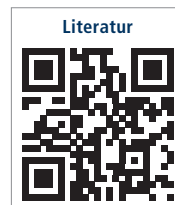


Sinusbodenelevation ist eine chirurgische Maßnahme mit dem Ziel, das Knochenvolumen im Oberkiefer zu vermehren, um Implantate besser abzustützen. Der Zugang zum Sinus erfolgt entweder durch ein seitliches Fenster oder durch die Implantatknochenkavität. Die Schneider'sche Membran, die den Sinus maxillaris auskleidet, wird angehoben, um einen Raum zu schaffen, der mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt wird. Der vorliegende Artikel stellt die biologische Grundüberlegung für ein einzeitiges Verfahren unter Verwendung eines Implantats mit vergrößertem Durchmesser vor, das speziell für die Sinusbodenelevation und zur Erreichung von Primärstabilität bei minimaler Knochenverankerung konzipiert wurde, und verdeutlicht das Vorgehen an verschiedenen Fallbeispielen.



Einzeitige Sinusbodenelevation mit Augmentation

Verminderung der Invasivität

Dr. med. dent. Wim van Thoor

Vor 20 Jahren war eine Sinusbodenelevation relativ invasiv: Große seitliche Fensterungen (typischerweise 14 x 8 mm) wurden als Zugang zum Sinus angelegt, und dementsprechend waren Sinusbodenelevationen von 15 mm oder mehr erforderlich, um die langen Implantate unterzubringen. Ein breites Spektrum von Knochenersatzmaterialien und/oder Knochentransplantatmaterial wurde verwendet, von alloplastisch bis xenogen und nicht immer mit den geeigneten Regenerationseigenschaften. Diese invasive Vorgehensweise gebot einen stufenweisen Ansatz, der lange Behandlungszeiten von mehr als einem Jahr erforderte (Tab. 1). Im Laufe der Jahre haben technische Fortschritte zu weniger invasiven operativen Eingriffen geführt. Das Aufkommen von Piezochirurgie und Schallinstrumenten hat den Zugang über ein seitliches Fenster vorhersagbarer

gemacht und dazu geführt, dass weniger Perforationen der Schneider'schen Membran auftraten.^{1,2} In jüngerer Zeit haben spezielle Bohrer zur Präparation kleiner seitlicher Fenster (5–6 mm im Durchmesser) und Bohrer mit stumpfen Spitzen für sichere Vorgehensweisen mit krestalem Zugang, ebenso wie computergesteuerte Pumpsysteme zur Blähung des Sinus mit Wasserdruck die Invasivität des Verfahrens noch weiter vermindert. Die Fortschritte in der Methodik haben es möglich gemacht, über das Verfahren zur Sinusbodenelevation neu nachzudenken und gute Behandlungen und biologische Erkenntnisse in einem Verfahren mit reduzierter Behandlungsdauer und erhöhtem Patientenkomfort zu kombinieren, ohne das klinische Ergebnis zu gefährden. Vier wesentliche Parameter können verändert werden, um die Heilungsrate zu erhöhen:

- Größe der Zugangsöffnung
- Knochenersatzmaterial
- GBR-Membran
- Implantatgestaltung

Durch die Optimierung dieser vier Parameter ist es möglich, sicher von der Ein-Jahres-Behandlung mit dem stufenweisen Vorgehen zu einem Verfahren überzugehen, bei dem Zahnextraktion, Sinusbodenelevation, Implantation und Einsetzen des Heilungspostens in einer einzigen Sitzung durchgeführt werden und die Heilungszeit auf drei bis vier Monate reduziert ist (Tab. 1).

Parameter der Sinusbodenelevation

Fenstergröße

Das seitliche Fenster sollte so klein wie möglich gehalten werden. Die Minimierung der Größe des seitlichen Fensters hat viele Vorteile: Der augmentierte

Bereich erhält mehr Stabilität durch die umgebenden Wände, und es bleibt mehr Knochen in situ, von dem die Knochenbildung ausgehen kann. Das Fenster selbst heilt schneller.

Mithilfe eines speziellen Bohrersets (Sinus Lateral Approach Kit, Neobiotech) kann ein kleines Fenster ($\varnothing$ 5–6 mm) angelegt werden. Mit diesem Verfahren entspricht die Größe der Fensterfläche weniger als einem Fünftel der herkömmlichen Verfahren (Abb. 1a–f). Bei ausreichend verbleibender Knochenhöhe kann ein krestaler Zugang gewählt werden. Auf diese Weise wird das Verfahren noch weniger invasiv, da es keine Notwendigkeit für ein seitliches Fenster verlangt.

Knochenersatzmaterial

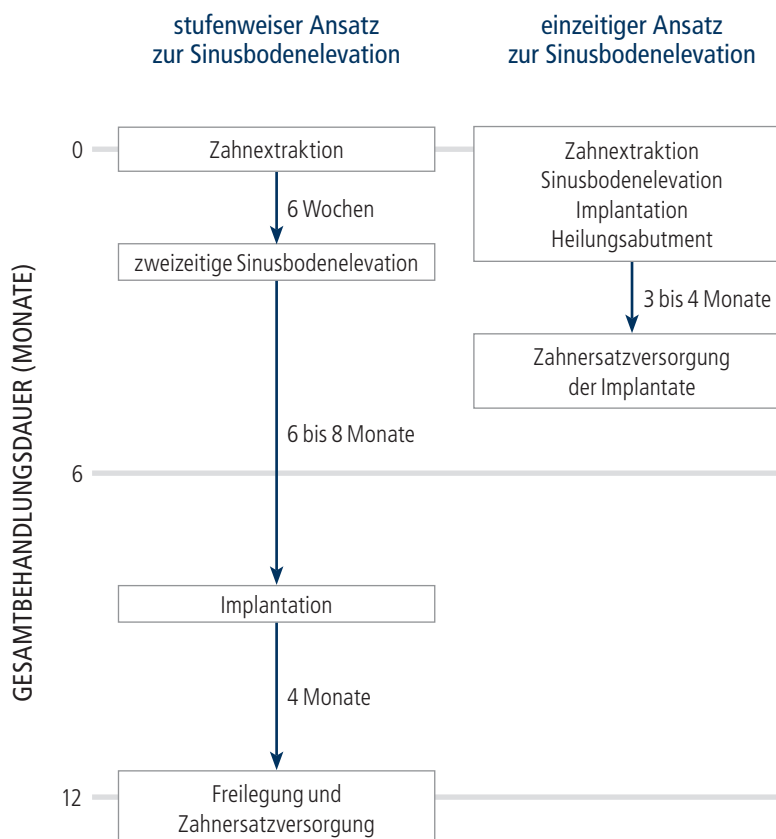
Das Knochenersatzmaterial sollte während des Heilungsprozesses Hand in Hand mit der Implantatoberfläche und dem Empfängerknochen arbeiten. Darüber hinaus sollte es dimensionsstabil sein und innerhalb von drei bis vier Monaten zu vitalem Knochen umgebaut worden sein.

Ein allogenes, spongiöses Spenderknochengranulat mit einer Partikelgröße von 1 bis 2 mm, bestehend aus Knochenmineralien und Typ I-Kollagen (Puros® Allograft Spongiosa Partikel, Zimmer Biomet) hat diese gewünschten Eigenschaften: Es ist volumenerhaltend und weist einen geringen Anteil verbliebener Partikel (< 8 Prozent) nach fünf bis sechs Monaten im Rahmen von Eingriffen zur Sinusbodenelevation auf.^{3–5} Das Typ I-Kollagen sorgt weiterhin für eine schnelle Revaskularisierung des Knochenersatzmaterials.

GBR-Membranen

Es ist gezeigt worden, dass die Abdeckung des seitlichen Fensters mit einer Membran im Vergleich mit nicht abgedeckten Fenstern den Behandlungserfolg und die Bildung vitalen Knochens steigert.^{6,7} Dementsprechend ist es ratsam, das laterale Fenster stets abzudecken.

Falls der Sinus unbeabsichtigt perforiert wurde oder wenn die Schneider'sche Membran sehr dünn ist (< 0,3 mm),



Tab. 1: Behandlungsschritte und Gesamtbehandlungszeit eines schrittweisen Ansatzes zur Sinusbodenelevation, verglichen mit dem Ansatz der einzeitigen Sinusbodenelevation.

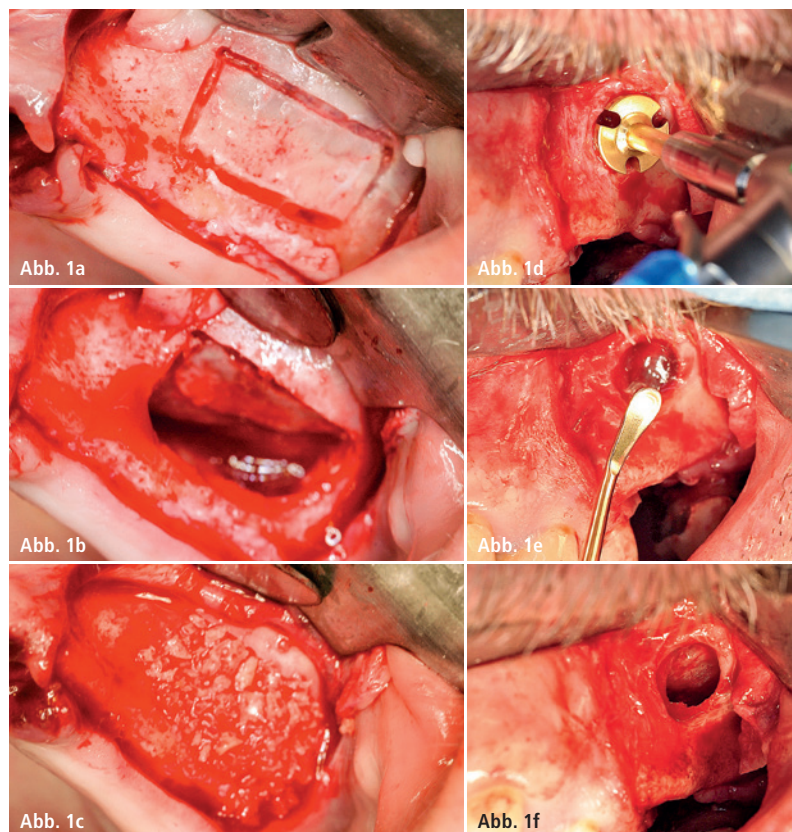


Abb. 1a–f: Herkömmliches rechteckiges (8 x 15 mm) seitliches Fenster (a–c) und ein weniger invasives ($\varnothing$ 5,5 mm) gebohrtes seitliches Fenster (d–f).

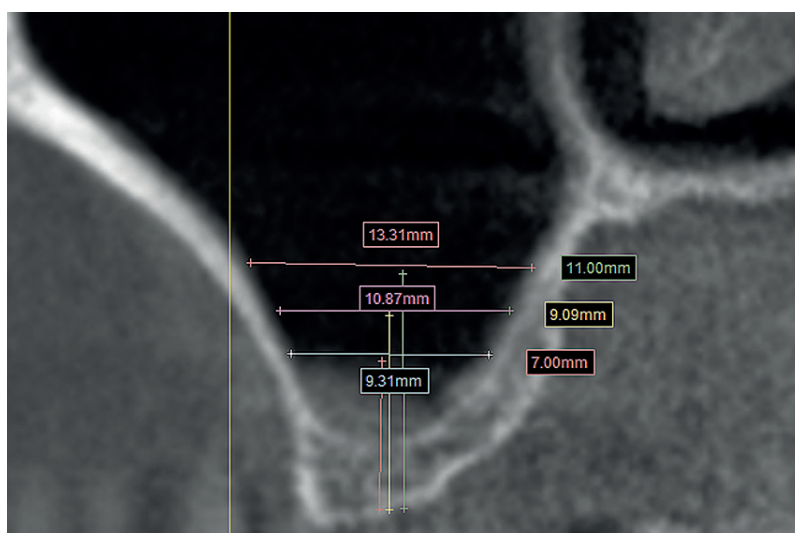


Abb. 2: Exemplarische Darstellung der Sinus-Dimensionen bei der Stichprobe von 100 Sinus-CT-Scans: Die Breite des Sinus wurde 7, 9 und 11 mm oberhalb des Knochenkamms gemessen.

sollte eine resorbierbare Membran verwendet werden, um die Schneider'sche Membran abzudecken.

Implantatdesign

Die Knochenheilung im Sinus hat eine Geschwindigkeit von etwa 1 mm pro Monat von den Sinuswänden in Rich-

tung auf das Implantat. Ein Abstand von 6 mm vom Knochen zum Implantat benötigt dementsprechend etwa sechs Monate für die Heilung, wohingegen eine Augmentation von 3 mm in etwa drei Monaten ausheilt. Durch die Verwendung eines Implantats mit größerem Durchmesser ist es möglich, „das

Implantat näher an den Knochen zu bringen“ und eine schnellere Knochenheilung zu erreichen.

Implantatdurchmesser

Seit 1996 ist die Computertomografie (CT) ein Routinewerkzeug im Rahmen der Sinusbodenaugmentationsbehandlung in der Klinik des Autors. Eine Stichprobe von 100 Sinus-CT-Scans wurde untersucht, um die durchschnittliche Ausdehnung des Sinus zu bestimmen. Die Breite des Sinus wurde in verschiedenen Höhen (7, 9 und 11 mm) von der Krestalebene gemessen (Abb. 2 und Tab. 2). Um einen Abstand zwischen Implantat und Sinuswand von etwa 3 bis 4 mm zu erreichen, ist ein Implantatdurchmesser von 6,5 mm eine gute Größe.

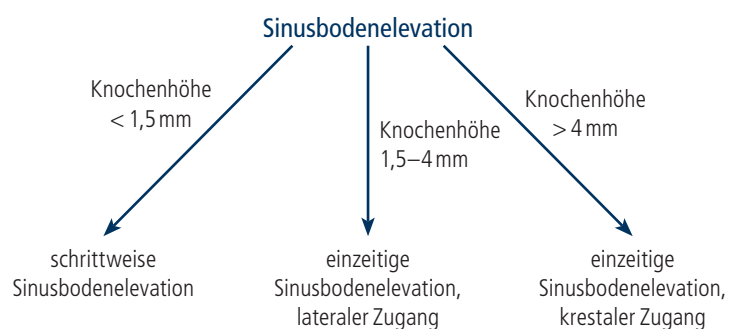
Implantatlänge

Die Stabilität eines Implantates korreliert mit dem Knochen-Implantat-Kontakt (BIC), und der BIC ist direkt proportional zur Größe der Implantatoberfläche. Wie in Tabelle 3 erkennbar, hat ein Standardimplantat von 4,0 x 15 mm eine Oberflächenausdehnung von 253 mm². Bei Verwendung eines Implantats mit vergrößertem Durchmesser von 6,5 mm wird die gleiche Größe der Oberfläche (256 mm²) mit einem 9 mm langen Implantat erreicht. Infolgedessen wird durch die Verwendung eines Implantats mit vergrößertem Durchmesser weniger Knochenhöhe benötigt, was wiederum bedeutet, dass keine Notwendigkeit besteht, eine große Sinusbodenelevation durchzuführen, um einen besseren Knochen-Implantat-Kontakt zu erreichen.

Sinusbreite		Region		
		Zweiter Prämolare	Erster Molar	Zweiter Molar
Höhe	11 mm	11,6 ± 3,1 mm	15,6 ± 1,4 mm	15,1 ± 1,8 mm
	9 mm	9,6 ± 2,7 mm	13,8 ± 1,3 mm	13,1 ± 1,3 mm
	7 mm	8,0 ± 2,4 mm	10,7 ± 1,4 mm	10,0 ± 1,2 mm

Größe der Implantatoberfläche (mm ²)		Implantatlänge				
		7 mm	9 mm	11 mm	13 mm	15 mm
Implantatdurchmesser	4,0 mm	108	145	183	217	253
	5,5 mm	167	217	267	317	–
	6,5 mm	197	256	317	–	–

Tab. 2: Durchschnittliche Ausdehnung des Sinus (n = 100). – **Tab. 3:** Implantatoberfläche von Neoss-Implantaten.



Tab. 4: Entscheidungsbaum zur Auswahl des geeigneten chirurgischen Verfahrens, ausgehend von der verbleibenden Knochenhöhe.

Konstruktionsmerkmale

Eine hohe Primärstabilität ist von entscheidender Bedeutung, wenn die Einheilzeit minimiert werden soll. Das hier verwendete Implantat mit dem Durchmesser von 6,5 mm hat durch seine Kragenkonstruktion die Fähigkeit, hohe Stabilität in sehr geringem Knochen zu erreichen. Der Kragen ist konisch, die Gewindegänge sind etwas schnittfreudiger und reichen auf dem Kragen näher an die Implantatplattform heran. Diese Kombination erzeugt einen Gewindekeil,

der auch dann greift, wenn die verfügbare Knochenhöhe sehr eingeschränkt ist. Das Implantat hat auch eine abgerundete Spitze, um scharfe Kanten zu vermindern, welche die Schneider'sche Membran im Verlauf der Insertion und Heilung zerreißen könnten.

Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen

Durch Kombination der technischen und wissenschaftlichen Fortschritte, die im Verlauf der letzten Jahrzehnte gemacht wurden, ist ein Verfahren zur Sinusbodenelevation entwickelt worden, bei dem Zahnextraktion, Sinusbodenelevation, Implantation und Einsetzen des Abutments in einer Sitzung durchgeführt werden. Durch die Verwendung eines Implantats mit vergrößertem Durchmesser, das speziell konstruiert wurde, um hohe Stabilität in sehr wenig Knochen zu erreichen, wird die Einheilzeit minimiert, und die endgültige Zahnersatzversorgung kann innerhalb von drei bis vier Monaten eingegliedert werden. Das Konzept ist in Abbildung 3 zusammengefasst.

Wann ist es sicher, einen krestalen Zugang zu wählen, wann sollte eine laterale Fensterung angelegt werden und in welchen Fällen ist ein stufenweiser Ansatz zu wählen? Die Höhe des verbleibenden Knochens ist der entscheidende Faktor. Ein Entscheidungsdiagramm ist in Tabelle 4 dargestellt.

Nachfolgend werden zwei klinische Fallbeispiele vorgestellt, bei denen ein einzeitiger Ansatz zur operativen Sinusbodenelevation Verwendung findet. Der erste Fall wurde mithilfe des

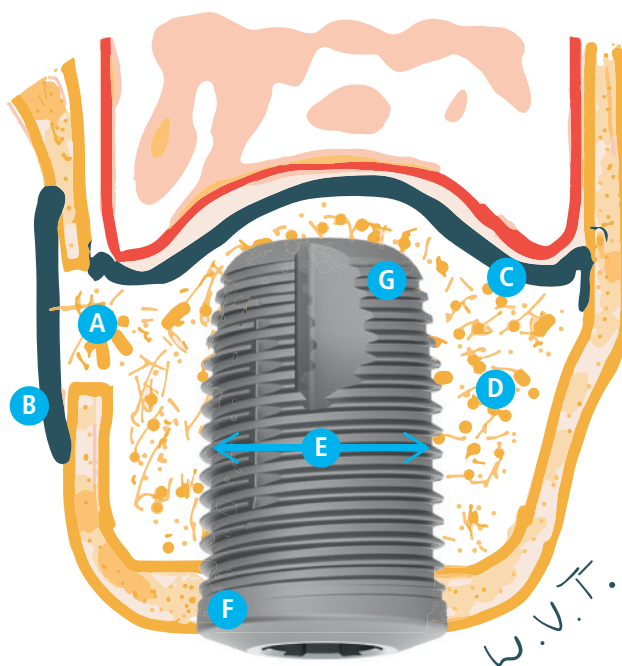


Abb. 3: Faktoren, die die Heilungszeit beeinflussen. (A) Kleines laterales Fenster für eine schnellere Heilung. (B) Abdeckung des Fensters mit einer Membran. (C) Mit einer GBR-Membran die Schneider'sche Membran abdecken, falls sie sehr dünn oder perforiert ist. (D) Allogenes Spenderknochenmaterial. (E) Implantatkörper mit vergrößertem Durchmesser minimiert die Breite der Augmentation. (F) Sehr retentive Kragenkonstruktion. (G) Abgerundete Spitze.

lateralen Zugangs und der zweite Fall mithilfe des krestalen Zugangswegs durchgeführt. Des Weiteren werden klinische Ergebnisse von insgesamt 99 Patienten zusammengefasst, die mit Implantaten (ProActive®, 6,5 mm; Neoss) versorgt wurden.

Fall 1: Einzeitig laterale Sinusbodenelevation

Der folgende Fall wurde im Juni 2013 behandelt. Es war die erste Patientin, die mit einem Neoss ProActive® Implantat mit einem Durchmesser von 6,5 mm versorgt wurde. Die Ausgangs-

situation zeigte bei der 52-jährigen Patientin eine schwere Parodontitis. Der Zahn 26 war nicht mehr erhaltungswürdig. Des Weiteren stand nur eine begrenzt verbleibende Knochenhöhe unterhalb des Sinus zur Verfügung. Nach intensiver Aufklärung der Patientin über Versorgungsmöglichkeiten entschied sie sich für eine festsitzende Versorgung mit Knochenaufbau. Dementsprechend wurde der Zahn 26 extrahiert und ein DVT zur Kontrolle und für die weitere Planung angefertigt. Nach Abklärung der Situation wurde lateral ein kleines seitliches Fenster mit einem speziellen Bohrerst set gebohrt.



Abb. 4

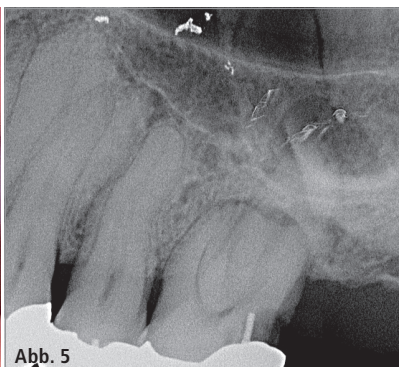


Abb. 5

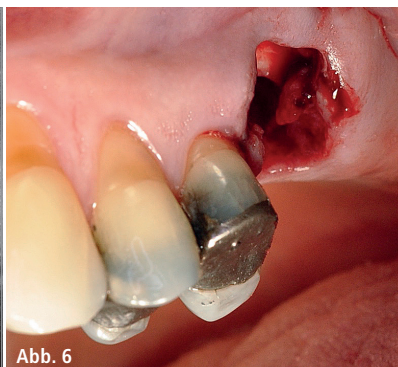
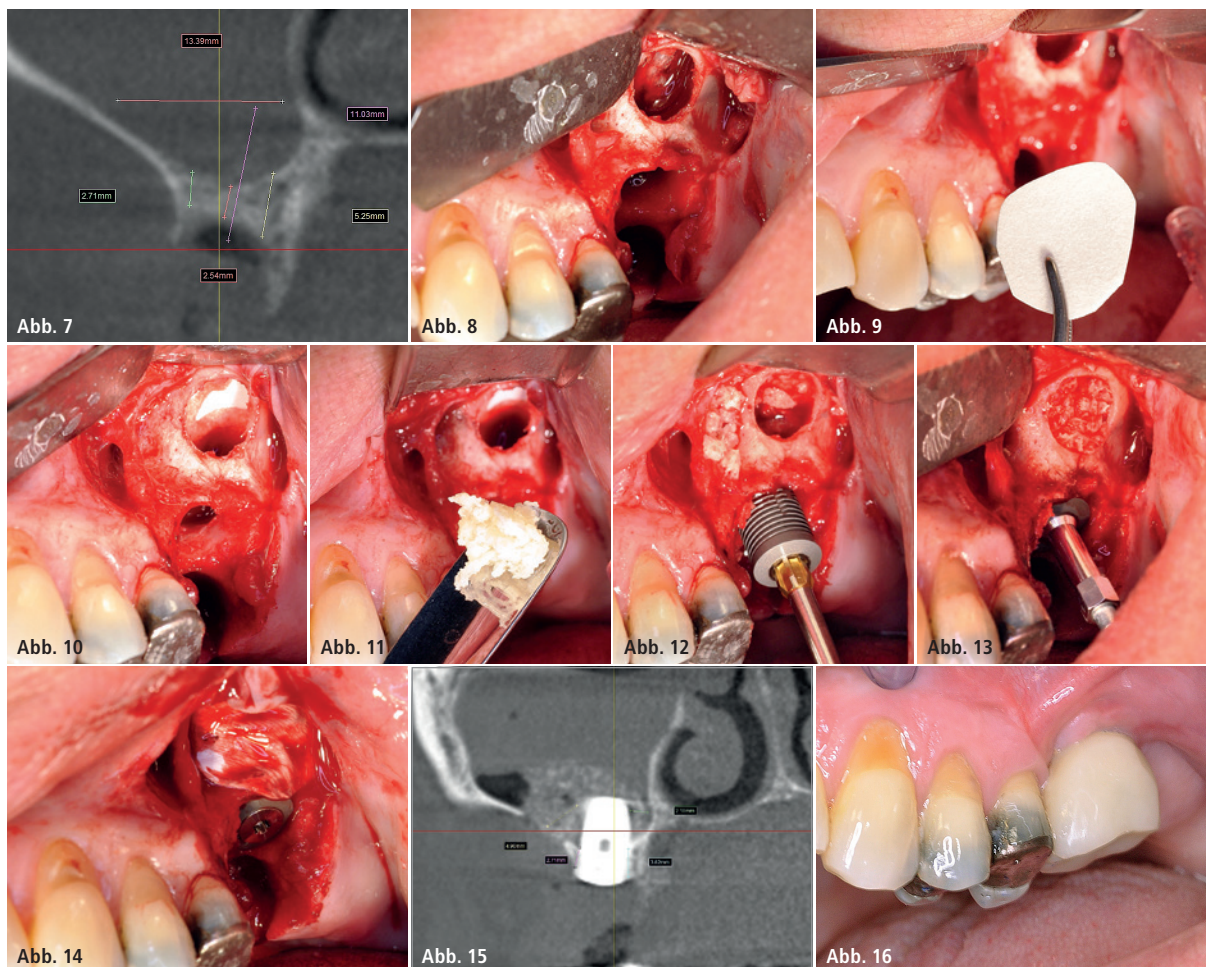


Abb. 6

Fall 1 – Abb. 4: Ausgangssituation: Schwere Parodontitis. Die Extraktion des Zahns 26 ist erforderlich. – **Abb. 5:** Die Ausgangsröntgenaufnahme zeigt Parodontalprobleme und begrenzte verbleibende Knochenhöhe unterhalb des Sinus. – **Abb. 6:** Der erste obere Molar ist extrahiert.



Fall 1 – Abb. 7: DVT nach der Exzision. – **Abb. 8:** Ein kleines seitliches Fenster wird mit einem speziellen Bohrerst mit einem speziellen Bohrerst gebohrt. – **Abb. 9:** Eine resorbierbare Kollagenmembran wird angepasst, um die sehr dünne Schneider'sche Membran zu schützen. – **Abb. 10:** Kollagenmembran in situ. – **Abb. 11:** Die Augmentation wird mit einem hydratisierten körnigen Allograft aufgefüllt. – **Abb. 12:** Implantatinserterion. – **Abb. 13:** Gute Primärstabilität wird erreicht (ISQ 80/75). – **Abb. 14:** Das seitliche Fenster wird mit einer resorbierbaren Kollagenmembran abgedeckt. – **Abb. 15:** DVT nach Implantatinserterion. Nach vier Monaten Einheilung ist der ISQ auf 85/85 gestiegen. – **Abb. 16:** Klinische Situation zwei Jahre nach Belastungsbeginn.

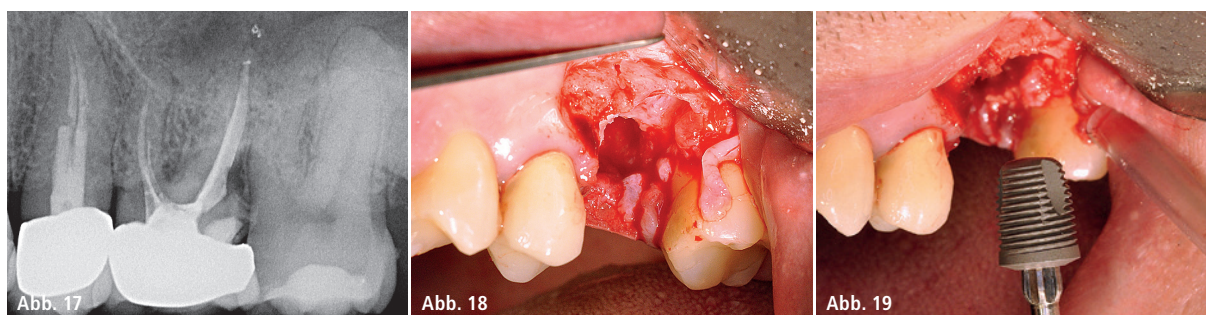
Zudem wurde eine resorbierbare Kollagenmembran angepasst, um die sehr dünne Schneider'sche Membran zu schützen. Die Auffüllung des Defekts erfolgte mit einem hydratisierten körnigen Allograft. Bei der Insertion des Implantats konnte eine gute Primärstabilität erreicht werden. Die röntgenologischen Kontrollen zeigten

keine Auffälligkeiten und eine gute Einheilung (Abb. 4–16).

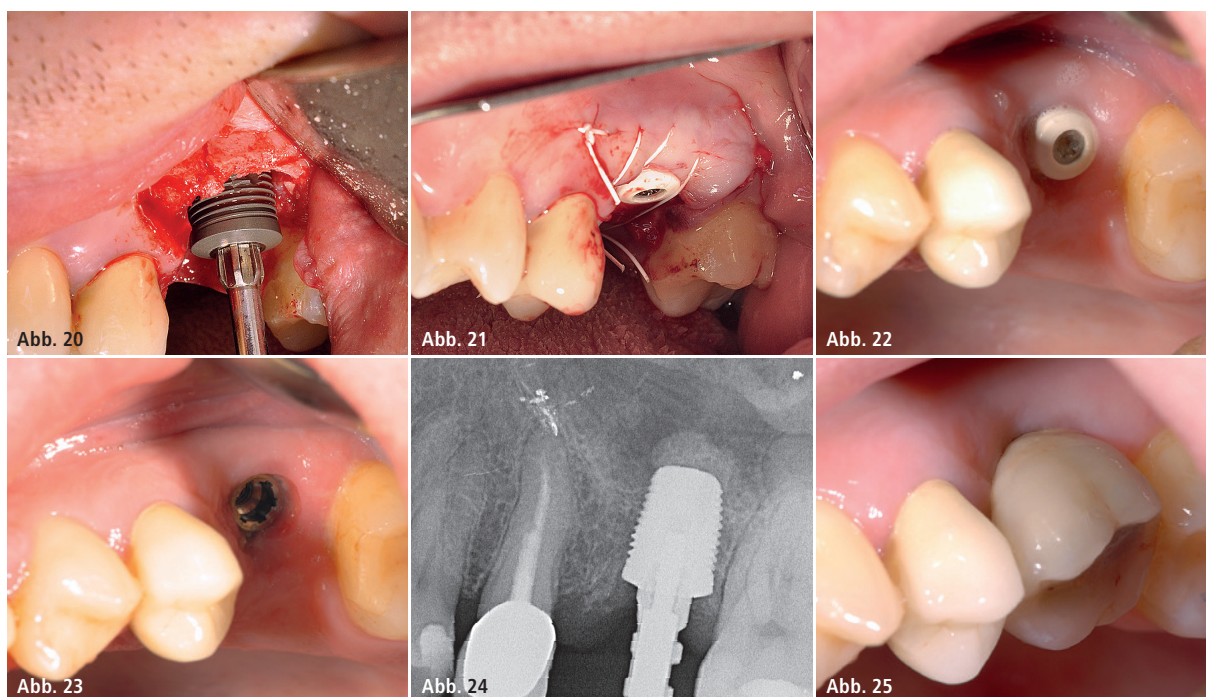
Fall 2: Einzeitig krestale Sinusbodenelevation

Ein 37-jähriger Patient mit Wurzelresorption an Zahn 26 stellt sich in der Praxis vor. Die Röntgenaufnahme

zeigte eine verbleibende Sinusbodenhöhe vom 3 mm. Der Patient wurde über die Behandlungsmöglichkeiten intensiv aufgeklärt und entschied sich für eine festsitzende Versorgung mit Knochenaufbau. Zahn 26 wurde extrahiert. Eine Augmentation erfolgte im krestalen Zugang durch die Implantatkavität. Die Implantatinserterion wurde



Fall 2 – Abb. 17: Zahn 26 mit Wurzelresorption: verbleibende Sinusbodenhöhe 3 mm. – **Abb. 18:** Zahn 26 wurde extrahiert. Die Augmentation erfolgte mit krestalem Zugang durch die Implantatkavität. – **Abb. 19:** Zu beachten ist die geringere Invasivität des Eingriffs im Vergleich zu den Fällen mit der lateralen Fensterung.



Fall 2 – Abb. 20: Insertion eines ProActive® Implantates (6,5x9 mm): Eindrehmoment 48 Ncm, ISQ 68/70. – **Abb. 21:** Zur transgingivalen Einheilung unmittelbar nach dem operativen Eingriff auf das Implantat aufgesetztes PEEK-Heilungsabutment. – **Abb. 22:** Guter Weichgewebezustand nach vier Monaten Einheilung. – **Abb. 23:** Die Implantatstabilität stieg von 68/77 ISQ auf 76/82 ISQ nach vier Monaten. – **Abb. 24:** Die Röntgenaufnahme nach vier Monaten Einheilung zeigt neuen Knochen um das gesamte Implantat. – **Abb. 25:** Definitive Krone wurde eingegliedert.

mit einem Eindrehmoment von 48 Ncm durchgeführt. Zur transgingivalen Einheilung unmittelbar nach dem operativen Eingriff wurden PEEK-Heilungsabutments auf das Implantat aufgesetzt. Nach vier Monaten zeigte sich ein guter Weichgewebezustand. Die Implantatstabilität stieg von 68/77 ISQ auf 76/82 ISQ. Während der Einheilungsphase bildete sich neuer Knochen um das gesamte Implantat. Die definitive Krone konnte ohne Einschränkungen eingegliedert werden (Abb. 17–25).

Vorläufige Ergebnisse

99 Patienten wurden mit einem Implantat zwischen Juni 2013 und Juni 2017 versorgt. Insgesamt wurden 161 Implantate mit unterschiedlichen Längen eingesetzt (Tab. 5). Das kurze 7 mm-Implantat wurde später auf den Markt gebracht, als die mit 9 mm und 11 mm Länge. Dementsprechend sind die 7 mm-Implantate im vorliegenden Fallmaterial unterrepräsentiert. Allerdings zeigen die Daten eindeutig, dass das

9 mm-Implantat bei Weitem am häufigsten verwendet wurde, und das deutet darauf hin, dass diese Länge sich für die meisten Fälle eignet. Bei 161 inserierten Implantaten trat ein Implantatverlust auf, daraus resultiert eine Überlebensrate von 99,4 Prozent (Tab. 6). Aus dieser Fallserie ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die hier angewendeten Implantate vorhersagbar, im Rahmen eines Vorgehens mit einzeitiger Sinusbodenelevation, eingesetzt werden können. Die Primärstabilität des Implantats kann in Fällen mit nicht mehr als 1,5 mm Restknochenhöhe erreicht werden.⁸ Weitere Behandlungsfälle mit einzeitiger Sinusbodenelevation werden online in der Bildergalerie dargestellt (siehe QR-Code auf der ersten Seite).

Implantatlänge	Anzahl der Implantate
7 mm	7
9 mm	121
11 mm	33

Tab. 5: Anzahl der Implantate jeder Länge, die eingesetzt wurden.

Indikation	Patientenanzahl	eingesetzte Implantate	verloren gegangene Implantate
laterale Sinusbodenelevation	40	91	1
krestale Sinusbodenelevation	42	53	0
Extraktionssitus	16	16	0
„Rettungsimplantat“	1	1	0
gesamt	99	161	1

Tab. 6: Indikationen und vorläufige Ergebnisse.

Kontakt

Dr. med. dent. Wim van Thoor
Waldfeuchter Straße 301
52525 Heinsberg-Kirchhoven
wim@dr-van-thoor.com
www.dr-van-thoor.de