

G. Dhom<sup>1</sup>, P. Gehrke<sup>1</sup>

## Das Einzelzahnimplantat: Indikationen, Richtlinien und Risikofaktoren zur Sofortimplantation

Verschiedene Behandlungskonzepte und die rasante Weiterentwicklung der enossalen Implantologie in den letzten Jahren ermöglichen den chirurgischen Eingriff zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Das historische Implantatprotokoll nach *Brånemark* et al. [4] wurde unter einer Reihe von Voraussetzungen entwickelt, die aus heutiger Sicht limitierend erscheinen. Zum Zeitpunkt der Entwicklung des Behandlungsprotokolls war die primäre Indikation von dentalen Implantaten die Versorgung des zahnlosen, atrophierten Unterkiefers mit Verankerungselementen für herausnehmbare Prothesen. Der Erstzahn von Einzelzähnen blieb therapeutisch unberücksichtigt. Eine Studiengruppe um *Schulte* [15] verfolgte schon Anfang der 70er Jahre das Konzept der frühest möglichen Implantatinsertion zum Erhalt von anatomischen Hart- und Weichgewebsstrukturen. Wesentliches Kriterium für den Erhalt der knöchernen Strukturen des Alveolarfortsatzes ist das Vorhandensein einer funktionell beanspruchten Zahnwurzel oder eines Implantates. Die frühzeitige und sofortige Implantation mit einem wurzelanalogem Implantatdesign ist ein klinisch erprobtes und wissenschaftlich dokumentiertes Verfahren in der dentalen Implantologie. Resultate der klinischen und statistischen Daten aus mehr als 35 Jahren zeigen, dass ein systematisch vorhersagbarer Langzeiterfolg erreicht werden kann [15, 7]. Zusätzlich bietet die Sofortimplantation sowohl für den Patienten als auch für den Zahnarzt signifikante Vorteile. Die Anzahl der chirurgischen Eingriffe wird minimiert und die Gesamtbehandlungszeit verkürzt. Breite und Höhe des Alveolarknochens bleiben erhalten, und eine anatomische Implantatposition führt zu maximaler Funktion und zur ästhetischen Unterstützung der Weichgewebe.

### Indikationen für die Sofortimplantation:

- Trauma ohne Beteiligung des Alveolarknochens
- konservierend nicht erhaltungsfähige Zähne ohne eitrige Entzündungen
- endodontischer Misserfolg
- schwerer parodontaler Knochenabbau
- Radix Relicta
- Wurzelfraktur

Der folgende Beitrag stellt die potenziellen Risikofaktoren bezüglich der Sofortimplantation und der verzögerten Sofortimplantation zusammen. Er erörtert die klinischen Richtlinien und Empfehlungen, um Komplikationen zu vermeiden und die Erfolgsrate von Einzelzahnimplantaten zu maximieren.

### Präoperative Beurteilung des Implantatlagers

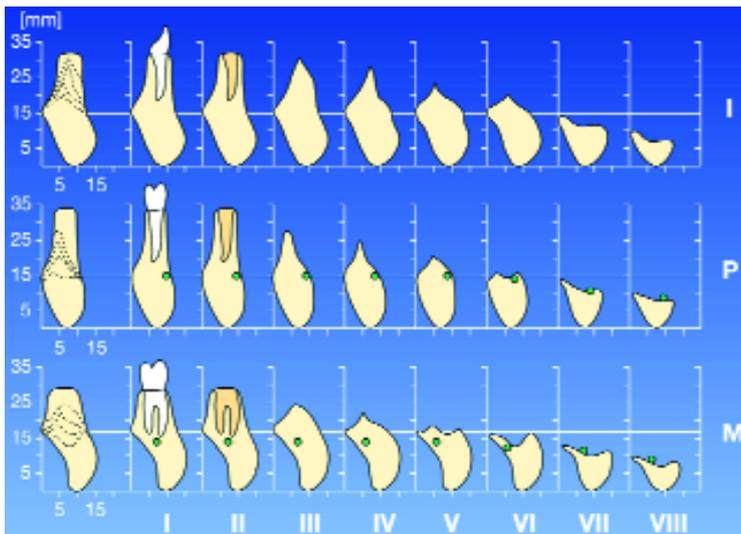
In vielen Fällen einer geplanten Sofortimplantation zeigt sich klinisch, dass in der apikalen Region der Alveole von Frontzähnen und Prämolaren im Oberkiefer die Knochenlamelle labiobukkal wesentlich dünner ist als palatinal. Im Unterkiefer ist die linguale Knochenwand der Alveole in der Regel dünner als die labiale [14, 10, 8]. Diese Faktoren sind wichtig bei der Wahl des optimalen Winkels der Pilotbohrung, welche die Längsachse des Implantatlagers festlegt. Fehler hierbei können zu einer Perforation der Alveolarknochenwand während des Bohrens führen, was die Erfolgsaussichten signifikant verringert.

### Schutz der kortikalen Knochenlamelle

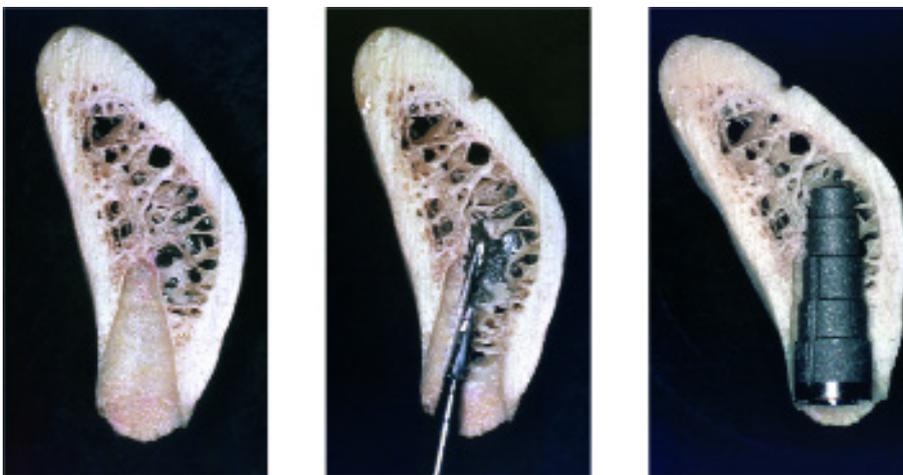
Während der Zahnextraktion sollten alle Anstrengungen unternommen werden, das Knochentrauma zu minimieren. Mit einem Periotoms nach *Schulte* können die parodontalen Fasern am Zahn leicht und atraumatisch durchtrennt werden [11]. Nach der Extraktion sollte die Alveole durch vorsichtige Kürettage gründlich von Granulationsgewebe gereinigt werden.

Eine direkte Belastungsverteilung ist aufgrund der unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten von Kompakta und Spongiosa nur über den anhaftenden spongiösen Knochen möglich. Eine Verbindung zwischen Kompakta und Implantat findet während der unbelasteten Einheilphase statt; sie wird während der funktionellen Phase durch neue Knochenmatrix ersetzt. Dies kann im marginalen Bereich festgestellt werden, wo insbesondere die fazialen Wände des Alveolarknochens aus dichtem Knochen bestehen. Folglich findet auf diesem Level aufgrund des höheren Elastizitätskoeffizienten eine Lastverteilung statt [14, 8, 13]. Bei der Sofortimplantation müssen diese anatomischen Voraussetzungen berücksichtigt werden. Die Auswahl von Implantatdurchmesser und -länge sollte auf der Grundlage der orofazialen und mesiodistalen Abmessungen

<sup>1</sup> Zahnarztpraxis für Oralchirurgie, Ludwigshafen



**Abbildung 1** Knochenatrophievorgänge bei Incisivi, Prämolaren und Molaren nach Quayle et al.



**Abbildung 2a-c** Präparation über Alveolenfundus zur Erreichung von Primärstabilität.

(Quelle: W. Schulte, Tübingen)

des Alveolarfortsatzes durchgeführt werden. Die günstigste Aufbereitungstechnik kann erreicht werden, wenn die Implantatfräse für das definitive Implantatbett nicht mit der facialen Alveolenwand in Berührung kommt. Werden diese biologischen und anatomischen Aspekte missachtet, können frühzeitig Knochenrezessionen beobachtet werden.

In einer statistischen Auswertung von 221 Implantaten zeigte D'Hoedt [6], dass Rezessionen mit gleichzeitigem Implantatverlust eindeutig das Resultat der primär fehlenden facialen Knochenlamelle oder ihrer Zerstörung durch unsachgemäßes Bohren sind. Eine Nachuntersuchung von 100 Implantaten durch Spörlein et al. [18] zeigte eine erhöhte Mucosaretraktion und marginalen Knochenverlust, in Fällen in denen die Höhe der labio-bukkalen Alveolarwand auf weniger als die Hälfte der Implantatlänge reduziert war.

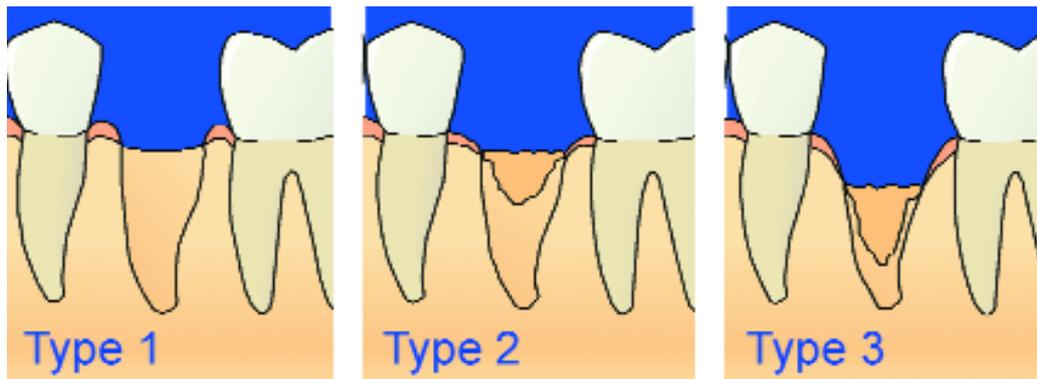
De Wijs et al. [5] stellten fest, dass die Sofortimplantation nur angezeigt ist, wenn der Großteil der labialen Kortikalis noch intakt ist. Die Implantat-Überlebensrate wird signifikant beeinträchtigt, wenn labial keine ausreichende knöcherne Unterstützung vorhanden ist und Implantate ohne zusätzliche Maßnahmen gesetzt werden.

### Prävention von thermischem Bohrtrauma

Die Vermeidung der Zerstörung der kortikalen Knochenlamelle ist vom chirurgischen Standpunkt aus einer der wichtigsten und anspruchsvollsten Faktoren in der ästhetischen Implantologie. Jede Art von mechanischem oder thermischem Trauma während der Präparation des Implantatbettes gefährdet das abschließende Behandlungsergebnis. Während der Knochenpräparation sollte die Kortikalis sehr sorgfältig entfernt werden, um eine mechanische Verletzung der bukkalen Knochenlamelle zu vermeiden. Bei der Verwendung von Implantaten mit großem Durchmesser kann ein thermisches Trauma durch Überhitzung vermieden werden, wenn der tatsächliche Anstieg der Umdrehungsgeschwindigkeit bei konstanter Drehzahl berücksichtigt wird. Die Umdrehungsgeschwindigkeit an der Außenfläche des Bohrers steigt mit dem Radius, was bedeutet, dass eine Vergrößerung des Implantatbettdurchmessers von z. B. 3,8 mm auf 6,5 mm zu einem Anstieg der Umdrehungsgeschwindigkeit an der Außenfläche des Bohrers um 68 % führt. Permanente Kühlung reduziert die Bohrtemperatur innerhalb des Knochens und verhindert eine Hitzene-

Präoperative Klassifikation von Extraktionswunden (Salama & Salama)				
	Knochendimensionen	Diskrepanz zwischen Implantat-Oberrand und Zahnhs der Nachbarzähne	Gingivarezession	Ästhetik
TYP 1	4- oder 3-wandige Alveole Minimale Resorption Ausreichend Knochen über den Apex hinaus Ideal für Sofortimplantation	Akzeptabel	Überschaubar	Nicht entscheidend
TYP 2	Knochendehiszenz >5mm Kieferorthopädische extrusive Augmentation erforderlich = „Forced Eruption“	Erheblich	Signifikant	Entscheidend
TYP 3	Inadäquater vertikaler & bukkolingualer Knochen Rezession & starker Schwund der labialen Knochenwand Schwere umlaufende & keilförmige Defekte Nicht geeignet für Sofortimplantation	-	-	-

**Abbildung 3**  
Salama H, Salama M.:  
The role of orthodontic extrusive remodeling placement: A systematic approach to the management of extraction site defects.  
Int J Peridontics-Restorative Dent 1993;13:313-333



**Abbildung 4a-c**  
Klassifizierung von Extraktionswunden für die Sofortimplantation.

(Grafik: P. Gehrke)

krose. Während Implantate mit großvolumigen Durchmessern eine Kompensation schlechter Knochenqualität durch laterale Extension in die dichteren Kortikaliswände ermöglichen, sollte das Hauptaugenmerk darauf ausgerichtet sein, eine Überhitzung dieser dichten Knorpenschichten durch hohe Bohrgeschwindigkeit und eingeschränkte Kühlung bei steigendem Durchmesser zu vermeiden.

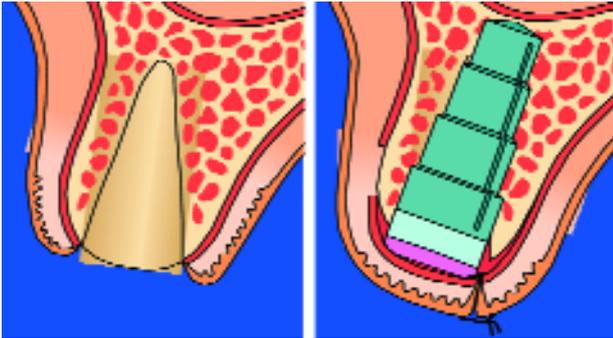
### Sofortimplantation

Aus ästhetischen und funktionellen Gründen sollten Implantate horizontal so nah wie möglich auf die Höhe des Alveolarkamms inseriert werden, wobei die Schmelz-Zementgrenze der Nachbarzähne als Orientierung dient. Um eine maximale Stabilität zu erreichen werden Implantate bei der Sofortimplantation 3,0 bis 5,0 mm über den Apex hinaus platziert [16]. Bei Alveolen von mehrwurzeligen Zähnen kann das Implantat in das interradikuläre Knochenseptum gesetzt werden. Wenn es prothetisch sinnvoll

ist, kann es im Oberkiefer in die palatinale Alveole und im Unterkiefer in die mesiale oder distale Alveole gesetzt werden [16].

### Krestale Kongruenz von Alveole und Implantat

Es ist darauf zu achten, dass der gesamte Querschnitt der Alveole im zervikalen Bereich vom Implantat ausgefüllt ist [1]. Kleinere Spalten (< 2,5 mm) werden im Sinne der „Spring-Distanz“ spontan knöchern überbrückt, ohne dass eine Membrantechnik notwendig wäre. Der weite zervikale Durchmesser eines wurzelanalogen, konischen Implantats ermöglicht in idealer Weise den Verschluss des Einganges der Extraktionsalveole und bietet eine bukkale Knochenabstützung mit dem Erhalt der knöchernen natürlichen Wurzelprominenz. Darüber hinaus wird das Implantat-Knochen-Interface verbessert, die Stabilität erhöht und eine bessere Positionierung mit ästhetisch voraussagbarem Erfolg ermöglicht. Die Verwendung eines spezifischen



**Abbildung 5a-b** Abweichung Implantatrichtung nach oral.

(Quelle: DENTSPLY FRIADENT, Mannheim)



**Abbildung 6** Implantatbohrung in mesiale Alveole.

(Quelle: W. Schulte, Tübingen)

Implantatdesigns, welches die Form der natürlichen Zahnwurzel nachahmt, sollte daher bei der Sofort- und verzögerten Sofortimplantation Anwendung finden.

Augmentative Verfahren und die Verwendung von Membranen sollten jedoch immer dann in Betracht gezogen werden, wenn ein umlaufender Defekt von mehr als 3 mm um den zervikalen Anteil des Implantats besteht [1]. Ist der bukkale oder labiale Knochen so dünn, dass das Implantat durch den Knochen hindurch sichtbar wird oder eine akute Dehiszenz auftritt, ist ebenfalls eine Augmentation indiziert. Autologes Knochenmaterial wird als Goldstandard bei den Knochenersatzmaterialien angesehen. Die zitierte Literatur [16, 17, 2] zeigt keine Überlegenheit einzelner Bestandteile des Knochenersatzes oder ihrer Notwendigkeit in Bezug auf die Sofortimplantation. In der Literatur ist die übereinstimmende Feststellung zu finden, dass die Verwendung einer Membran nicht unbedingt zu besseren Resultaten führt. Eine Membranexposition kann in der Folge selbst Komplikationen mit sich bringen. Sobald das Implantat inseriert ist, sollte es ohne Verwendung von Knochenersatzmaterialien vollständig immobil sein. Die Chancen für eine Osseointegration sinken entscheidend, wenn das Implantat nicht primärstabil ist.

## Infektionen und Entzündungen

Wenn während des chirurgischen Eingriffs ein eitriges Exsudat vorliegt, wird keine Implantation bzw. Augmentation durchgeführt. Stattdessen wird ein verzögertes Verfahren angewandt. Entsprechend einiger Autoren [7, 14, 10] ist das Vorhandensein eines symptom-freien apikalen Granuloms oder einer Zyste keine absolute Kontraindikation für eine sofortige Implantation. Sollten Zeichen einer aktiven Entzündung oder Infektion vorliegen, müssen diese vor der Implantation behandelt werden. Bei jedem Nachweis einer akuten Infektion wird eine Antibiotikatherapie eingeleitet.

Besondere Aufmerksamkeit muss Implantaten geschenkt werden, die neben natürlichen Zähnen mit parodontalen Symptomen oder bei Patienten gesetzt werden, die zu

Parodontalerkrankungen neigen [5, 16, 1]. Eine entsprechende Vorbehandlung muss vor der Implantation erfolgreich durchgeführt werden. Ähnliches gilt für Patienten unter immundepressiver Behandlung. Entsprechend den bisher durchgeführten Untersuchungen könnte eine Granulozyten-Dysfunktion dafür verantwortlich sein, die ein kontinuierliches hemidesmosomales Epithelattachment verhindert [14].

## Primärer Nahtverschluss

Es besteht kein klarer Konsens hinsichtlich der absoluten Notwendigkeit eines primären Nahtverschlusses. Frühe Studien stellen fest, dass eine Periostablösung der Mukosa zu einer Reduktion des darunterliegenden Alveolarknochens führen kann und empfehlen deshalb eine transgingivale Anwendung eines wurzelanalogen Implantatsystems (anatomischer krestaler Durchmesser) ohne Inzisionen. In Fällen, bei denen ein Implantatdesign verwendet wird, das nicht entsprechend der anatomischen Wurzel geformt ist, wird ein primärer Nahtverschluss der Weichgewebe empfohlen. Dennoch können die mukogingivalen Verhältnisse um die Extraktionswunde herum ungünstig sein. Wenn kein primärer Nahtverschluss erreicht werden kann, sollte die Verwendung von vertikalen Entlastungsinzisionen bzw. horizontaler Periostschlitzung in Erwägung gezogen werden [5].

## Implantate und Okklusion

Es ist entscheidend, dass die Okklusion so angepasst wird, dass die Implantatkrone eines Einzelzahnimplantates in minimalem antagonistischem Kontakt oder außer Okklusionskontakt steht. Die okklusale Anpassung sollte sicherstellen, dass die implantatgestützte Krone bei Lateral- oder Protrusionsbewegungen des Unterkiefers keine übermäßigen Belastungen zu tragen hat. Eine einzelne implantatgestützte Eckzahnführung sollte vermieden werden. Es konnte gezeigt werden, dass der periimplantäre Knochen-



**Abbildung 7** Epithelialer Verschluss in Regio 13 ca. drei Wochen nach Explantation.



**Abbildung 8** Implantatkronen 13 in Situ nach verzögerter Sofortimplantation, Einheilung und prothetischer Versorgung.

(Quelle: P. Gehrke)

verlust bei Implantaten, die exzentrischen Belastungen durch laterale Protrusionsbewegungen ausgesetzt sind, ausgeprägter ist [18].

## Ausblick

Einzelzahnimplantationen im ästhetisch anspruchsvollen Frontzahnbereich stellen in der dentalen Implantologie sowohl beim chirurgischen als auch beim prothetischen Vorgehen eine Herausforderung dar. Alle verfügbaren Therapiemöglichkeiten müssen sorgfältig erwogen und auf Notwendigkeit überprüft werden, um anatomische Unregelmäßigkeiten im Implantatbett und an den Nachbarzähnen zu kompensieren. Neben den beschriebenen Aspekten müssen weitere Faktoren der Sofortimplantation kritisch berücksichtigt werden. Hierzu gehören sowohl das peri-implantäre Weichgewebsmanagement einschließlich der Schnittführung, der Aufklappung und des Papillenhandling als auch die oro-vestibuläre und mesio-distale anatomische Ausrichtung der Implantatposition.

## Literatur

1. Babbush CA: Guidelines for implant placement after immediate extraction. *Academy of Osseointegration, Academy News* 1998;Vol 9:4
2. Barzilay I, Graser GN, Iranpour B, Natiella JR: Immediate implantation of a pure titanium implant into an extraction socket: Report of a pilot procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:277-284
3. Bathnagar RS, Qian JJ, Gough CA: The role in cell-binding of,  $\beta$ -band within the triple helical region in collagen  $\alpha 1$  (I) chain: Structural and biological evidence for conformational tautomerism on fiber surface. *Journal of Biomolecular Structure & Dynamics* 1997;14:547-560
4. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A: Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81-100
5. De Wijs FL, Cune MS: Immediate labial contour restoration for improved esthetics: A radiographic study on bone splitting in anterior single-tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 1997;12:686-696
6. D'Hoedt B: 10 Jahre Tübinger Implantat aus FRIALIT. Eine Zwischenbewertung der Implantatdaten. *Z Zahnärztl Implantol* 1986;II:6
7. Gomez-Roman G, Schulte W, d'Hoedt B, Axman-Krcmar D: The FRIALIT-2 implant system: Five-year clinical experience in single-tooth and immediately postextraction applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:299-309

8. Lazzara RJ: Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Perio Rest Dent* 1989;Vol 9;5:333-344
9. Missika P, Abbou M, Rahal B: Osseous regeneration in immediate postextraction implant placement: A literature review and clinical evaluation. *Pract Perio Aesthetic Dent. The Regeneration Report* 1997;Vol 9;2:165-174
10. Quayle AA, Cawood J, Howell RA, Eldridge DJ, Smith GA: The immediate or delayed replacement of teeth by permucosal intra-osseous implants: The Tübingen implant system. *British Dental Journal*, Vol 166;10:365-370
11. Quayle AA, Cawood J, Smith GA, Eldridge DJ, Howell RA: The immediate or delayed replacement of teeth by permucosal intra-osseous implants: The Tübingen implant system. Part 2: Surgical and restorative techniques. *British Dental Journal*, Vol 166;11:403-410
12. Salama H, Salama M: The role of orthodontic extrusive remodeling placement: A systematic approach to the management of extraction site defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:313-333
13. Schulte W: Klinische und wissenschaftliche Aspekte des Einzelzahnimplantates. *Z Zahnärztl Implantologie* 1987;III:135-136
14. Schulte W, d'Hoedt B: 13 Jahre Tübinger Implantat aus FRIALIT – Weitere Ergebnisse. *Z Zahnärztl Implantologie* 1988;IV:167-173
15. Schulte W, d'Hoedt B, Axmann D, Gomez G: The first 15 years of the Tübingen implant and its further development to the FRIALIT-2 system. Sonderdruck, *Z Zahnärztl Implantologie* 1992;VIII:2
16. Schwartz-Arad D, Chaushu G: The ways and wherefores of immediate placement of implants into fresh extraction sites. A literature review. *J Periodontol* 1997;68:915-923
17. Shirota T, Schmelzeisen R, Neukam F, Matsui Y, Ohno K, Michi K: Immediate insertion of two types of implants into vascularized bone grafts used for mandibular reconstruction miniature pigs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;77:222-231
18. Spörlein E, Stein R: Nachuntersuchungen von 100 Tübinger Sofortimplantaten unter Berücksichtigung der parodontalen Situation, der Belastung und der knöchernen Integration
19. Yukna RA, Callan DP, Krauser JT et al.: Multi-center clinical comparison of combination anorganic bovine-derived hydroxyapatite matrix (ABM)/cell-binding peptide (P-15) and ABM in human periodontal osseous defects. 6-month results. *Journal of Periodontology* 2000;71:1671-1679
20. Zetterquist L, Anneroth G, Nordenram A: Tissue integration of  $Al_2O_3$ -ceramic dental implants: An experimental study in monkeys. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:285-293

### Korrespondenzadresse:

Dr. Günter Dhom  
 Dr. Peter Gehrke  
 Bismarckstr. 27  
 67059 Ludwigshafen  
 Tel.: 0621-68124451  
 Fax: 0621-68124469  
 E-Mail: mb@dr-dhom.de