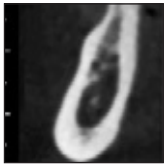


## Augmentation eines schmalen Alveolarkamms im Frontzahnbereich: Geplantes Verschieben der labialen Knochenplatte mit simultaner Einzelzahnimplantation und nachfolgende Bestätigung bei der Wiedereröffnung



Burton Langer, DMD\*  
 Laureen Langer, DDS\*  
 Richard M. Sullivan, DDS\*\*

*In diesem Artikel wird die Effizienz eines Verfahrens zur Expansion des unbezahnten Alveolarkamms mit einer Breite < 3 mm beschrieben. Es wurde eine geplante Grünholzfraktur der labialen Knochenplatte vorgenommen, gleichzeitig wurde ein Implantat inseriert. Barrieremembranen wurden nicht verwendet. Die retrospektive Fallserie betrachtet die langfristigen Ergebnisse von 21 Patienten mit 36 Behandlungsbereichen und 37 Implantaten. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug vier Jahre, beginnend fünf Monate nach der Restauration. Für die Alveolarkammaugmentation wurde in 22 Fällen (61 %) gefriergetrocknetes Knochen-Allograft eingesetzt. Bei der Wiedereröffnung bestätigte sich der Erhalt der verschobenen labialen Knochenplatte nach der Implantatintegration. Drei Implantate wurden wegen der unvollständigen Heilung des darüberliegenden Weichgewebes vor der geplanten Freilegung wieder entfernt. Damit lag die Überlebensrate nach der Labialverschiebung bei 92 %. Nach der Belastung mit der definitiven Restauration versagte keines der Implantate. Damit betrug die kumulative Überlebensrate der belasteten Implantate 100 %. Bei der letzten Kontrolluntersuchung fiel kein signifikanter Knochenverlust auf. Die Nachbeobachtung dauerte neun bis 148 Monate nach Beginn der Belastung. Das Verschieben der labialen Knochenplatte mit einer simultanen Implantation zur horizontalen Alveolarkammaugmentation erwies sich als zuverlässiges und praktikables Verfahren zum Einzelzahnersatz. In diesem Fall sind andere Transplantationsverfahren oft schwierig. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:485-495.)*

\*Privatpraxis, New York, New York, USA.

\*\*Vizepräsident, Clinical Technologies, Nobel Biocare, Yorba Linda, Kalifornien, USA.

Korrespondenz an: Dr. Burton Langer, 933 Fifth Avenue, New York, NY 10021, USA. Fax: +1 212 861 7934. E-Mail: BurtL2@aol.com

Off bestehen erhebliche Schwierigkeiten bei der Behandlung mit osseointegrierten Implantaten, die jedoch durch geringfügige Verfahrensmodifikationen überwunden werden können. Eine dieser problematischen Situationen ist eine dünne labiolinguale oder labiopalatale Knochenwand des Alveolarkamms. Obwohl für diese Fälle Implantate mit geringerem Durchmesser zur Verfügung stehen, kann der Alveolarkamm selbst für diese schmalen Implantate nicht breit genug sein.

Eine horizontale Augmentation ist indiziert, wenn der Alveolarkamm zwar eine ausreichende Knochenhöhe hat, aber zu schmal ist, um ein angemessenes Implantat aufzunehmen. Dieses muss so breit sein, dass es die biomechanischen und restaurativen Ansprüche an einen Zahnersatz erfüllt. Dieses Problem wurde mithilfe unterschiedlicher Verfahren gelöst, die sich für Segmente mit mehreren fehlenden Zähnen als erfolgreich erwiesen haben<sup>1-5</sup>. Es gibt ein paar Literatur-Reviews, in denen eine objektive Übersicht zu den verfügbaren Therapieansätzen und ihren Ergebnissen bei der präimplantären horizontalen Alveolarkammaugmentation geliefert wird<sup>6-9</sup>.

Viele Autoren haben Techniken zur Alveolarkammexpansion im oberen Frontzahnbereich und die

Vorteile einer Simultanimplantation beschrieben<sup>10-13</sup>. Simion et al.<sup>14</sup> griffen auf die Verwendung einer Abfolge von Meißeln zur Aufweitung des schmalen, unbezahnten Alveolarkamms zurück. Da nach der Expansion eine Membran eingelegt wurde, war eine operative Wiedereröffnung erforderlich. Der native und der expandierte Knochen wurden histologisch untersucht. Dabei zeigte der neue Knochen eine normale Trabekelanordnung, ähnlich dem nativen Knochen<sup>14</sup>. Buser et al.<sup>15</sup> expandierten die Knochenbreite mithilfe der gesteuerten Knochenregeneration (GBR). Bei diesem zweizeitigen Verfahren erfolgte die Implantation nach der Knochenexpansion. Jensen et al.<sup>16</sup> verglichen die Effekte verschiedener Lappenoperationen auf die Stabilität des Marginalknochens nach einer Spaltosteotomie des Alveolarkamms. Blus und Szmukler-Moncler<sup>17</sup> führten in einer Studie mit Einzelzahnimplantaten die Osteotomie mit einem Piezosurgery-Instrument durch. Nishioka und Souza<sup>18</sup> berichteten über die Verwendung von Knochenspreizern mit Gewinde bei horizontaler Alveolarkammexpansion im Oberkiefer als Alternativen zu Osteomen. Scipioni et al.<sup>19, 20</sup> verbreiterten den Alveolarkamm mithilfe einer labialen und palatinalen Expansion mit einer gleichzeitigen Implantation. Watzak et al.<sup>21</sup> untersuchten die horizontale Alveolardistraktion bei Einzelzahnimplantaten. Sie verwendeten dazu modifizierte Knochen-Mikroschrauben in einem mehrzeitigen Vorgehen. Bei sieben Patienten wiesen sie durch den Vergleich der prä- und postoperativen Computertomografien eine horizontale Expansion nach.

In dem vorliegenden Artikel wird über ein Verfahren mit Expansion der labialen Knochenplatte durch eine geplante Grünholzfraktur berichtet. Bei der Wiedereröffnung des Be-

reichs konnte der Erfolg des Verfahrens bestätigt werden. Um das Heilungspotenzial der Knochenmarkzellen zu nutzen und die Verwendung von Membranen zu vermeiden, wird das Implantat simultan in den verschobenen (expandierten) labialen Knochen gesetzt.

## Material und Methode

Die für dieses Verfahren ausgewählten Patienten wiesen eine labiale Knochenplatte mit einer Dicke  $\leq 3$  mm auf. Vor der Behandlung wurde mithilfe einer neuformatierten Computertomografie das Vorhandensein eines Knochenmarkspalts zwischen den beiden Kortikaliswänden bestätigt (Abb. 1a). Falls kaum ein Markraum zu erkennen war, wurde der Knochen als zu schmal und zu unergiebig für dieses Verfahren eingestuft, da für eine zuverlässige Regeneration ein gewisser Vorrat an Markzellen vorhanden sein muss.

Bei der Implantation wurde ein Vollschichtlappen abgehoben. Anschließend wurde mit einem 2-mm-Spiralbohrer das Implantatbett in der gewünschten Tiefe vorgebohrt. Danach wurde der labiale Kortex mit einem kleinen (0,6 mm), runden Karbidbohrer oder einem Piezosurgery-Instrument mehrfach bis in den Markraum perforiert, sodass das je nach Anatomie rechteckige oder trapezoide Implantatbett etwas breiter war als das geplante Implantat (Abb. 1b). Dann wurde das Implantatbett mit einem 2,7-mm-Spiralbohrer mit langsamer Drehgeschwindigkeit (etwa 25/min) weiter verbreitert. Nachdem der Alveolarkamm eine ausreichende Breite hatte, wurde ein 3-mm-Spiralbohrer mit langsamer Geschwindigkeit verwendet. So kann eine mögliche Fenestrierung des Knochens verhindert werden, die bei höheren Geschwindigkeiten auftritt.

War die labiopalatinale oder labiolinguale Knochendicke deutlich reduziert, wurde das Implantatbett nur mit dem 2-mm-Spiralbohrer präpariert, um die vollständige Zerstörung der labialen Knochenplatte zu verhindern. In dieser Situation wurden kegelförmige Osteotome verwendet, nachdem die labiale Knochenplatte vollständig im gesamten Umfang abgetrennt war. Somit wurde sichergestellt, dass das Osteotom die gesamte Knochenplatte nach labial verschiebt. Die weitere apikale Osteotomie wurde mit einem 2,7-mm-Spiralbohrer bei langsamer Geschwindigkeit beendet. Dieses Vorgehen schont die verschobene labiale Knochenplatte und erlaubt trotzdem eine apikale Präparation, sodass das Implantat fest im apikalen Bereich verankert werden kann.

Verwendet wurden Implantate mit einem Durchmesser von 3,3 bis 4,3 mm. Beim Setzen des Implantats in den Osteotomiebereich wurde die labiale Knochenplatte horizontal nach außen gedrückt (Abb. 1c). Meistens wurde die Knochenplatte jedoch nicht vollständig bewegt.

Abhängig von der subjektiven Beurteilung der Verschiebung, dem Aussehen der Spalte und der Gefäßversorgung wurde über die Verwendung eines Allografts aus spongiösem demineralisiertem gefriergetrocknetem Knochen (DFDBA-Cancellous, Miami Bone Bank) entschieden. Anschließend wurde ein spannungsfreier Weichgewebsverschluss durchgeführt, dann folgte eine vier- bis sechsmonatige belastungsfreie Einheilphase.

Bei der Zweitoperation wurde das Implantat freigelegt und eine Einheilkappe eingesetzt. Dazu wurde ein Vollschichtlappen gebildet, um unter direkter Sicht die knöcherne Integration des Implantats zu bestätigen und den Knochengewinn zu beurteilen (Abb. 1d). Die Belastung

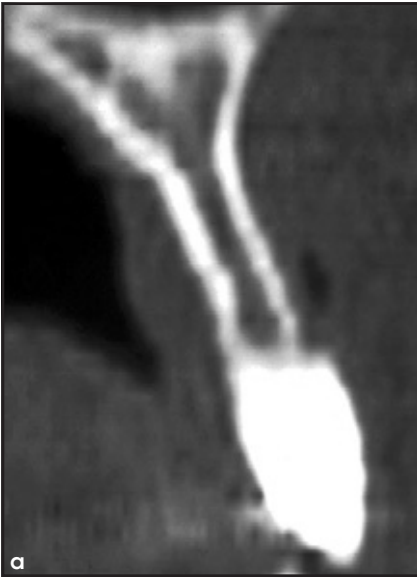
des Implantats durch ein Provisorium wurde entweder am selben Tag oder bis zu einem Monat nach der Zweitoperation begonnen. Nach dem Einsetzen der definitiven Restauration wurden routinemäßig Fotografien angefertigt und klinische sowie radiologische Kontrolluntersuchungen durchgeführt (Abb. 1e und 1f).

### Ergebnis

Bei insgesamt 21 Patienten (12 Frauen, neun Männer; Altersbereich 17 bis 63 Jahre) wurden 36 Implantate gesetzt (25 im Oberkiefer, 11 im Unterkiefer). Die Patienten wiesen im Alveolarkamm eine labiolinguale Breite von  $\leq 3$  mm auf. Damit bestand die Indikation für eine Alveolarkammexpansion mit Befundkontrolle bei der Wiedereröffnung. Alle Patienten wurden von demselben Operateur behandelt (Abb. 2a bis e und 3a bis e). An 22 Bereichen (61 %) erfolgte eine Augmentation mit spongiösem DFDBA, mit dem der Spalt aufgefüllt und aus ästhetischen Gründen das bukkale Knochenvolumen erhöht wurde. Die Implantate hatten einen Durchmesser von 3,3 bis 4,3 mm und eine Länge von 8,5 bis 18 mm (Tabelle 1).

Ein Oberkieferimplantat wurde nach drei Monaten entfernt und später ersetzt; dieses zusätzliche Implantat wird in Tabelle 1 als Zweiteingriff aufgeführt (Patient 8). Damit wurden in die expandierten Bereiche insgesamt 37 Implantate gesetzt. Bei einem Patienten wurden nach einem Monat wegen mangelnder Primärstabilität und anschließender Exposition zwei Unterkieferimplantate entfernt. Derzeit erfolgt in einem Bereich eine Transplantation, während in dem anderen ein Implantat gedeckt einheilt. Die 34 restaurierten Implantate wurden für neun bis





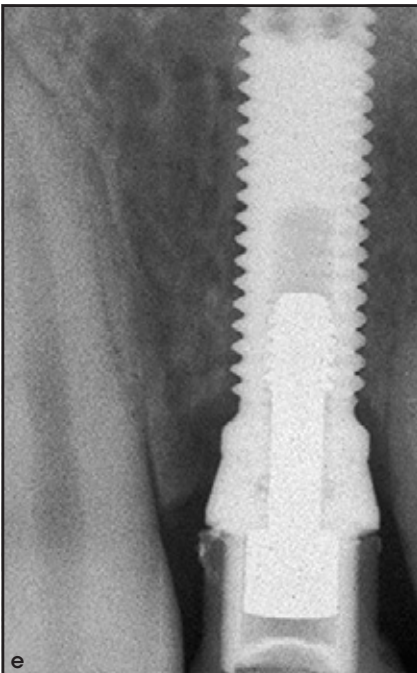
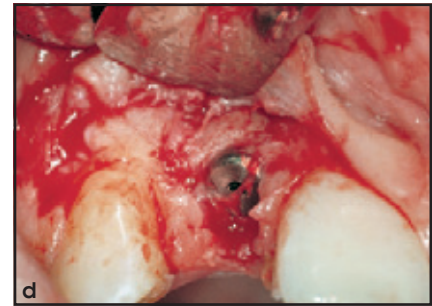
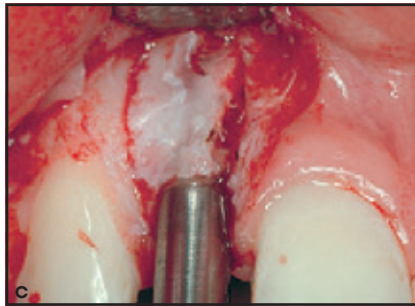
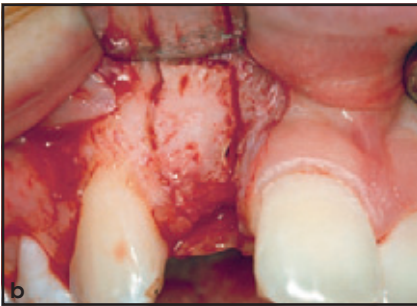
**Abb. 1a** Ausgangssituation: CT des schmalen Alveolarkamms, dessen Breite für ein Implantat mit einem Durchmesser von 3,3 bis 4 mm nicht ausreicht.

**Abb. 1b** Die trapezoide Osteotomie in das darunterliegende Mark erlaubt das Verschieben der labialen Knochenplatte bei der Insertion des Implantats.

**Abb. 1c** Das Implantat war beim Eindrehen in den Osteotomiebereich sichtbar und drückte die labiale Knochenplatte nach außen. So entstand ein Spalt, der mit oder ohne Knochenersatzmaterial abheilte.

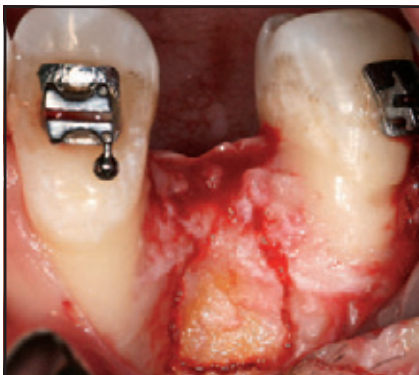
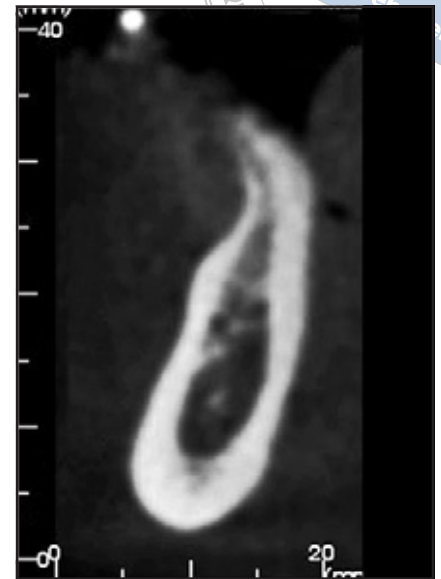
**Abb. 1d** Bei der Wiedereröffnung ist Knochen über dem Implantat zu sehen und die Reparatur der Osteotomiebereiche.

**Abb. 1e und 1f** (e) Radiologischer und (f) klinischer Befund des rechten lateralen Schneidezahns bei der Kontrolle nach 12 Jahren.



**Abb. 2a** (links) Durch eine kieferorthopädische Zahnbewegung wurde Platz für ein Implantat im Bereich des unteren rechten ersten Prämolaren geschaffen.

**Abb. 2b** (rechts) CT eines Alveolarkamms, bei dem die ersten 6 mm des Knochens nur 2,5 mm breit sind.



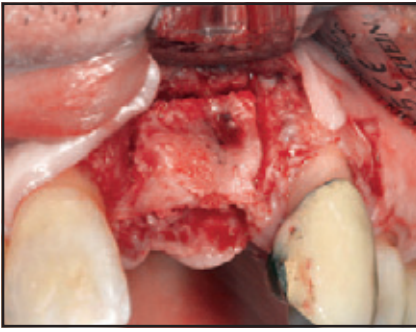
**Abb. 2c** Im Operationsfeld wurde die labiale Knochenplatte trapezoidförmig perforiert und das darunterliegende Mark eröffnet.



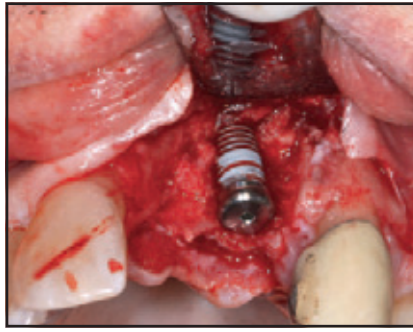
**Abb. 2d** Zunächst wurde die bukkale Knochenplatte mit einem schmalen Gewindebohrer verschoben. Bei der Insertion des Implantats mit einem Durchmesser von 3,75 mm wurde der mesiale Anteil der labialen Knochenplatte vom Implantat weggeschoben, während der distale Anteil weiterhin anheftete, sodass die Platte „abklappte“. Die gesamte labiale Knochenplatte wurde mit einem DFDBA-Allograft bedeckt und mit dem Bukkallappen abgedeckt.



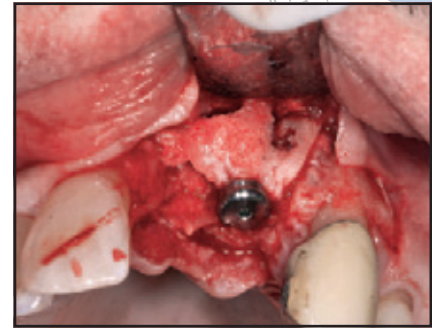
**Abb. 2e** Bei der Wiedereröffnung hatte sich auf der gesamten labialen Platte neuer Knochen gebildet.



**Abb. 3a** Der Patient hatte durch ein Trauma den oberen linken zentralen und lateralen Schneidezahn verloren, die durch ein oder zwei Implantate ersetzt werden sollten.



**Abb. 3b** Beim Setzen des Implantats in der Position des lateralen Schneidezahns war der labiale Knochen vollständig abgelöst.



**Abb. 3c** Der labiale Knochen wurde über das Implantat gelegt, sodass er das labial exponierte Gewinde abdeckte. Ein Teil des verschobenen Knochens wurde in den Bereich des zentralen Schneidezahns verbracht und beide Bereiche mit DFDBA transplantiert.

**Tabelle 1**

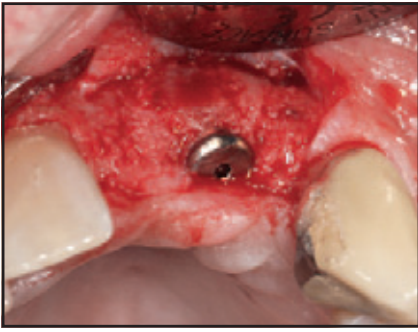
**Zeitpunkte der Implantation und Wiedereröffnung, Dauer der Nachbeobachtungszeit der restaurierten Implantate**

Patient	Geschlecht	Implantation	Implantatfreilegung	Follow-up nach Belastung	Bereich*	Implantatgröße (mm)
1	W	5/22/92	1/5/93	12 J., 4 Mon.	12	3,75 × 13,0
1		5/22/92	1/5/93	12 J., 4 Mon.	22	3,75 × 15,0
2	W	6/1/95	1/11/96	11 J., 1 Mon.	12	3,75 × 15,0
2		6/1/95	1/11/96	11 J., 1 Mon.	22	3,75 × 18,0
3	W	10/3/01	10/16/02	8 J., 4 Mon.	12	4,00 × 10,0
3		10/31/01	10/16/02	8 J., 4 Mon.	14	3,75 × 10,0
3		4/11/02	10/16/02	8 J., 4 Mon.	17	4,00 × 10,0
3		4/11/02	10/16/02	8 J., 4 Mon.	22	3,75 × 10,0
3		4/11/02	10/16/02	8 J., 4 Mon.	23	3,75 × 10,0
4	W	7/23/03	5/25/04	5 J., 1 Mon.	23	3,75 × 8,5
5	W	12/17/04	11/10/05	5 J., 2 Mon.	22	3,30 × 13,0
6	M	4/7/06	9/26/06	3 J., 0 Mon.	42	3,50 × 13,0
7	W	8/4/06	1/9/07	4 J., 1 Mon.	24	3,50 × 13,0
8	M	11/08/06	Removed	3 J., 11 Mon.	22	4,30 × 13,0
		2/9/07	6/15/07	3 J., 11 Mon.	22	4,00 × 10,0 <sup>†</sup>
9	M	11/14/06	4/25/07	3 J., 11 Mon.	42	3,50 × 13,0
10	W	5/16/07	11/09/07	3 J., 6 Mon.	37	4,00 × 10,0
10		5/16/07	11/9/07	3 J., 6 Mon.	36	4,00 × 11,5
10		5/16/07	11/9/07	3 J., 6 Mon.	35	4,00 × 11,5
11	M	11/7/07	11/4/08	2 J., 3 Mon.	22	3,75 × 15,0
11		5/20/08	11/4/08	1 J., 11 Mon.	21	3,30 × 11,5

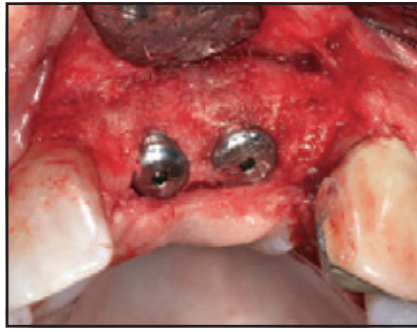
\*FDI-Zahnschema.

<sup>†</sup>Letztes Implantat.

W = weiblich, M = männlich, TiU = TiUnite, ReplSel = Replace Select, OK = Oberkiefer, UK = Unterkiefer.



**Abb. 3d** Bei der Wiedereröffnung war das gesamte Implantat von Knochen bedeckt. Das Knochenangebot reichte für die Insertion eines zweiten Implantats im Bereich des zentralen Schneidezahns.



**Abb. 3e** Die zweite Wiedereröffnung zeigte an beiden Stellen eine vollständige Knochenregeneration.

Design	Kiefer	Verlust	Ersatz	Transplantat
Bränemark Std	OK			
Bränemark Std	OK			
Mk II	OK			DFDBA-spongiös
Mk II	OK			DFDBA-spongiös
Mk IV, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Mk IV, TiU	OK			
Mk III, TiU	OK			
Mk III, TiU	OK			
Mk III	OK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	OK			
ReplSel, TiU	UK			
ReplSel, TiU	OK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU Mk III, TiU†	OK	1/27/07	2/9/07	DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	UK			
Mk III, TiU	UK			
Mk III, TiU	UK			
Mk III, TiU	UK			
Mk III, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	OK			DFDBA-spongiös



**Tabelle 1** Zeitpunkte der Implantation und Wiedereröffnung, Dauer der Nachbeobachtungszeit (Forts.) der restaurierten Implantate

Patient	Geschlecht	Implantation	Implantatfreilegung	Follow-up nach Belastung	Bereich*	Implantatgröße (mm)
12	W	2/22/08	9/25/08	1 J., 11 Mon.	26	3,75 × 11,5
12		2/22/08	9/25/08	1 J., 4 Mon.	27	3,75 × 11,5
13	M	5/13/08	12/16/08	2 J., 3 Mon.	12	3,50 × 13,0
14	M	8/15/08	2/17/09	1 J., 10 Mon.	12	3,50 × 15,0
14		8/15/08	2/17/09	1 J., 10 Mon.	22	3,50 × 13,0
15	W	11/20/08	6/25/09	1 J., 4 Mon.	42	3,30 × 11,5
16	M	1/16/09	5/22/09	1 J., 11 Mon.	34	3,75 × 11,5
16		1/16/09	5/22/09	1 J., 11 Mon.	44	3,50 × 13,0
17	M	1/21/09	7/21/09	1 J., 3 Mon.	42	3,30 × 13,0
18	M	4/16/09	4/16/09	2 J., 1 Mon.	12	3,50 × 13,0
18		4/16/09	4/16/09	2 J., 1 Mon.	22	3,50 × 13,0
19	F	4/22/09	8/4/09	1 J., 6 Mon.	22	3,50 × 13,0
20	F	1/26/10	5/25/10	0 J., 9 Mon.	11	3,30 × 14,0
20		1/26/10	5/25/10	0 J., 9 Mon.	21	3,30 × 14,0
21	F	11/24/10	10/6/11	0 J., 0 Mon.	33	3,50 × 10,0
21		11/24/10			43	3,50 × 10,0

\*FDI-Zahnschema.

†Letztes Implantat.

W = weiblich, M = männlich, TIU = TIUnité, ReplSel = Replace Select, OK = Oberkiefer, UK = Unterkiefer.

148 Monate routinemäßig klinisch und radiologisch beobachtet. Da keines der belasteten Implantate versagte, betrug ihre kumulative Überlebensrate 100 % (Tabelle 2). In allen Bereichen mit überlebenden Implantaten war der Alveolarkamm breiter als vor dem Eingriff, und zwar unabhängig davon, ob die labiale Knochenplatte frakturiert und vollständig abgelöst oder der Spalt mit Transplantatmaterial aufgefüllt worden war.

### Diskussion

Theoretisch wäre ein Teilschichtlappen erforderlich, um die Blutversorgung der labialen Knochenplatte aufrechtzuerhalten. Allerdings besitzt selbst ein dünner unbezahnter Alveolarkamm im Gegensatz zu einer dünnen Labialwand an einer Zahnwurzel eine gewisse Menge aktives Knochenmark. Das Anlegen eines Teilschichtlappens zum Erhalt der labialen Gefäßversorgung der verschobenen Knochenplatte hätte bedeutet, dass die Operation blind hät-

te durchgeführt werden müssen, und eine Befundkontrolle beim Zweiteingriff wäre unmöglich geworden.

Bei jeder der vorgestellten Behandlungen wurde ein Vollschichtlappen abgehoben, und zwar sowohl initial für die Expansion als auch beim Zweiteingriff nach mehreren Monaten. So konnte das Implantat freigelegt und gleichzeitig die die Knochenbreite und Implantatintegration kontrolliert werden, da eine direkte Sicht auf den Bereich bestand. Zur Dokumentation wurden zusätzlich Fotografien angefertigt.

Design	Kiefer	Verlust	Ersatz	Transplantat
Mk III, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	OK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	OK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	OK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	UK			
Mk III, TiU	UK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	UK			DFDBA-spongiös
Mk III, TiU	UK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	OK			
ReplSel, TiU	OK			
ReplSel, TiU	OK			DFDBA-spongiös
Roxidid	OK			DFDBA-spongiös
Roxidid	OK			DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	UK	12/23/10	4/5/11	DFDBA-spongiös
ReplSel, TiU	UK	12/23/10		DFDBA-spongiös

Da die labiale/linguale Blutversorgung der labialen Knochenplatte nach der Verschiebung nicht mehr intakt war, hing das Überleben der Labialplatte davon ab, ob Verbindungen zum Knochenmark und zu den lateralen Knochenrändern wiederhergestellt werden konnten sowie von der Versorgung der labialen Weichgewebe. Dies ähnelt der Angiogenese bei einer Distractionsosteogenese oder LeFort-I-Osteotomie. Diese Ergebnisse zeigen, dass die verschobene Labialplatte als Barriermembran funktioniert, wenn sie

in den nun breiteren Alveolarkamm integriert wird, was insbesondere durch die histologischen Befunde von Simion et al.<sup>14</sup> gestützt wird.

Das Verfahren war unabhängig von der Verwendung eines Allografts erfolgreich und alle Implantate waren bis zum ersten Gewindegang mit Knochen gedeckt. Bei etwa 20 % der auf diese Weise behandelten Defekte wurde die labiale Knochenplatte vollständig abgelöst, über das Implantat gelegt und mit partikuliertem Allograft transplantiert. Mit zunehmender Erfahrung wurde deut-

lich, dass Defekte, die nicht nur im Spalt, sondern auch auf der Bukkalfläche der Labialplatte transplantiert wurden, mehr Knochenmasse und damit ein günstigeres ästhetisches Ergebnis erreichten.

Die Heilungszeiten des Zweiteingriffs wurden durch dieses Verfahren nicht verlängert. Zur Bestätigung des angestrebten Heilungserfolgs wurde der Behandlungsbereich in einem der ersten Fälle nach vier Monaten wiedereröffnet und die vollständige Neubildung der bukkalen Knochenplatte festgestellt. Es ist durchaus

**Tabelle 2 Analyse der Lebensstafel**

Zeit (J.)	Patienten (n)	Implantate (n)	Verlust (n)	Überleben (%)	Kumulative Überlebensrate (%)
0	21	37	3	91,9	91,8
0-1	20	34	0	100,0	91,8
1-2	19	32	0	100,0	91,8
2-3	17	30	0	100,0	91,8
3-4	11	20	0	100,0	91,8
4-5	9	17	0	100,0	91,8
5-6	5	11	0	100,0	91,8
6-7	4	10	0	100,0	91,8
7-8	3	9	0	100,0	91,8
8-9	3	9	0	100,0	91,8
9-10	3	9	0	100,0	91,8
10-11	2	4	0	100,0	91,8
11-12	2	4	0	100,0	91,8
12-13	1	2	0	100,0	91,8

möglich, dass sich neuer Knochen nach nur dreimonatiger Reifung bildet. Bei den ersten Patienten erfolgte die Wiedereröffnung, um die Eignung des Verfahrens visuell zu überprüfen. Nachdem dies mehrfach bestätigt worden war, wurde es routinemäßig auch außerhalb dieser Studie eingesetzt und der Erfolg anhand der Implantatstabilität und der radiologischen Knochenhöhe bestimmt, ohne einen Vollschichtlappen abzuheben, sofern dies nicht aus anderen Gründen indiziert war.

Wie bei jedem Verfahren muss der Chirurg mit der Technik vertraut werden und vor der Präparation erken-

nen, bei welchen Defekten sie indiziert ist. Die Entscheidung für ein Expansionsverfahren muss auf jeden Fall vor der Präparation des Implantatbetts gefällt werden, da zuerst die vertikalen und horizontalen Entlastungsschnitte für das Verschieben der labialen Knochenplatte geführt werden. Wird die labiale Knochenplatte bei der Implantatosteotomie beschädigt, ohne dass sie zum Verschieben präpariert worden ist, kann nicht mit einer erfolgreichen Expansion gerechnet werden.

Die drei beschriebenen Fälle von Implantatmisserfolgen waren aufgrund von zu geringer und zu dün-

ner Spongiosa entstanden. In diesen Fällen wurden die labiale und die linguale Kortikalisplatte frakturiert, sodass die Implantatstabilität nicht mehr gewährleistet war. Damit war die Grenze überschritten, bis zu der der Markraum für eine Revaskularisierung des verschobenen Knochens ausreicht. Diese Form der Alveolarkammexpansion kann nicht nur bei einer simultanen, sondern auch bei einer zweizeitigen Implantation erfolgen. Ein zweizeitiges Vorgehen empfiehlt sich, wenn der Knochen sehr dünn und kein deutlicher Markraum erkennbar ist. Im ersten Schritt wird der Knochen verbreitert und in einem zweiten nach drei bis vier Monaten das Implantat gesetzt.

### Schlussfolgerungen

Die langfristigen Ergebnisse zeigen, dass das Verschieben der labialen Knochenplatte mit einer simultanen Einzelzahnimplantation zur Verbreiterung des Alveolarkamms bei schmalen Einzelzahnücken gut geeignet ist. Die Beobachtung über neun bis 148 Monate bestätigte ein stabiles Knochen- und Weichgewebsvolumen an den restaurierten Implantaten. Bei der Wiedereröffnung wurde der Erhalt der verschobenen Labialplatte nach der Implantatintegration belegt. Aufgrund dieser Informationen kann bei der Wiedereröffnung das Abheben eines Vollschichtlappens unterbleiben, sofern sich die radiologisch bestimmte Knochen- und Weichgewebsstabilität vor der Wiedereröffnung im Normalbereich bewegt.

### Offenlegung

Dr. Sullivan ist bei Nobel Biocare, dem Hersteller der in dieser klinischen Fallserie verwendeten Implantate, angestellt.

## Literatur

1. Block MS, Degen M. Horizontal ridge augmentation using human mineralized particulate bone: Preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(suppl 2): 67-72.
2. Koo S, Dibart S, Weber HP. Ridge-splitting technique with simultaneous implant placement. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:106-110.
3. Santagata M, Guariniello L, D'Andrea A, Tartaro G. A modified crestal ridge expansion technique for immediate placement of implants: A report of three cases. *J Oral Implantol* 2008;34:319-324.
4. Danza M, Guidi R, Carinci F. Comparison between implants inserted into piezo split and unsplit alveolar crests. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2460-2465.
5. Jensen OT, Mogyoros R, Owen Z, Cottam JR, Alterman M, Casap N. Island osteoperiosteal flap for alveolar bone reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68:539-546.
6. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(suppl 2):136-159.
7. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):49-70.
8. Donos N, Mardas N, Chadha V. Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: Systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy). *J Clin Periodontol* 2008;35(suppl): 173-202.
9. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):237-259.
10. Misch CM. Implant site development using ridge splitting techniques. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2004;16: 65-74, vi.
11. Calvo Guirado JL, Pardo Zamora G, Saez Yuguero MR. Ridge splitting technique in atrophic anterior maxilla with immediate implants, bone regeneration and immediate temporisation: A case report. *J Ir Dent Assoc* 2007;53:187-190.
12. Santagata M, Guariniello L, D'Andrea A, Tartaro GP. Single-tooth replacement in the esthetic zone with ridge expansion osteotomy: A clinical report and radiographic results. *J Oral Implantol* 2008;34: 219-222.
13. Demarosi F, Leghissa GC, Sardella A, Lodi G, Carrassi A. Localised maxillary ridge expansion with simultaneous implant placement: A case series. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2009;47:535-540.
14. Simion M, Baldoni M, Zoffe D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a split-crest technique and guided tissue regeneration *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:463-473.
15. Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study in 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:420-432.
16. Jensen OT, Cullum DR, Baer D. Marginal bone stability using 3 different flap approaches for alveolar split expansion for dental implants: A 1-year clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1921-1930.
17. Blus C, Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: A 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:700-707.
18. Nishioka RS, Souza FA. Bone spreader technique: A preliminary 3-year study. *J Oral Implantol* 2009;35:289-294.
19. Scipioni A, Calesini G, Micarelli C, Coppè S, Scipioni L. Morphogenic bone splitting: Description of an original technique and its application in esthetically significant areas. *Int J Prosthodont* 2008;21: 389-397.
20. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G, Bruschi E, De Martino C. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: Histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:269-277.
21. Watzak G, Zechner W, Tepper G, Vasak C, Busenlechner D, Bernhart T. Clinical study of horizontal alveolar distraction with modified micro bone screws and subsequent implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:723-729.