

# ITI

# Treatment Guide

**Herausgeber:**

S. Chen, D. Buser, D. Wismeijer





**Autoren:**  
H. Katsuyama, S. S. Jensen

Band 5

# Sinusbodenaugmentationen

**Deutsche Übersetzung:**  
Mag. Wilfried Preinfalk und  
Per N. Döhler, M.A.,  
Triacom Dental, Barendorf/Lüneburg

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



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



## Ziel des ITI ist ...

„... die Förderung und Verbreitung des Wissens zu allen Aspekten der zahnärztlichen Implantologie und Geweberegeneration durch Weiterbildung und Forschung zum Wohl des Patienten.“



# Herausgeber und Autoren

## **Herausgeber:**

Stephen Chen, M.D.Sc., Ph.D.  
223 Whitehorse Road  
Balwyn, VIC 3123, Australien  
E-Mail: schen@balwynperio.com.au

Daniel Buser, D.D.S., 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, D.D.S., Ph.D.  
Ordinarius und Direktor  
Abteilung für orale Funktionen  
und restaurative Zahnheilkunde  
Direktor der Sektion Orale Implantologie  
und zahnärztliche Prothetik  
Gustav Mahlerlaan 3004  
1081 EA Amsterdam, Niederlande  
E-Mail: d.wismeijer@acta.nl

## **Autoren:**

Hideaki Katsuyama, D.D.S., Ph.D.  
MM Dental Clinic, Center of Implant Dentistry (CID)  
3F, 3-3-1 Nishiku, Minatomirai  
220-0012 Yokohama, Japan  
E-Mail: katsuyamah@aol.com

Simon Storgård Jensen, D.D.S.  
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Copenhagen University Hospital  
Blegdamsvej 9  
2100 København Ø, Dänemark  
E-Mail: simon.storgaard@jensen.mail.dk



# Mitverfasser

Simon Storgård Jensen, D.D.S.  
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Copenhagen University Hospital  
Blegdamsvej 9  
2100 København Ø, Dänemark  
E-Mail: simon.storgaard@jensen.mail.dk

Bjarni Pjetursson  
Professor and Chairman  
Department of Reconstructive Dentistry  
Faculty of Odontology  
University of Iceland  
Vatnsmyrarvegi 16  
101 Reykjavik, Island  
E-Mail: bep@hi.is

Vivianne Chappuis, Dr. med. dent.  
Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie  
Zahnmedizinische Kliniken  
Universität Bern  
Freiburgstrasse 7  
3010 Bern, Schweiz  
E-Mail: vivianne.chappuis@zmk.unibe.ch

Ali Tahmaseb, D.D.S.  
Abteilung für Orale Funktionen  
und restaurative Zahnheilkunde  
Sektion Orale Implantologie und  
zahnärztliche Prothetik  
Akademisches Zentrum für Zahnheilkunde  
Amsterdam (ACTA)  
Gustav Mahlerlaan 3004  
1081 LA Amsterdam, Niederlande  
E-Mail: ali@tahmaseb.eu

Christiaan ten Bruggenkate, D.D.S., Professor  
The VU University Medical Center/ACTA  
De Boelelaan 1118  
1081 HV Amsterdam, Niederlande  
E-Mail: chr.bruggenkate@vumc.nl

Daniel Buser, D.D.S., 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

Robert A. Levine, D.D.S.  
Pennsylvania Center for Dental Implants and  
Periodontics  
One Einstein Center, Suite 211-212  
9880 Bustleton Avenue  
Philadelphia, PA 19115, USA  
E-Mail: rlevine@padentalimplants.com

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

Luca Cordaro M.D., D.D.S., Ph.D.  
Direktor der Abteilung für Parodontologie  
und Prothetik  
Eastman Dental Hospital Roma und  
Studio Associato Cordaro  
00198 Roma, Italien  
E-Mail: lucacordaro@usa.net

Waldemar D. Polido, D.D.S., M.S., Ph.D.  
Oral and Maxillofacial Surgery/Implant Dentistry  
Contento - Odontologia Especializada  
R. Marcelo Gama, 1148  
Porto Alegre - RS - Brasilien  
E-Mail: cirurgia.implantes@polido.com.br

Eduardo Marini, D.D.S., M.S.  
Oral and Maxillofacial Surgery/Implant Dentistry  
R. General Osório, 329/301  
Bento Gonçalves - RS - Brasilien  
E-Mail: emarini@italnet.com.br

Sanja Umanjec-Korac, D.D.S., M.Sc.  
Abteilung für Orale Funktionen und  
restaurative Zahnheilkunde  
Sektion Orale Implantologie und  
zahnärztliche Prothetik  
Akademisches Zentrum für Zahnheilkunde  
Amsterdam (ACTA)  
Gustav Mahlerlaan 3004  
1081 LA Amsterdam, Niederlande  
E-Mail: s.korac@acta.nl

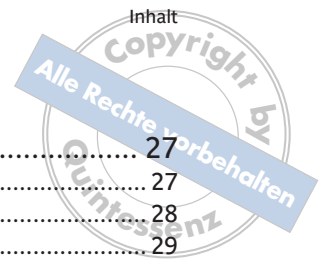
Timothy Head, D.D.S.  
Vendôme Surgical Services  
5122 Sherbrooke St. West, Suite 201  
Montréal, QC, H4A 1T1, Kanada  
E-Mail: thead@maxillovendome.ca

Matteo Chiapasco, M.D., Professor  
Direktor der Abteilung für Oralchirurgie  
Klinik für Zahnheilkunde und Stomatologie  
Krankenhaus San Paolo, Universität Mailand  
Via Beldiletto 1/3  
20142 Milano, Italien  
E-Mail: matteo.chiapasco@unimi.it



# Inhalt

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>  | <b>1</b>  |
|          | <i>H. Katsuyama, S. S. Jensen</i>  |           |
| <b>2</b> | <b>Ergebnisse der 4. ITI-Konsensuskonferenz und Literaturübersicht:<br/>Verfahren zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens.....</b> | <b>3</b>  |
| 2.1      | Konsensuserklärungen .....   | 5         |
| 2.2      | Empfehlungen zum klinischen Vorgehen .....   | 6         |
| 2.3      | Literaturübersicht .....   | 7         |
|          | <i>Simon Storgård Jensen</i>   |           |
| 2.3.1    | Sinusbodenaugmentationen in lateraler Fenstertechnik.....  | 7         |
| 2.3.2    | Sinusbodenaugmentationen in transkrestaler Technik .....   | 9         |
| <b>3</b> | <b>Präoperative Diagnostik und Planung von Eingriffen<br/>zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens.....</b>                         | <b>11</b> |
|          | <i>S. S. Jensen, H. Katsuyama</i>  |           |
| 3.1      | Anatomie.....  | 13        |
| 3.2      | Medizinische Anamnese .....  | 15        |
| 3.2.1    | Allgemeiner Gesundheitszustand.....  | 15        |
| 3.2.2    | Gleichzeitige Medikationen .....   | 15        |
| 3.2.3    | Allergien .....  | 16        |
| 3.2.4    | Nikotin und Alkoholkonsum .....  | 16        |
| 3.2.5    | Aktive Mitarbeit des Patienten .....   | 16        |
| 3.3      | Klinische Erhebungen .....   | 17        |
| 3.3.1    | Indikationen und Kontraindikationen für Sinusbodenaugmentationen .....   | 17        |
| 3.3.2    | Lokale Risikofaktoren.....   | 17        |
| 3.3.3    | Einwilligungserklärung.....  | 19        |
| 3.4      | Röntgenuntersuchungen (einschließlich DVT und CT) für Implantatbehandlungen<br>mit Beteiligung der Kieferhöhle.....            | 20        |
| 3.4.1    | Röntgentechniken und Strahlenexposition.....   | 20        |
| 3.4.2    | Untersuchungstechniken und ihre Merkmale.....  | 21        |
| 3.4.3    | Klinische Anwendung von CT-Aufnahmen.....  | 25        |

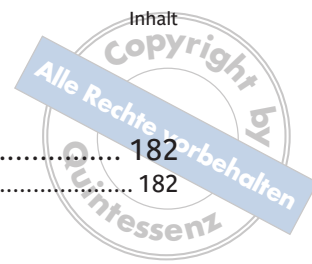


|   |           |
|---|-----------|
| 3.5 Alternativen ohne Knochenaugmentation .....   | 27        |
| 3.5.1 Längenreduzierte Implantate .....   | 27        |
| 3.5.2 Abgewinkelte bzw. schräg liegende Implantate .....  | 28        |
| 3.5.3 Jochbeinimplantate .....  | 29        |
| 3.6 Laterale Fenstertechnik versus transkrestale Technik .....  | 30        |
| 3.7 Einzeitiges versus zweizeitiges Verfahren .....   | 31        |
| <b>4 Mögliche Behandlungsformen zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens ....</b>  | <b>33</b> |
| <i>H. Katsuyama, S. S. Jensen</i>   |           |
| 4.1 Diagnose und Behandlungsplanung .....   | 34        |
| 4.1.1 Diagnose .....  | 34        |
| 4.1.2 Einteilung und Möglichkeiten der Behandlung .....   | 36        |
| 4.2 Materialien und Instrumente .....   | 40        |
| 4.2.1 Instrumente für Sinusbodenaugmentationen .....  | 40        |
| 4.2.2 Biomaterialien .....  | 45        |
| 4.2.3 Implantatdesign .....   | 47        |
| 4.3 Chirurgische Techniken .....  | 48        |
| 4.3.1 Transkrestale Technik .....   | 48        |
| 4.3.2 Laterale Fenstertechnik .....   | 49        |
| 4.3.3 Zeitlicher Ablauf .....   | 53        |
| 4.3.4 Regionen zur Knochenentnahme .....  | 54        |
| 4.3.5 Umgang mit Septen und Problemfällen .....   | 57        |
| <b>5 Richtlinien zur Auswahl der Operationstechnik<br/>und des Augmentationsprotokolls .....</b>  | <b>59</b> |
| <i>S. S. Jensen</i>   |           |
| <b>6 Klinische Fallbeschreibungen .....</b>   | <b>63</b> |
| Transkrestale Technik   |           |
| 6.1 Implantation und Sinusbodenaugmentation im einzeitigen Verfahren:<br>Transkrestale Technik mit deproteinisiertem Rinderknochenmineral ..... | 64        |
| <i>S. S. Jensen</i>   |           |
| 6.2 Implantation und Sinusbodenaugmentation im einzeitigen Verfahren:<br>Transkrestale Technik mit deproteinisiertem Rinderknochenmineral ..... | 69        |
| <i>B. E. Pjetursson</i>   |           |
| Laterale Fenstertechnik   |           |
| 6.3 Implantation und Sinusbodenaugmentation im einzeitigen Verfahren:<br>Laterale Fenstertechnik mit Knochenaufbaumischung .....                | 79        |
| <i>V. Chappius</i>  |           |





|      |   |     |
|------|---|-----|
| 6.4  | Beidseitige Implantation und Sinusbodenaugmentation im einzeitigen Verfahren:<br>Laterale Fenstertechnik mit Knochenaufbaumischung .....  | 86  |
|      | <i>A. Tahmaseb</i>  |     |
| 6.5  | Sinusbodenaugmentation mit Knochenersatzmaterial<br>(zweiphasigem Calciumphosphat) im zweizeitigen Verfahren.....   | 94  |
|      | <i>C. ten Bruggenkate</i>   |     |
| 6.6  | Sinusbodenaugmentation mit Knochenaufbaumischung im kombinierten<br>einzeitigen und zweizeitigen Verfahren.....   | 100 |
|      | <i>D. Buser</i>   |     |
| 6.7  | Beidseitige Sinusbodenaugmentation in transkrestaler Technik und lateraler<br>Fenstertechnik mit verschiedenen Knochenaufbaumischungen .....  | 108 |
|      | <i>R. A. Levine</i>   |     |
| 6.8  | Sinusbodenaugmentation mit Knochenaufbaumischung im zweizeitigen Verfahren ...  | 119 |
|      | <i>P. Casentini</i>   |     |
| 6.9  | Kombinierte Sinusboden- und horizontale Alveolarkammaugmentation<br>mit Blocktransplantaten, zweiphasigem Calciumphosphat und gesteuerter<br>Knochenregeneration im zweizeitigen Verfahren..... | 129 |
|      | <i>L. Cordaro</i>   |     |
| 6.10 | Sinusbodenaugmentation mit autologen Knochenpartikeln in Kombination<br>mit Onlay-Blocktransplantaten zur vertikalen Alveolarkammaugmentation<br>im zweizeitigen Verfahren .....                | 136 |
|      | <i>W. D. Polido, E. Marini</i>  |     |
| 6.11 | Beidseitige Sinusbodenaugmentation im zahnlosen Oberkiefer mit<br>deproteinisiertem Rinderknochenmineral im zweizeitigen Verfahren .....  | 147 |
|      | <i>S. Umanjec-Korac</i>   |     |
| 6.12 | Sinusbodenaugmentation mit autologen Knochenpartikeln in Kombination<br>mit Onlay-Transplantaten zur vertikalen Alveolarkammaugmentation<br>im zweizeitigen Verfahren .....                     | 157 |
|      | <i>T. W. Head</i>   |     |
| 6.13 | Sinusbodenaugmentation mit Knochenaufbaumischung in Kombination<br>mit Onlay-Transplantaten zur vertikalen Alveolarkammaugmentation<br>im zweizeitigen Verfahren .....                          | 164 |
|      | <i>M. Chiapasco</i>   |     |
| 7    | Komplikationen im Zusammenhang mit Verfahren zur Anhebung<br>des Kieferhöhlenbodens .....   | 173 |
|      | <i>H. Katsuyama</i>   |     |
| 7.1  | Intraoperative Komplikationen .....   | 175 |
| 7.2  | Postoperative Komplikationen.....   | 178 |



7.3 Fallbeschreibungen zu Misserfolgen und Komplikationen ..... 182

7.3.1 Membranperforation..... 182  
*E. Lewis*

7.3.2 Dehiszenz und Korrektur des Weichgewebes nach einer Sinusbodenaugmentation  
mit vertikaler und horizontaler Knochenaugmentation ..... 188  
*H. Katsuyama*

7.3.3 Sinusitis nach unbemerkter intraoperativer Membranperforation..... 192  
*H. Katsuyama*

7.3.4 Beidseitige Sinusinfektion nach Perforation durch nicht resorbierbare Membranfragmente..... 195  
*H. Katsuyama*

7.3.5 Implantatverlust durch gescheiterte Osseointegration ..... 198

7.4 Schlussfolgerungen ..... 201

8 Literatur ..... 203

8.1 Literaturlisten zur Literaturübersicht (Kapitel 2.3) ..... 204

8.2 Literaturnachweise..... 206

# 4 Mögliche Behandlungsformen zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens

H. Katsuyama, S. S. Jensen

## 4.3 Chirurgische Techniken

### 4.3.1 Transkrestale Technik

Transkrestale Sinusbodenaugmentationen sind angezeigt, wenn eine stabile Verankerung des Implantates trotz eingeschränkter Knochenhöhe möglich ist (Summers 1994 und 1995) (siehe Tabelle 2). Unterstützt durch eine genaue Röntgenanalyse wird nach krestaler Schnittführung der Implantatstollen bis auf 1–2 mm vor den Sinusboden präpariert (Abb. 19 a bis d). Anschließend frakturiert man den Sinusboden per Hammer mit einem Osteotom. Die meisten dieser Instrumente haben einen Durchmesser von 4,0–5,0 mm. Zur Vermeidung einer Membranperforation ist darauf zu achten, dass das Osteotom nicht in die Kieferhöhle vordringt. Zum Durchbrechen des Sinusbodens sind grundsätzlich Instrumente mit konkavem Arbeitsende die

passende Wahl, zur Verdichtung des Knochens hingegen Instrumente mit konischem Arbeitsende (Abb. 20). Nach erfolgtem Durchbruch wird autologes Knochenmaterial oder Knochenersatzmaterial (allein oder in Kombination) eingebracht und mit dem Osteotom sorgfältig in den präparierten Implantatstollen gestopft. Dabei bewirkt der vom Aufbaumaterial ausgehende Druck die Anhebung der Schneider'schen Membran. Nach mehrmaliger Wiederholung dieses Vorganges bis zum Erreichen der gewünschten Anhebung inseriert man das ausgewählte Implantat auf seine optimale Einsetztiefe. Um sicherzugehen, dass die Membran beim Durchbrechen des Sinusbodens nicht perforiert wurde, empfiehlt sich noch vor Einbringen des Aufbaumaterials und Einsetzen des Implantats ein Valsalva-Manöver (Nasen-Blas-Versuch). Durch abschließende Messung des Eindrehmoments

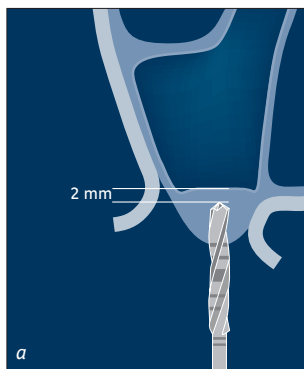


Abb. 19 a Präparieren des Implantatstollens.



Abb. 19 b Aufbrechen des Sinusbodens mit einem Osteotom.

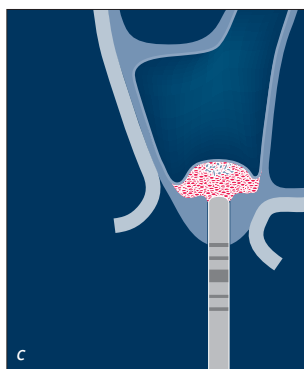


Abb. 19 c Anheben der Membran durch Einbringen von Aufbaumaterial.

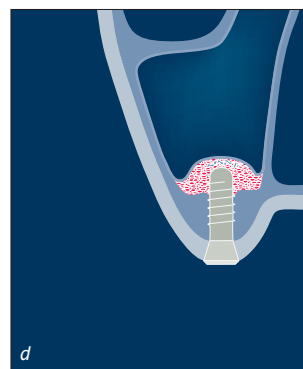
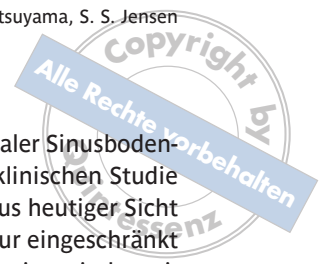


Abb. 19 d Implantat in situ.



erhält man zusätzliche Informationen zur situationssgerechten Einheildauer.

Nach dem Eingriff sollte man das Resultat der Sinusbodenaugmentation anhand eines Zahnfilmes oder einer anderen Röntgentechnik kontrollieren. Sollte der Chirurg während des Eingriffes eine Perforation der Sinusmembran feststellen, empfiehlt sich ein Ausweichen auf die laterale Fenstertechnik (Jensen und Terheyden 2009). Die nachfolgende Heilungsdauer muss der Ausführung des Implantates (Typ, Oberfläche, Länge und Durchmesser) entsprechen. Jedoch zeigt die Erfahrung, dass bei einem Anzugsmoment von  $< 15$  Ncm ein Zeitraum von 16 Wochen sinnvoll ist. Bei  $15 - 35$  Ncm sind meist 12 Wochen zu empfehlen; bei  $> 35$  Ncm kann das Implantat bereits nach 6 Wochen belastet werden. Ob zur Ermittlung des optimalen Belastungszeitpunktes eine Resonanzfrequenzanalyse mit Messung des Implantatstabilitätsquotienten (ISQ) unmittelbar nach der Implantation bzw. bei Nachuntersuchungen sinnvoll ist, wird in zukünftigen Studien zu klären sein. Wenn der Knochen im Bereich der Implantatschulter nicht augmentiert wurde, kann die Einheilung transmukosal erfolgen.

Ein zweizeitiges Protokoll mit transkrestaler Sinusbodenaugmentation wurde lediglich in einer klinischen Studie untersucht (Stavropoulos et al. 2007). Aus heutiger Sicht lässt sich diese Vorgehensweise somit nur eingeschränkt rechtfertigen. Sehr viel besser dokumentiert sind zweizeitige Protokolle bei Anwendung der lateralen Fenstertechnik. Hierzu liegen derzeit 20 Studien vor (Jensen und Terheyden 2009). Empfohlen wird diese Vorgehensweise, wenn die subantrale Knochenhöhe und Knochenichte für eine primärstabile Verankerung des Implantates zum Zeitpunkt der Sinusbodenaugmentation nicht ausreicht.

### 4.3.2 Laterale Fenstertechnik

Die Evidenz für die laterale Fenstertechnik ist sehr hoch. Sie ermöglicht eine Augmentationen des Sinusbodens mit voraussagbaren Ergebnissen im einzeitigen wie auch zweizeitigen Verfahren (Abb. 21 und 22) (Jensen und Terheyden 2009, Chiapasco et al. 2009).

Je nach den lokalen Gegebenheiten an den vorgesehenen Implantationsstellen werden zuweilen auch beide Verfahren kombiniert und etwa eine Implantation einzeitig mit der Sinusbodenaugmentation durchgeführt, während eine weitere Implantation auf einen späteren Zeitpunkt verschoben wird.

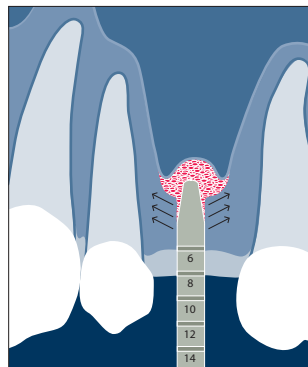


Abb. 20 Konisches Osteotom zur Knochenverdichtung.

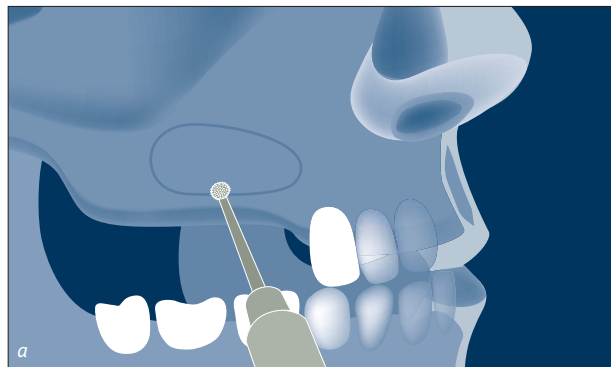


Abb. 21 a Präparieren des lateralen Fensters.

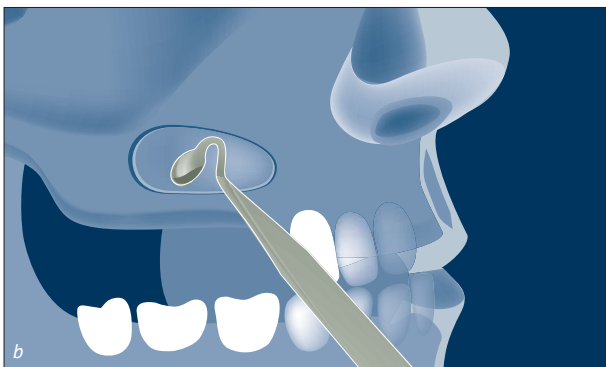


Abb. 21 b Öffnen des Fensters in Richtung der Kieferhöhle.

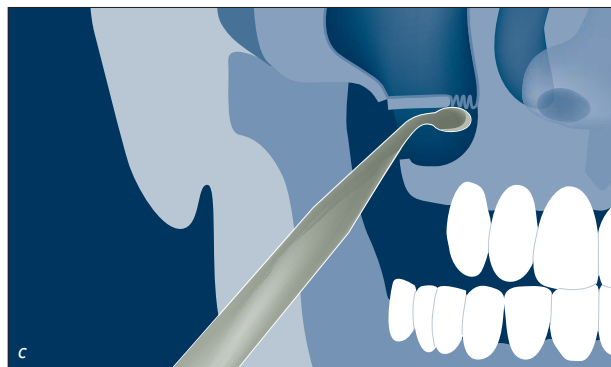


Abb. 21 c Anheben der Membran.

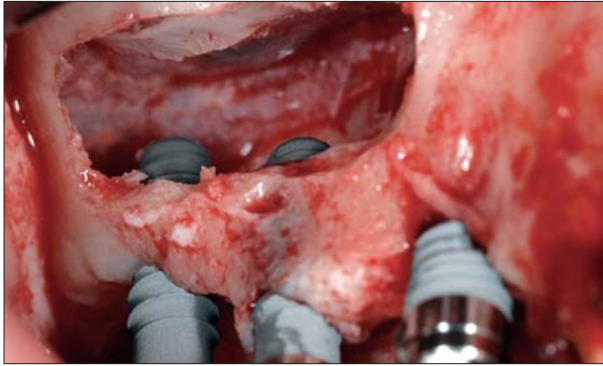
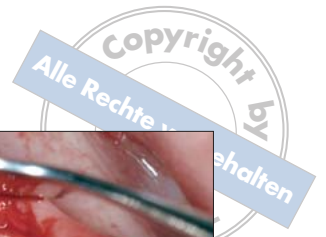


Abb. 22 Einzeitige Implantationen mit Sinusbodenaugmentation in lateraler Fenstertechnik unmittelbar vor Einbringen des Aufbaumaterials in die Kieferhöhle. Die Implantate sind innerhalb des Restknochens fixiert.

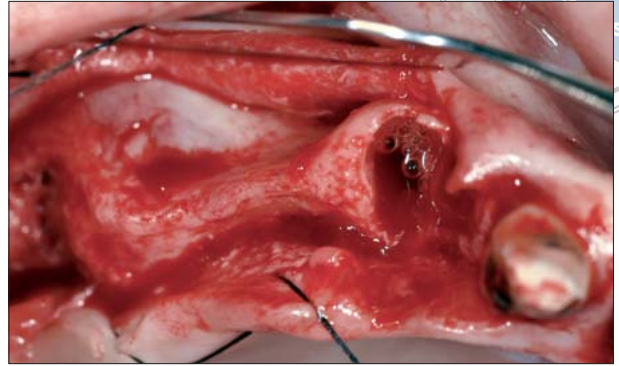


Abb. 23 Die Schnittführung wird so angelegt, dass sie nicht in den Bereich des vorgesehenen Fensters fällt, da zur Abdeckung des Augmentats ein Sicherheitsabstand erforderlich ist. Ferner sollte für eine angemessene Durchblutung gesorgt werden, damit das Gewebe nicht perforiert. Zur Erleichterung des Zuganges wird eine leichte palatinale Inzision mit einem sulkulären Schnitt und einem mesialen Entlastungsschnitt kombiniert.

Kombinieren lässt sich die laterale Fenstertechnik auch mit diversen Techniken zur Augmentation von horizontalen und vertikalen Knochendefiziten. Die Schnittführung wird so angelegt, dass sie nicht in den Bereich des vorgesehenen Fensters fällt (Abb. 23). Meist erfolgt sie in der Mitte des Alveolarkamms.

Zu weit palatinal kann die Schnittführung die Durchblutung beeinträchtigen und zu Dehiszenzen des Weichgewebes führen (Kleinheinz et al. 2005). Bei Indikationen für das zweizeitige Verfahren kann eine leicht vestibuläre Schnittführung empfehlenswert sein, weil dies den Zugang zur Öffnung des Fensters erleichtert und beschleunigt. Allerdings ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Inzision nicht den Bereich des vorgesehenen lateralen Fensters durchquert. Wundränder ohne Knochenunterstützung können bei fehlender Durchblutung einen Weichgewebeeinbruch oder größere Dehiszenzen

nach sich ziehen. Nach dem Schnitt wird ein Mukoperiostlappen gebildet und alles Weichgewebe gründlich vom Knochen entfernt.

Größe und Lage des Fensters werden entsprechend den anatomischen Gegebenheiten festgelegt (Abb. 24 a und b). Die Präparation des Fensters erfolgt oft mit rotierenden Instrumenten, wobei allerdings die neuerdings verfügbaren piezoelektrischen Ultraschallgeräte einen Beitrag zur Reduktion von intraoperativen Komplikationen wie etwa Membranperforationen leisten können (Wallace et al. 2007). Auch durch einen peniblen Umgang mit dem Weichgewebe und die Anwendung eines Operationsmikroskops lassen sich Perforationen vermeiden. Die Abbildungen 25 und 26 illustrieren schematisch den zeitlichen Ablauf von Sinusbodenaugmentationen mit Implantationen im einzeitigen und zweizeitigen Verfahren.

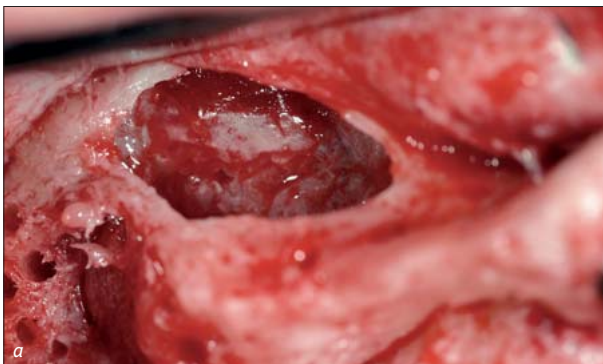


Abb. 24 a und b Größe und Lage des Fensters werden so gewählt, dass sie den anatomischen Gegebenheiten entsprechen.



Ein großes Fenster erleichtert zwar den Zugang zur Kieferhöhle, würde aber die Seitenwand schwächen. Vielmehr sollte das präparierte Fenster nicht größer ausfallen als dies zur Herstellung eines ausreichenden Zuganges zur Kieferhöhle notwendig ist. Die Höhe des Fensters vom Restknochen bemisst sich an der Länge

des vorgesehenen Implantates plus mindestens 2 mm Spielraum. Manche Knochenwände entfernt man und nutzt sie zum Knochenaufbau (a), andere lässt man unverändert (b). Diese Entscheidung ist je nach Fenstergröße und Beschaffenheit der Kieferhöhle zu fällen.

**Ablauf einer lateralen Sinusbodenaugmentation im zweizeitigen Verfahren**



Abb. 25 a Lappenbildung und Präparation des Fensters für die laterale Sinusbodenaugmentation. Die Knochenhöhe ist eingeschränkt (siehe Pfeile).



Abb. 25 b Anheben der »Falltür« und der Sinusmembran.

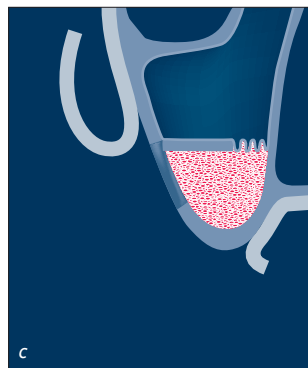


Abb. 25 c Einbringen des Aufbaumaterials.

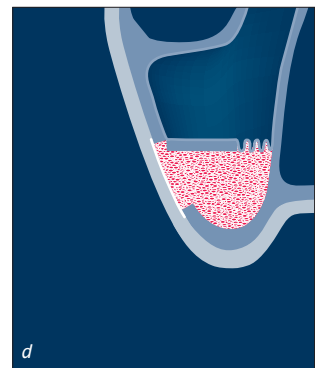


Abb. 25 d Geschlossener Lappen mit darunter liegender Barrieremembran.



Abb. 25 e Verheiltes Augmentat.



Abb. 25 f Zustand nach dem zweiten Eingriff mit eingesetztem Implantat.



**Ablauf einer lateralen Sinusbodenaugmentation im einzeitigen Verfahren**



Abb. 26 a Lappenbildung und Präparation des Fensters für die laterale Sinusbodenaugmentation. Die Knochenhöhe ist für eine Implantation im einzeitigen Verfahren ausreichend (siehe Pfeile).



Abb. 26 b Anheben der »Falltür« und der Sinusmembran.

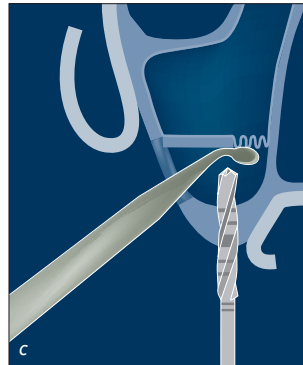


Abb. 26 c Bohren des Implantatstollens. Die Membran wird angehoben und mit einem paddelförmigen Instrument geschützt, damit sie der Bohrer nicht perforiert.

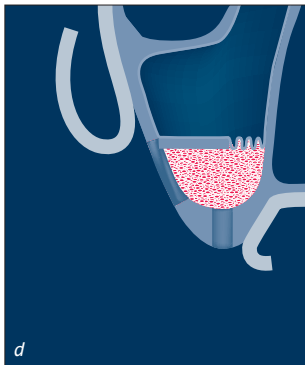


Abb. 26 d Mit Aufbaumaterial gefüllte Kieferhöhle.

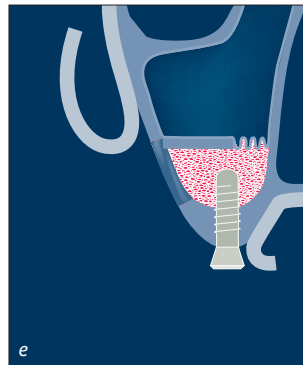


Abb. 26 e Implantat in der mit Aufbaumaterial gefüllten Kieferhöhle.

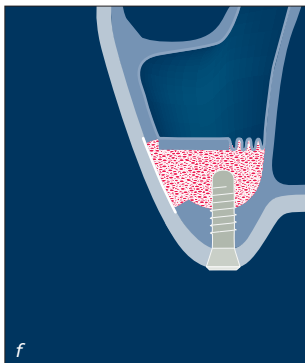


Abb. 26 f Geschlossener Lappen mit darunter liegender Barriere-membran.

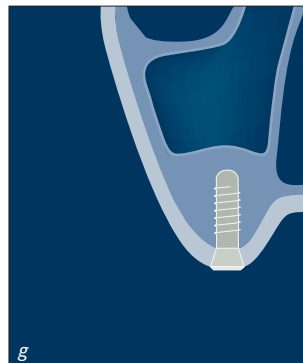
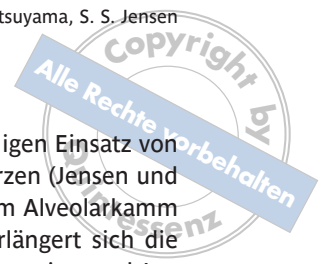


Abb. 26 g Augmentat und angehobener Sinusboden im verheilten Zustand.





### 4.3.3 Zeitlicher Ablauf

Die Zeitplanung für Implantation und Belastung richtet sich in erster Linie nach dem primären Knochenvolumen. Weitere Faktoren sind die verwendeten Methoden und Materialien. Deren Auswahl kann verkürzend oder verlängernd Einfluss auf die Heilungsdauer nehmen. Tabelle 4 fasst einschlägige Richtlinien zum zeitlichen Ablauf unterschiedlicher Eingriffe zur Sinusbodenaugmentation zusammen. Wie im vorliegenden Kapitel bereits erörtert (siehe Abschnitt 4.2.2), kann die ausschließliche oder zusätzliche Anwendung von autologem Knochenmaterial die Heilungsdauer bis zur Implantati-

on und Belastung gegenüber dem alleinigen Einsatz von Knochenersatzmaterial eventuell verkürzen (Jensen und Terheyden 2009). Bei stark atrophiertem Alveolarkamm (subantrale Knochenhöhe < 3 mm) verlängert sich die notwendige Wartezeit zwischen Augmentation und Implantation. Der Behandler sollte die Zeitplanung zur Implantation und prothetischen Belastung an fallspezifischen Variablen ausrichten. Die Röntgenbefunde des augmentierten Bereiches sollten ebenso in diese Überlegungen einfließen wie Eindrehmoment, Zahl und Größe der Implantate, die osteophilen Eigenschaften der Implantatoberfläche und das Vorliegen oder Fehlen von systemischen Erkrankungen.

Tabelle 4 Zeitlicher Ablauf von Eingriffen zur Sinusbodenaugmentation.

| Ausgangssituation             | Ersteingriff   |   | Zweiteingriff   | Prothetische Belastung  |
|-------------------------------|--|---|---|---|
| Subantrale Knochenhöhe > 6 mm | Sinusbodenaugmentation (transkrestal oder laterale Fenstertechnik) |   | Kein Zweiteingriff  | 3 Monate nach Ersteingriff  |
|                               | Implantation einzeitig   |   |   |   |
|                               | Aufbaumaterial   | Nur autologer Knochen<br>Autologer Knochen + Knochenersatzmaterial (1:1)<br>Nur Knochenersatzmaterial |   |   |
| Subantrale Knochenhöhe 3–6 mm | Sinusbodenaugmentation (laterale Fenstertechnik)                   |   | Kein Zweiteingriff  | 3–4 Monate nach Ersteingriff  |
|                               | Implantation einzeitig.  |   |   |   |
|                               | Aufbaumaterial   | Nur autologer Knochen<br>Autologer Knochen + Knochenersatzmaterial (1:1)<br>Nur Knochenersatzmaterial | Kein Zweiteingriff  | 3–4 Monate nach Ersteingriff  |
|                               | Primärstabilität nicht erzielbar                                   |   | Kein Zweiteingriff  | 6 Monate nach Ersteingriff  |
|                               | Implantation zweizeitig  |   |   |   |
|                               | Aufbaumaterial   | Nur autologer Knochen<br>Autologer Knochen + Knochenersatzmaterial (1:1)<br>Nur Knochenersatzmaterial | 4–6 Monate nach Ersteingriff<br>6 Monate nach Ersteingriff<br>9–12 Monate nach Ersteingriff | 3 Monate nach Zweiteingriff<br>3 Monate nach Zweiteingriff<br>3 Monate nach Zweiteingriff |
| Subantrale Knochenhöhe < 3 mm | Sinusbodenaugmentation (laterale Fenstertechnik)                   |   | 6 Monate nach Ersteingriff<br>6–8 Monate nach Ersteingriff<br>9–12 Monate nach Ersteingriff | 3 Monate nach Zweiteingriff<br>3 Monate nach Zweiteingriff<br>3 Monate nach Zweiteingriff |
|                               | Implantation zweizeitig  |   |   |   |
|                               | Aufbaumaterial   | Nur autologer Knochen<br>Autologer Knochen + Knochenersatzmaterial (1:1)<br>Nur Knochenersatzmaterial |   |   |

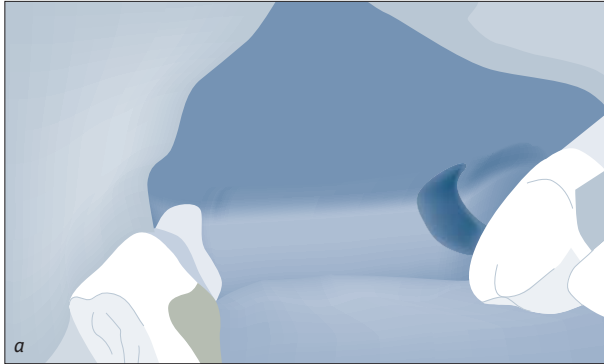
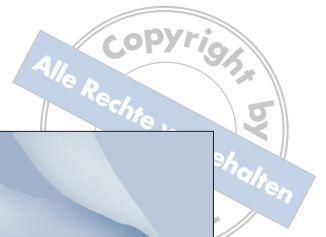


Abb. 27 a Darstellung der Knochenoberfläche im Bereich des geplanten Fensters.

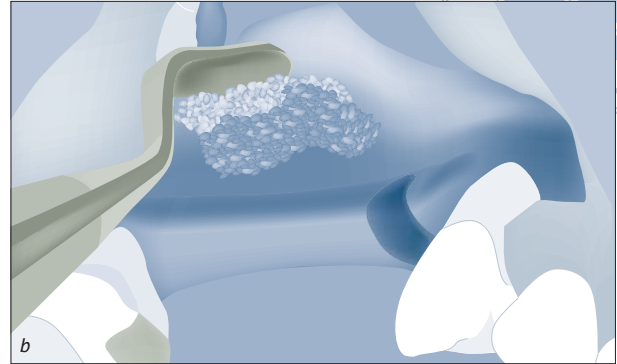


Abb. 27 b Entnahme von autologen Spänen mit Knochenschaber.

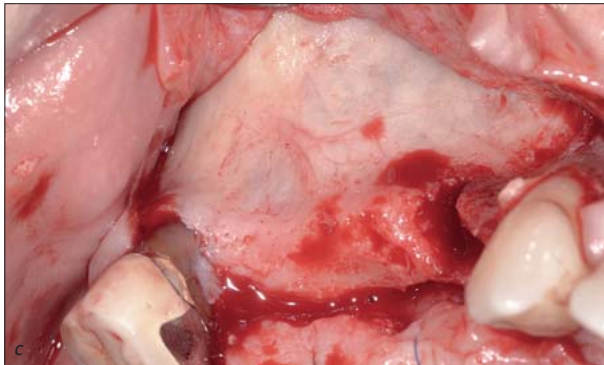


Abb. 27 c Nach der Lappenbildung wird die vestibuläre Wand zur Entnahme von Spänen mit einem Knochenschaber weiträumig dargestellt.

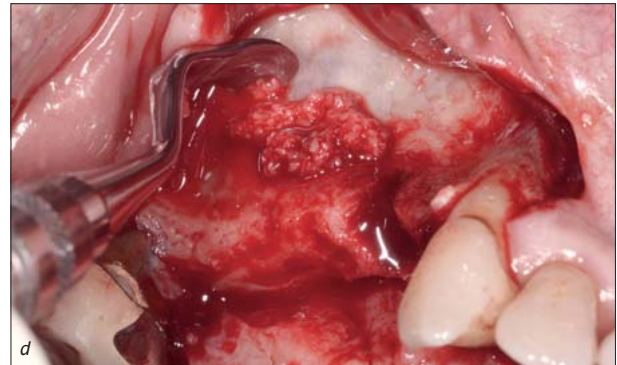


Abb. 27 d Mit dem scharfen Knochenschaber lassen sich 1,5 – 2,0mm große Späne gewinnen.

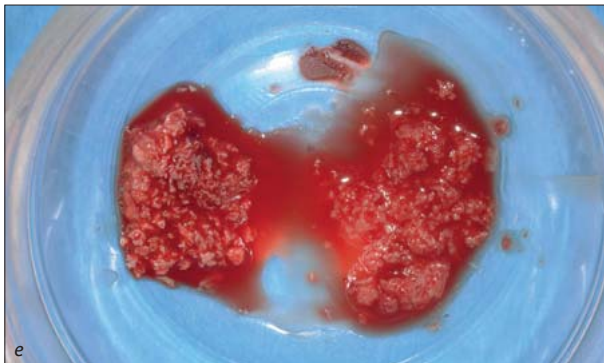


Abb. 27 e Die entnommenen Späne kommen in eine sterile Glasschale.

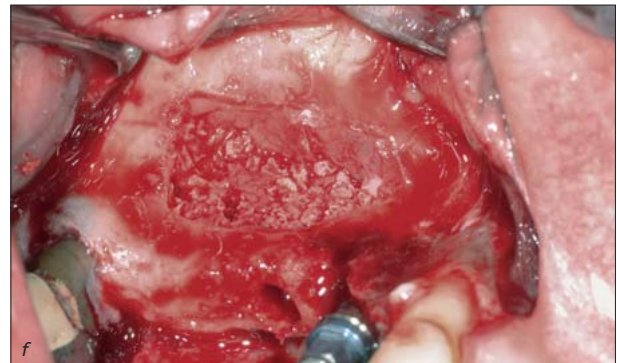


Abb. 27 f Nach Vermischen des autologen Knochens mit DBBM-Granulat (deproteinisiertes Rinderknochenmineral) und Anheben der Schneider'schen Membran wird die Materialkombination in den erzeugten Defekt eingebracht.

#### 4.3.4 Regionen zur Knochenentnahme

Aufgrund der weniger schweren postoperativen Komplikationen sollte autologes Knochenmaterial aus intra- statt extraoralen Regionen entnommen werden (Chiapasco et al. 2009). Hier wiederum ist nach Möglichkeit eine lokale Entnahme aus dem Operationsbereich zu bevorzugen. Die große dargestellte Knochenoberfläche bildet eine ergiebige Quelle für autologe Späne und lässt sich hierzu mit speziellen Knochenschabern und anderen Entnahmehilfsmitteln bearbeiten. Die Entnahme der

Späne erfolgt lateral aus dem Bereich des vorgesehenen Fensters (Abb. 27 a bis f). Falls nötig, kann die Entnahme bis zur Tuberregion ausgedehnt werden. Sollte der Chirurg eine Materialkombination für den Aufbau bevorzugen, können die so gewonnenen Knochenspäne durch xenogenes oder allogenes Material ergänzt werden. Zur Entnahme größerer Mengen an autologem Material (z. B. vor beidseitiger Augmentation von stark pneumatisierten Kieferhöhlen) ist der Unterkiefer im Normalfall ausreichend ergiebig. Eine Knochenentnahme aus extraoralen Körperregionen wie dem Beckenkamm

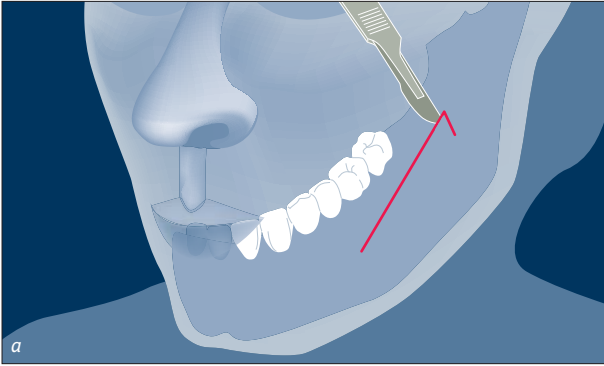
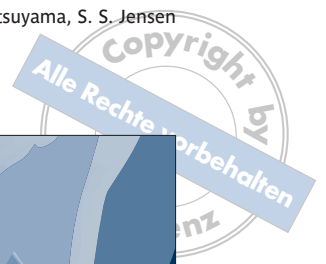


Abb. 28 a Schnittführung zur Knochenentnahme aus dem Ramus.

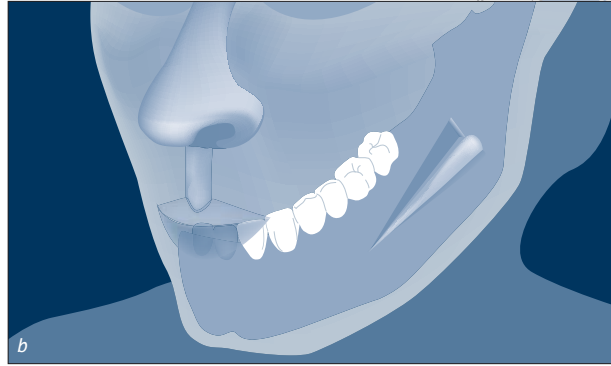


Abb. 28 b Lappenbildung zur Knochenentnahme aus dem Ramus.

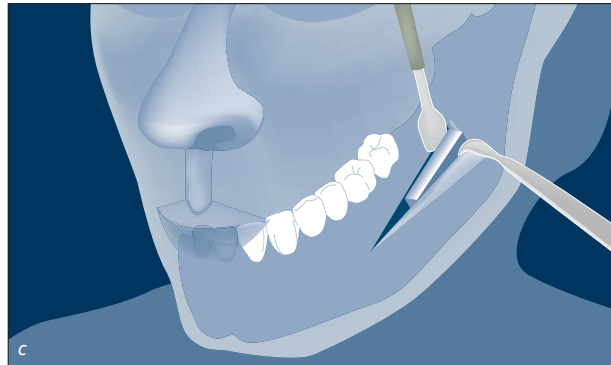


Abb. 28 c Entnahme eines Knochenblocks.

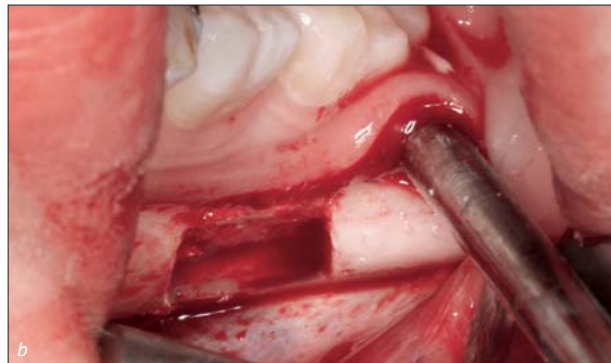
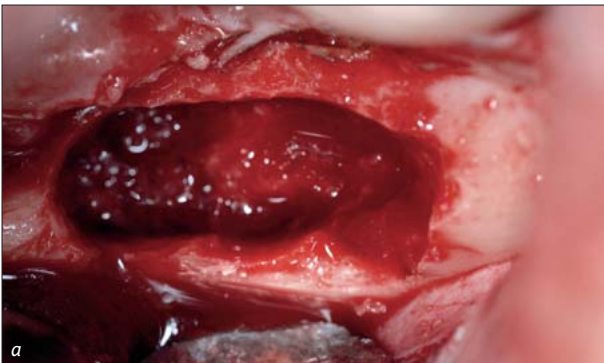


Abb. 29 a und b Knochenentnahme aus dem Ramus mandibulae. Im gezeigten Fall wurde die Entnahme mit der Technik der gesteuerten Knochenregeneration kombiniert. Nur für eine Knochenentnahme würde die Schnittführung weit bukkalwärts erfolgen. Eine CT-Diagnose ist zur Knochenentnahme aus dem Ramus nicht erforderlich. Um Nerv und Gefäße nicht zu beschädigen, sollten aber die anatomischen Grenzen respektiert werden. Nach erfolgreicher Knochenentnahme kommt ein Kollagenschwamm oder anderes blutstillendes Biomaterial zur Anwendung. Das aus dem Ramus gewonnene Knochenvolumen war im gezeigten Fall ausreichend (a). Die Entnahme kann in Form von Knochenpartikeln oder eines Knochenblocks erfolgen (b).

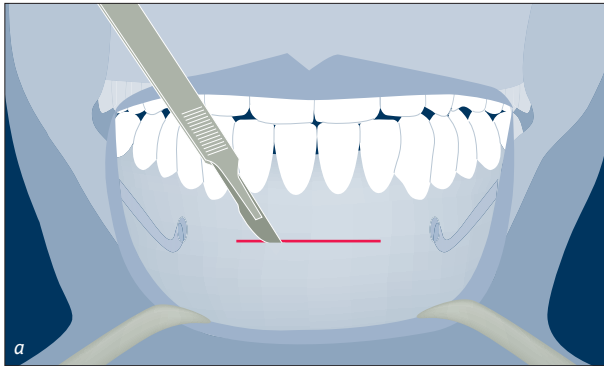


Abb. 30 a Schnittführung zur Knochenentnahme aus der Symphyse.

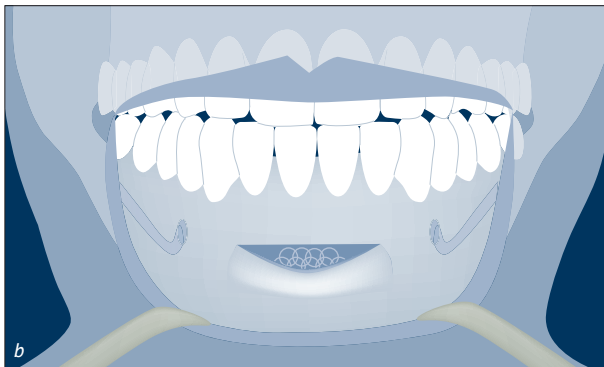


Abb. 30 b Entnahme mit Trepanbohrer oder anderen Instrumenten.

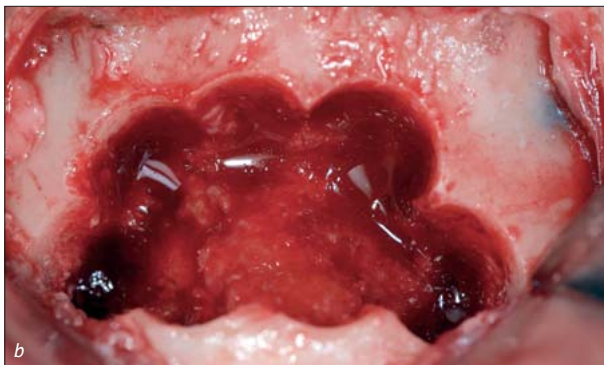
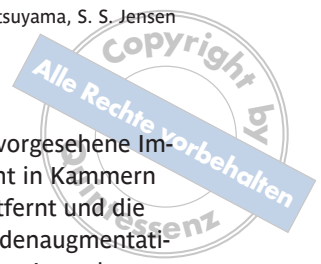


Abb. 31 a bis c Klinischer Ablauf einer Knochenentnahme aus der Symphyse. Diese Eingriffe gestalten sich bei Patienten mit zahnloser Unterkieferfront einfacher. In solchen Fällen lässt sich mit einem Trepanbohrer oder anderen Instrumenten ein beträchtliches Knochenvolumen gewinnen (a). Die linguale Kortikalis ist nach Entnahme der kortikospongiosen Späne intakt (b). Mit einer Knochenmühle wird der entnommene Knochen (c) auf bedarfsgerechte Partikel reduziert.

wird erst erforderlich, wenn der Bedarf an Knochenmaterial besonders groß ist (z. B. für zusätzliche horizontale und/oder vertikale Onlay-Osteoplastiken). Intraoral wird meist der Bereich des Ramus oder der Symphyse genutzt.

Die Tuberregion des Oberkiefers kann zwar eine Alternative darstellen, doch lässt Knochenmaterial aus diesem Bereich oft qualitativ wie quantitativ sehr zu wünschen übrig. Als intraorale Entnahmeregion der ersten Wahl wurde der Ramus mandibulae empfohlen. Dieser Bereich ist mit einer niedrigen Komplikationsquote verbunden, relativ leicht zugänglich und bietet ein ausreichendes Knochenangebot (Abb. 28 und 29). Allerdings besteht Knochen vom Ramus primär aus Kortikalis (Misch 1997) und enthält nur in begrenztem Umfang osteoinduktive Proteine und osteogene Zellen. Die zweite Möglichkeit ist der Bereich der Symphyse. Dieser ist gut zugänglich und bietet Knochenmaterial von guter Dichte und Zusammensetzung mit spongiosen wie auch kortikalen Gewebeanteilen (Abb. 30 und 31) (Capelli und Testori 2009, Misch 1997). Zu beachten ist, dass diese Eingriffe an der Symphyse mit höheren Komplikationsquoten und einer höheren Morbidität verbunden sind als jene am Ramus (Chiapasco et al. 1999, Clavero und Lundgren 2003, Nkenke et al. 2001 und 2002, Raghoobar et al. 2001a und 2007, Misch 1997). Vor allem drohen hier Beschädigungen der unteren Schneidezähne und Sensibilitätsstörungen sowie (in seltenen anatomischen Situationen wie einem knappen Abstand zum Foramen linguale) unerwartete intraoperative Blutungen. Laut Literatur beträgt die Inzidenz von Sensibilitätsstörungen im Bereich der unteren Frontzähne nach Knochenentnahmen aus der Symphyse im ersten Jahr rund 13 % (Chiapasco et al. 1999, Nkenke et al. 2001, Raghoobar et al. 2007). Trotz verlockender Aussichten auf eine gute Knochensubstanz ist bei Entnahmen aus der Symphyse daher Vorsicht geboten. In Betracht kommen sollte diese Variante nur, wenn Bedarf an einer größeren autologen Knochenmenge besteht und der Patient über das Risiko von länger





andauernden Sensibilitätsstörungen im Bereich der unteren Frontzähne aufgeklärt wird (Nkenke et al. 2001). Knochenentnahmen aus dem Ramus wiederum bergen das Risiko einer Beschädigung des Nervus alveolaris inferior. Mit anderen Worten: Eine genaueste Diagnostik im Vorfeld des Eingriffes ist für beide Spenderregionen unerlässlich. Dreidimensionale Informationen aus präoperativen DVT- oder MCT-Aufnahmen können helfen, Komplikationen zu vermeiden.

### 4.3.5 Umgang mit Septen und Problemfällen

Wegen der komplexen Anatomie mancher Kieferhöhlen kann sich eine präoperative Diagnose, die ausschließlich auf zweidimensionalen Röntgenaufnahmen beruht, als unzureichend erweisen. Insbesondere das Vorliegen von Septen wirkt sich negativ auf Sinusbodenaugmentationen aus, zumal Komplikationen wie Membranperforationen in diesen Fällen gehäuft auftreten. Zur Vermeidung dieser Komplikationen und daraus resultierender Misserfolge sind eine genaueste Diagnostik und sorgfältige Behandlungsplanung unerlässlich. Die Literatur zeigt, dass Septen und Unregelmäßigkeiten des Sinusbodens auf zweidimensionalen Röntgenaufnahmen häufig unbemerkt bleiben (Krennmair et al. 1999). Dank jüngster Entwicklungen in der CT-Technik lassen sich heute detaillierte Informationen zur inneren Anatomie der Kieferhöhle im Vorfeld von Sinusbodenaugmentationen gewinnen, sodass der Behandler bereits vor Öffnen der Kieferhöhle verschiedene chirurgische Möglichkeiten abwägen kann. Die DVD-Version dieses Buches veranschaulicht solche Eingriffe. Nachfolgend werden chirurgische Methoden zum adäquaten Umgang mit Septen in der Kieferhöhle skizziert.

#### Chirurgische Richtlinien zum Umgang mit Septen

1. Das Septum übersteigt die vorgesehene Implantatlänge, die Kieferhöhle ist in mindestens zwei Kammern unterteilt: Hier kann es unmöglich sein, das Septum zu entfernen und die Kieferhöhle im Rahmen der Sinusbodenaugmentation als Einzelkavität zu behandeln. Empfohlen wird vielmehr für jede Kammer ein eigenes Fenster zu öffnen, wenngleich mehr als zwei Fenster keine realistische Option mehr darstellen. Anatomische Komplexitäten (z. B. vollständig isolierte Kammern) erschweren den Eingriff.

2. Die Septumhöhe unterschreitet die vorgesehene Implantatlänge, die Kieferhöhle ist nicht in Kammern unterteilt: Hier kann das Septum entfernt und die Kieferhöhle im Rahmen der Sinusbodenaugmentation als Einzelkavität behandelt werden. Je nach orofazialer Ausdehnung des Septums kann es trotzdem von Vorteil sein, zunächst zwei getrennte Fenster zu präparieren, bis das Septum identifiziert und entfernt ist. Abhängig von der klinischen Situation kann auch der umgekehrte Weg eine Möglichkeit darstellen. Bei begrenzter Höhe des Septums an der vestibulären Seite kann die primäre Fensteröffnung normal wie zur Zugänglichmachung einer Einzelkavität erfolgen.

Zusammenfassend erfordert der chirurgische Umgang mit Septen im Rahmen von Sinusbodenaugmentationen eine penible und sorgfältige Analyse der zugrunde liegenden anatomischen Gegebenheiten. Um voraussagbare Resultate erzielen und Komplikationen reduzieren zu können, ist eine bedarfsgerechte radiologische Visualisierung unerlässlich. Auch muss sich der Behandler bewusst sein, dass sehr wohl Beeinträchtigungen existieren, die so schwerwiegend sind, dass sie eine Sinusbodenaugmentation mit voraussagbaren Ergebnissen nicht zulassen.

#### Danksagung

##### Wissenschaftliche Unterstützung

Dr. Toshifumi Kuroe – Center of Implant Dentistry, Yokohama, Japan

##### Fotoaufnahmen der Instrumente

Dr. Eiju Sen – Center of Implant Dentistry, Yokohama, Japan

Dr. Kotaro Nakata – Center of Implant Dentistry, Yokohama, Japan