von Zahnlosigkeit 12, 14  
 autologe Transplantate 148–149  
 Beckenkammtransplantate 285  
 gezüchteter Knochen 164  
 natürliches Knochenmineral 170  
 Schädeltransplantate 288  
 während der Heilung 48
- Knochentransplantate, autologe *siehe* autologe Knochentransplantate
- Knochenumbau 48, 57, 67, 69, 72–73
- Knochenwachs, intraoperative Blutstillung 199, 283
- Knochenwachstumschamber 49–50
- knöcherne Hypertrophie 70, 72
- kollagenhaltige Barrieremembranen über einer perforierten Schneider-Membran 177, 209–211, 215  
 zum intraoperativen Schutz der Schneider-Membran 204–205  
 zur Deckung des Antrostomieifers 156–158, 205, 212
- Kollagenschwämme 162, 164, 247
- kombinierte Transplantate  
 autologer Knochen/Knochenersatzmaterial 57, 63, 171, 237, 335–337  
 natürliches Knochenmineral mit demineralisiertem gefriergetrocknetem Knochen 174, 177
- Xenogenes Transplantat plus BMP-2/ACS 160–164
- Komplikationen 209–215, 316–327  
 extraorale Entnahmestellen 285–286, 288–289, 291  
 intraoperative 209, 215, 316–317  
 postoperative 29, 36, 215, 317–323  
 Spätkomplikationen 321–23  
 Sinusmukosa 29, 36  
 Zahnextraktion mit simultaner Augmentation 243, 319–320  
*siehe auch* Blutung; Schneider-Membran, Perforation
- Konsensuskonferenz *siehe* Sinus Consensus Conference
- Kontaktheilung von Knochen 48
- kontinuierliche Infusion von Midazolam 139–140
- Kontraindikationen 24–33, 220–221, 316  
 anatomisch-strukturelle 32, 40  
 irreversible HNO-Kontraindikationen 32  
 medizinische 220–221  
 potenziell reversible HNO-Kontraindikationen 32–33, 37–38  
 tumorbedingte 32
- Körperkonturierung 122, 124, 130
- Kortikalisierung 72–73
- Kortikalistransplantate 61, 278–283, 286–288
- Kosten des Einsatzes von Wachstumsfaktoren 349–350
- krestale Inzisionen 267–268, 271
- krestale Sinusbodenaugmentation 233, 242–258
- krestale Verfahren zur Sinusbodenelevation *siehe* krestale Sinusbodenelevation
- künftige Entwicklungen 4–5, 348–350
- kurze Implantate *siehe* längenreduzierte Implantate
- L**
- längenreduzierte Implantate 221–222, 224
- Lappendesign 194–195
- Lappenelevation 195
- Lappennekrose 321
- Laterales Fenster  
 Membranabdeckung 156, 204–205, 212, 302–303, 305–306
- Laterales Fenster  
 Operationsverfahren 156, 158, 192–213  
 piezoelektrische Operationsverfahren 236–237  
 Verlust von Transplantatmaterial 317  
 versu krestaler Zugang 255, 257
- laterobasale Technik, endoskopische Kontrolle 37
- labiale Inzision 271
- Leukozyten, Plasmaprodukte 158
- Literaturübersicht, systematische 330–342, 365–366
- LMSF *siehe* Localized Management of Sinus Floor
- Lokalanästhesie 134, 194, 295
- Localized Management of Sinus Floor (LMSF) 244
- M**
- Magnetresonanztomographie 87, 89, 354
- Malchiodi-Osteotome 244–245
- marginale Inzision 271
- Maxilla-Atrophie *siehe* Oberkieferatrophie
- maxilläre Septen 14, 16–17, 196
- MCBA *siehe* mineralisierte Spongiosatransplantate
- mechanische Knocheneigenschaften  
 Reparatur/Implantatintegration 46, 67, 69–73
- mechanische Verlegung des Ostiums 317
- Mechanostat-Theorie nach Frost 70, 72
- mediale Wand, Anatomie 8, 10
- medizinische Kontraindikationen 220–221
- Membranen *siehe* Kollagenhaltige Barrieremembranen; expandiertes Polytetrafluorethylen; resorbierbare Barrieremembranen; Schneider-Membran
- membranöse Ossifikation 288
- mesial-distal geneigte Implantate 223
- mesio-vestibuläre Wand der Kieferhöhle 8
- Messerklinger-Technik 38–39
- Metaanalyse veröffentlichter Daten 365–366
- Midazolam 136–141  
 intravenöse Gabe 139–140

- mikrovaskuläre Anastomose 97  
mikrovaskuläre Knochenlappen 97  
Mineralgehalt augmentierter Bereiche 170  
Mischtransplantate *siehe* autologe Knochentransplantate  
krestale Inzision 194–195  
modifizierte Trepanbohrer-Osteotomie-Technik, krestale Sinusbodenelevation 244–246  
monokortikale autologe Knochentransplantate 268, 279, 286  
morphologisches Verhalten der Schneider-Membran 249  
MRT *siehe* Magnetresonanztomographie  
Mukosaschwellung, Auswirkungen 26, 29  
mukoziliärer Transport/Drainage 25–26, 28–29, 36
- N**  
Nahttechniken 203, 269  
natürliches Knochenmineral 170–178  
*siehe auch* deproteinisierter boviner Knochen  
Nerven  
Anatomie 8, 20  
Schäden 265, 273, 317  
Nervus infraorbitalis, Verletzung 317  
nicht resorbierbare Barrieremembranen 156  
nicht resorbierbare Biokeramiken 182  
NobelGuide-Software 355, 357
- O**  
Oberkieferatrophie 92–131  
anteriore, Klassifikation/operative Konzepte 102, 107–112, 128  
durch verminderte Gefäßversorgung 18, 20  
durch Zahnverlust 12  
Einschränkungen von Implantaten 14, 92–93  
historische Implantationsverfahren 2–3  
Klassifikation 12, 93–94, 101–122, 232–233  
posteriore, Klassifikation/operative Konzepte 101–107, 128  
präoperative Untersuchungen 232–234  
Ödem, postoperatives 320
- Öffnung des pneumatisierten Agger nasi 39  
Okklusionsbelastung, Auswirkungen 67, 69, 70–73, 76  
OMC *siehe* Ostiomeataler Komplex  
Onlay-Osteoplastik 59, 96, 268, 288  
operative Verfahren  
xenogene Transplantate 156, 158  
historische 2–4  
künftige Entwicklungen 349  
Literaturübersicht Implantatüberleben 339–340  
piezoelektrische 234–239  
zeitlicher Ablauf 130  
Zugang über laterales Fenster 194–215  
operativer Eingriff mit Endoskopie 41  
orale Fistelbildung 319  
Orbitalphlegmone 323  
OSFE *siehe* Osteotome-Sinusbodenelevation  
osseointegrierte Implantate *siehe* Implantate  
Osteodistraktion 97  
Osseogenese  
aktives Bioglas 182, 184, 186  
Transplantatheilung 96  
Zellmigration 53, 57, 59  
Zytokine 51  
*siehe auch* Knochenheilung  
OsteoGraf/N 331–332  
Osteoinduktion  
Biokeramiken 182  
Bone Morphogenetic Proteins (BMPs) 160–162  
Transplantatheilung 59, 63, 96  
Osteokonduktivität  
Biokeramiken 182, 186  
BMP-2-Composit-Transplantate 162  
xenogene Transplantate 150, 153  
Implantate 67  
natürliches Knochenmineral 170  
Transplantatheilung 59, 63, 96  
osteoplastische Verfahren, piezoelektrische Chirurgie 236–237, 239  
Osteotom-Technik  
bei krestaler Sinusbodenaugmentation 242–248  
piezoelektrische Chirurgie 236  
Osteotom-Sinusbodenaugmentation 242–248, 253–255
- Ostien  
Verbindungen mit der Nasenhöhle 8, 9  
zusätzliche, mediale Wand 10, 13  
ostiomeataler Komplex (OMC)  
Bildgebung 9, 87–88  
Erhalt der Durchgängigkeit 36–37  
mechanische Verlegung 317  
Ostium, akzessorisches in der medialen Wand 10, 13  
Overpacking 215
- P**  
palatinal versetzte Inzision 194–195  
paramarginale Inzisionen 267, 271  
partielle Elevation der Schneider-Membran 207  
partielle Infundibulotomie 39  
partikulierte autologe Knochentransplantate 148, 268  
*siehe auch* autologe Knochenchip-Transplantate  
Patienten, ältere  
Anatomie des Sinus maxillaris 10, 12  
Behandlungsalternativen 220  
Knochenvascularisierung 18, 20  
Patientenakten 364  
Patientenbezogenheit klinischer Studien 348–349  
Patienten-kontrollierte Sedierung (PCS) 139–140  
PCS *siehe* Patienten-kontrollierte Sedierung  
PDAF *siehe* Platelet-derived Angiogenic Factor  
PDEGF *siehe* Platelet-derived Epidermal Growth Factor  
PDGF *siehe* Platelet-derived Growth Factor  
Perforation der Schneider-Membran *siehe* Schneider-Membran, Perforation  
periapikale pathologische Veränderungen 319  
periimplantäre Knochenheilung 63–67, 73  
Periimplantitis 177  
PerioGlas® 182, 184  
periphere Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>) 141  
PF-4 *siehe* Platelet Factor-4



piezoelektrische Chirurgie 196, 232–39, 267–268  
 Piezosurgery® 236, 239  
 Plasma Rich in Growth Factors (PRGF) 146, 158–160  
 Plasmaprodukte *siehe* Plasma Rich in Growth Factors; Platelet-rich Plasma  
 Plasmaproteine 305  
 plastische Chirurgie, Fornix vestibuli 97–99  
 Platelet Factor-4 (PF-4) 301  
 Platelet-derived Angiogenic Factor (PDAF) 301  
 Platelet-derived Epidermal Growth Factor (PDEGF) 301  
 Platelet-derived Growth Factor (PDGF) 146, 160, 300  
 Platelet-rich Plasma (PRP) 146, 158, 160, 215, 300–311  
 pneumatisierter Agger nasi 39  
 postoperative Kontrollen 87  
 postoperativer Verlauf, intraorale Knochenentnahmestelle 273  
 postseptale Infektionen der Orbita 323  
 Pouch-Technik, Reparatur der Schneider-Membran 209, 215  
 präoperative Planung 82–89, 357  
 präoperative Untersuchungen 134–135, 137, 230–231, 265, 354–355  
 präseptale Phlegmone 319  
 PRGF *siehe* Plasma Rich in Growth Factors  
 primäre (direkte) Knochenheilung 46, 48  
 prothetische Versorgung, Ziele 232  
 PRP *siehe* plättchenreiches Plasma  
 PSAA *siehe* Arteria alveolaris posterior superior

## R

randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) 340, 344, 365  
 Rauchen, Auswirkungen auf Weichgewebeheilung 320  
 Raumfüllung durch Transplantate 53  
 rekombinanter humaner Platelet-derived Growth Factor (rhPDGF) 160, 349  
 rekombinantes humanes Bone Morphogenetic Protein 159, 160

Repneumatisierung des Sinus maxillaris 149, 153, 162  
 Resektion der Bulla ethmoidalis 39  
 resorbierbare Kollagenschwämme 160, 162, 247  
 resorbierbare Barrieremembranen  
 Abdecken des Antrastomie-Fensters 153–154, 156, 205, 212, 302, 303, 305  
 über perforierter Schneider-Membran 177, 209–212, 215  
 zum intraoperativen Schutz der Schneider-Membran 202, 204, 205  
 resorbierbare Biokeramiken 182, 183  
 Resorption *siehe* Knochenresorption  
 Resorptionszeit, natürliches Knochenmineral 170  
 Restknochen 337, 341  
 revaskularisierte Knochentransplantate 96, 278, 289–293  
 rhPDGF *siehe* recombinant human Platelet-derived Growth Factor  
 Rinderknochen *siehe* deproteinisierter boviner Knochen  
 Risiken  
 xenogene Transplantate 153  
 HNO-Faktoren 29–33  
 Midazolamsedierung 136, 138, 140  
 Osteotomie mit Sinusbodenaugmentation 246  
 Patienten-kontrollierte Sedierung 139–140  
 Perforation der Schneider-Membran 235  
 Untersuchung vor der Anästhesie 134, 137  
 RoboDent-Software 357  
 Röntgen 94, 253–254

## S

Sauerstoffsättigung *siehe* periphere Sauerstoffsättigung  
 Schädelkalotte, Knochentransplantate 286–289  
 schleichende Substitution 96–97  
 Schleimhautretentionszyste 202  
 Schneider-Membran  
 Anatomie 10  
 dünne 201

Schneider-Membran  
 Elevationstechniken 155, 156, 201–202, 206  
 endoskopisch kontrollierte Elevation 36–37  
 falsche Elevation 207  
 morphologisches Vorgehen bei der Osteotomie mit Sinusbodenelevation 249, 250  
 Pathologie 10, 13, 14, 15  
 Perforation 209–212, 215, 235  
 Abdecken mit Kollagenmembranen 177  
 krestale Elevation 248  
 Reduktion bei piezoelektrischer Chirurgie 235–236  
 Reparatur 209–212, 215  
 Risiken und Folgen 235, 316–317  
 Sinusanatomie 201–202  
 Integritätsprüfung 202  
 piezoelektrische Elevation 237  
 Risse 209, 248  
 Separation, piezoelektrische Operationsverfahren 237  
 Störung der Physiologie durch operative Eingriffe 29  
 stabile Lage des Transplantatmaterials 53  
 Vaskularisierung 18  
 Schutzreflexe, moderate Sedierung 134, 140  
 schwere Atrophie  
 veränderte maxillomandibuläre Beziehung 101, 103, 113–121, 128–129  
 normale maxillomandibuläre Beziehung 101, 103, 107, 112, 128–129  
 revaskularisierte Knochentransplantate 289  
 Sedationsskalen 135, 137  
 sedative Wirkung der moderaten Anästhesie 138  
 sedative-hypnotische Wirkstoffe 135  
 Sedierung, moderate 134–41  
 sekundäre (indirekte) Knochenheilung 46  
 Septen, knöcherner 14–17, 196, 356  
 Sicherheit  
 piezoelektrische Chirurgie 232–239  
*siehe* auch Risiken  
 SimPlant-Software 355, 357



Single Stage Sinus Augmentation  
*siehe* einzeitige Implantatplatzierung

sinunasale Beeinträchtigung 32

Sinus maxillaris  
 Belüftung 26  
 Compliance 29, 33  
 Dimensionen 12, 24  
 Drainage 25–26, 28, 29  
 Homöostase 24–31  
 Ventilation 26

Sinusbodenaugmentation mit gleichzeitiger Zahnextraktion 243, 319

Sinusbodenfrakturierung 247, 251

Sinusitis 10, 29, 30, 32, 36, 316–317, 319–325  
 chronische 321–322

Sinus Consensus Conference 5, 147–149, 153, 164, 331–332

Sinuskopie *siehe* Endoskopie

Sinusmembran *siehe* Schneider-Membran

Sinussekrete, Transportsysteme 25–26, 28

Software 355, 357

Spiral-Computertomographie 82–83, 85

SpO<sub>2</sub> *siehe* periphere Sauerstoffsättigung

Spongiosa  
 Reparatur 49  
 Transplantate 279–280, 288

stabile artifizielle Frakturen, Knochenreparatur 49

mechanische Stabilität des Transplantats 46, 55, 61

standardisierte Datenerhebung 364

stomatognathe Funktion 220

Strahlendosis bei Computertomographie 82–83

röntgenopake diagnostische Maske 232

subperiostaler Abszess 323

Summers-Technik 339, 349

**T**

β-TCP *siehe* β-Trikalziumphosphat

TGF-β *siehe* Transforming Growth Factor β

Thrombozyten 158, 160, 300–301, 311  
*siehe auch* Plättchen

Tibiatransplantate 293–296

Tierstudien 170, 301–302

Titan-Fixierschrauben 268

Titan-Plasma-Spray(TPS)-beschichtete Zylinderimplantate 174, 177

Titanoberflächen,  
 Knochenbesiedelung 65

totale Infundibulotomie 38–40

Training  
 3D-Bildgebung 355  
 virtuelle Simulatoren 358

Transforming Growth Factor β (TGF-β) 300–301

Transplantatentnahme  
 Ramus ascendens mandibulae 264–269, 275  
 Symphysis mentalis 269, 271, 273–274

Transplantatinfektion 319–321

Transplantatplatzierung 205, 212

Transplantatverlust 202, 215, 243, 317

Transplantatmaterialien  
 biologische Merkmale 170  
 Effekte im Sinus maxillaris 53–57  
 Evaluation 146–153  
 histologische Ergebnisse 170–174, 175–176  
 Implantatüberleben 172, 175, 203, 206, 329–33, 338  
 Klassifikation 147  
 Resorption 57  
 Verfahren zur Beschleunigung der Knochenbildung 158–164  
 Verlust durch eine perforierte Schneider-Membran 208, 215, 235, 317  
 Verlust durch das Fenster 317  
*siehe auch* autologe Knochentransplantate; Knochenersatzmaterialien; demineralisierter gefriergetrockneter Knochen; deproteinisierter Rinderknochen; mineralisierte allogene Spongiosatransplantate; natürliches Knochenmineral

Transport von Sinussekreten 25–26, 28

Trepanbohrer 243–247

β-Trikalziumphosphat (®-TCP) 309, 334–335

tumorbedingte Kontraindikationen 32

**U**

Überlastung, okklusale 73, 76

Überwachung bei moderater Sedierung 135, 140–141

Ultraschallgerät 235?236  
*siehe auch* piezoelektrische Operation

Underwood-Septen 14–17, 196, 356

## V

Vaskularisierung  
 Knochenreparatur 46  
 Ramus/Corpus mandibulae 264–265  
 Schneider-Membran, Elevations-techniken 156  
 Sinusbodenosteoplastik 18, 196  
 Sinus maxillaris 18–19  
*siehe auch* Angiogenese; Blutgefäße

Transplantatverlust 202, 215, 243, 317

Veröffentlichung von Artikeln 363

vestibulärer Zugang 236

Vimplant Software 355, 357

virtuelle Simulatoren 358, 360

virtuelles Planungssystem 357–358

Vitronectin 305

## W

Wachstumsfaktoren 148, 156, 158, 300–301, 349

Weichgewebeheilung 308–309, 320

Weichgewebeschaden, Reduktion durch piezoelektrische Operation 234

wissenschaftliche Berichte/Veröffentlichungen 363–365

Wolff-Transformationsgesetz 49, 69

Wunddehiszenz 319

## X

xenogene Transplantate 55, 150, 153  
*siehe auch* deproteinisierter boviner Knochen

## Z

Zahnextraktion mit gleichzeitiger Sinusbodenaugmentation 243, 319

zahnlose Patienten  
 Behandlungsalternativen 2–3, 220–228  
 Oberkieferatrophie 12, 14, 93–94

Zellanatomie der Sinusmukosa 24–25

zelluläre Adhäsionsmoleküle 302

Zysten *siehe*  
 Schleimhautretentionszysten