

Aus dem Universitätsklinikum Ulm
Department für Zahnheilkunde
Schwerpunkt Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
- ärztlicher Direktor (kom.): Prof. Dr. Dr. Stephan Haase -

**Die simultane Implantation mit Sinusliftoperation bei
reduziertem Knochenangebot – eine retrospektive,
klinische Studie**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

vorgelegt von
Barbara Beyrle
aus Aalen

2008

Amtierender Dekan:	Prof. Dr. Klaus-Michael Debatin
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Ulrich Keller
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Lutz Claes
Tag der Promotion:	15.1.2009

Meinen Eltern
Hannelore und Johannes
in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	III
1. Einleitung.....	1
1.1. <u>Das Sinusliftverfahren und seine Alternativen.....</u>	<u>2</u>
1.2. <u>Augmentationsmaterialien.....</u>	<u>4</u>
1.3. <u>Implantatdesign für den Sinuslift.....</u>	<u>7</u>
1.4. <u>Zielsetzung der Arbeit.....</u>	<u>8</u>
2. Material und Methode.....	9
2.1. <u>Patientenkollektiv.....</u>	<u>9</u>
2.3. <u>Operationsverfahren und Begleittherapie.....</u>	<u>11</u>
2.4. <u>Datenerhebung.....</u>	<u>16</u>
2.5. <u>Klinische Nachuntersuchung.....</u>	<u>21</u>
2.5. <u>Radiologische Evaluation.....</u>	<u>24</u>
2.6. <u>Statistik.....</u>	<u>28</u>
3. Ergebnisse.....	30
3.1. <u>Patientenkollektiv.....</u>	<u>30</u>
3.2. <u>Behandlungserfolg.....</u>	<u>31</u>
3.3. <u>Ergebnisse der Datenerhebung.....</u>	<u>32</u>
3.3.1. Indikation.....	32
3.3.2. Operationsverfahren (intern/extern).....	33
3.3.3. Lokalisation.....	34
3.3.4. Implantatsysteme, -durchmesser und – implantatlängen.....	34
3.3.5. Knochenqualität.....	35
3.3.6. Belastungsfreie Einheilzeit.....	36
3.3.7. Suprastrukturen.....	36
3.3.8. Antagonistische Bezahnung.....	37
3.3.9. Augmentationsmaterial.....	37
3.3.10. Zusätzliche Augmentation.....	38
3.3.11. Intraoperative und postoperative Komplikationen.....	38
3.4. <u>Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung.....</u>	<u>40</u>
3.4.1. Klinische Befunde.....	40

3.4.2	Risikofaktoren.....	40
3.4.3	Gingivaindex und Plaqueindex.....	40
3.4.4	Taschensondierungstiefe.....	41
3.4.5	Gingivarezessionen/Rezessionsmessung.....	42
3.4.6	Attached gingiva.....	43
3.4.7	Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge.....	43
3.4.8	Implantatbeweglichkeit ermittelt mit dem Periotest-Verfahren.....	43
3.4.9	Subjektive Beurteilung des Sinuslift-Verfahrens durch die Patienten.....	44
3.5	<u>Resultate der Radiologischen Evaluation.....</u>	<u>44</u>
3.5.1	Präoperatives Knochenangebot.....	45
3.5.2	Absolute Knochenhöhe im Verlauf der Zeit.....	47
3.5.3	Verbliebene prozentuale Augmentationshöhe im Verlauf der Zeit.....	48
3.5.4	Knochenhöhe über Implantat im Verlauf der Zeit.....	55
3.5.5	Länge des Implantat-Knochen-Interfaces im Verlauf der Zeit.....	56
3.5.6	Krestaler Knochenabbau im Verlauf der Zeit.....	58
4.	Diskussion.....	62
4.1	<u>Methodenkritik.....</u>	<u>62</u>
4.1.1	Operationsverfahren.....	62
4.1.2	Komplikationsmanagement.....	64
4.1.3	Taschensondierungstiefe.....	65
4.1.4	Radiologische Evaluation.....	66
4.1.5	Statistik.....	66
4.2	<u>Ergebniskritik.....</u>	<u>67</u>
4.2.1	Behandlungserfolg im Vergleich zur Literatur.....	67
4.2.2	Resorption des antralen Augmentats.....	67
4.2.3	Diskussion einflussnehmender Faktoren.....	71
4.2.4	Schlussfolgerung.....	87
5.	Zusammenfassung.....	89
6.	Literaturverzeichnis.....	91
7.	Anhang.....	106
8.	Danksagung.....	110
9.	Lebenslauf.....	111

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

AAA	autolysierter, Antigen-extrahierter, allogener Knochen
Abb.	Abbildung
AK	Alveolarkamm
B	Brückenkonstruktion
BF	Bonefit
BMPs	Bone morphogenetic proteins – Wachstumsfaktoren der Knochenbildung
bzw.	beziehungsweise
C	Cerasorb [®]
ca.	circa
CL	Camlog
d	dunkel
D	density – Knochendichte
DFDBA	Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft – demineralisierter gefriergetrockneter allogener Knochen
e	einzeitig
E	Einzelzahnkronen
et al.	et alii – und andere
Ex	Explantation
ext	extern
EZL	Einzelzahnlücke
f	Frühimplantation
FDBA	Freeze-Dried Bone Allograft – gefriergetrockneter allogener Knochen
FDI	Fédération Dentaire Internationale
FEB	Freiende bilateral
FEU	Freiende unilateral
FGF	Fibroblast Growth Factor - Fibroblasten-Wachstumsfaktor
Geb.Dat.	Geburtsdatum
h	hell
HA	Hydroxylapatit

HIV	Human immunodeficiency virus – Menschliches Immunschwäche-Virus
HNO	Hals-Nasen-Ohren
HS	Höckerspitze
IGF	Insulin-like growth factors – Insulinähnlicher Wachstumsfaktor
IL	Implantatlänge
IMZ	intramobiles Zylinderimplantat
int	intern
IS	Implantatschulter
ITI	Internationales Team für Implantologie
K	kein Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle
KB	Kieferhöhlenboden
KKS	kortikospongiöse Späne
kS	kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Maier
MG	Margo gingivae
MGCSH	Medical grade calcium sulfate hemihydrate – Knochenersatzmaterial
MGG	Mukogingivale Grenzlinie/linea girlandiformis
NAP V2	2. Nervenaustrittspunkt des Nervus trigeminus (Foramen infraorbitale)
PDGF	Platelet-derived growth factor – Blutplättchen-Wachstumsfaktor
PKs	Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut
PRP	Platelet Rich Plasma – thrombozytenreiches Plasma
PSI	Parodontaler Screening Index
rH	relative Häufigkeit
RL	Root-Line-Implantate
RN	Standard-Implantate mit Regular Neck
s.	siehe
S	Schaltlücke
SL	Screw-Line-Implantate
SLA	Sand-blasted, large grit, acid-etched
SM	Schneider'sche Membran
sp	Spätimplantation

SSM	Sinusitis maxillaris
Tab.	Tabelle
TCP	Tricalciumphosphat
Tel.Nr.	Telefonnummer
TGF- β	Transforming Growth Factor – transformierender Wachstumsfaktor der β -Superfamilie
TPS-Implantate	Titan-Plasma-Schicht – mit Titan plasmabeschichtete Implantate
TT	Teleskopierende Totalprothese oder Teleskopgestützte Teilprothese
USA	United States of America
WHO	World Health Organization – Weltgesundheitsorganisation
WN	Standard-Implantate mit Wide Neck
YAG-Laser	Yttrium-Aluminium-Granat-Laser
z	zweizeitig
Z	zahnlos

Einheiten

cm	Zentimeter
h	Stunde
mg	Milligramm
mm	Millimeter
N	Newton
μm	Mikrometer

1 Einleitung

Die zahnärztliche Implantologie hat in Fällen mit ausreichendem Knochenangebot ihre Bewährungsprobe längst bestanden. Viele Langzeitstudien der verschiedensten Implantatsysteme dokumentieren sehr gute Resultate (Zarb und Schmitt 1991, Saadoun u. LeGall 1992), sodass die Verwendung enossaler oraler Implantate heute Standardverfahren ist. Mit zunehmender Aufklärung der Patienten schwindet die Bereitschaft herausnehmbaren Zahnersatz zu tragen. Die prothetische Rehabilitation unter Einbeziehung der Implantologie ist den klassischen Methoden häufig in Bezug auf das zu erreichende Ergebnis bezüglich Prothesenhalt, Funktion, Tragekomfort (Pröbster und Weber 1989), Schonung der Nachbarzähne und Ästhetik überlegen und ermöglicht so einen Gewinn an Lebensqualität.

Klinische Langzeitstudien zeigen, dass die Oberkiefermolaren diejenigen Zähne sind, die am frühesten verloren gehen (McFall 1982). Nach Zahnverlust reduzieren die Atrophie des Alveolarkamms und die Pneumatisation der Kieferhöhle das lokale Knochenangebot (Gottsauner und Hardt 1993). Im Oberkiefer fällt die Alveolarkammatrophie geringer aus. Der Betrag des atrophischen Knochenverlustes in vertikaler Richtung ist hier viermal geringer als im Unterkiefer (Talgreen 1972). Vor allem durch fortschreitende Pneumatisierung der basalen Kieferhöhle mit Ausbildung von kaudalen Rezessi als Folge der Zahnextraktionen (Wehrbein und Diedrich 1992) kommt es daher zu einem verminderten Knochenangebot in der Oberkiefer-Seitenzahnregion, so dass oft nur noch eine papierdünne Knochenlamelle die Kieferhöhlenschleimhaut von der Mundhöhlenschleimhaut trennt (Ulm et al. 1993; Ulm et al. 1999, Tatum 1986, van den Bergh et al. 2000).

Die Insertion von enossalen oralen Implantaten in den ortsständigen Knochen ist laut Jensen (1994) und Kent und Block (1993) aber nur dann möglich, wenn das vertikale Knochenangebot zum Kieferhöhlenboden 10 mm nicht unterschreitet. Bei geringerem Angebot an ortsständigem Lagerknochen verschlechtern sich die Erfolgsaussichten der Implantate erheblich.

Nicht nur die demnach meist zu geringe vertikale Knochenhöhe im Oberkiefermolarenbereich, sondern auch die in dieser Region anzutreffende Knochenqualität vom Typ D3 oder D4 mit meist nur dünner Kortikalis und einer niedrigeren Spongiosadichte, woraus eine geringere Primärstabilität und eine

herabgesetzte Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Belastung resultieren soll (Tatum 1986, Ulm et al. 1999), verschlechtern das knöcherne Implantatlager. Jaffin und Bermann (1991) konnten nachweisen, dass bei D4 Knochen ein signifikant höheres Implantatverlustrisiko besteht.

Wurde noch vor einigen Jahren aufgrund dieser einer erfolgreichen Implantation im Oberkieferseitenzahngebiet im Wege stehenden Faktoren eher einer konventionellen prothetischen Lösung der Vorzug gegeben, ist heute die präimplantologische Vorbereitung des knöchernen Implantatlagers mittels einer Sinusliftoperation zur Knochenaugmentation immer häufiger und auch Erfolg versprechender geworden. Wurden früher noch abhängig vom Restknochenangebot unterschiedlich aufwendige Zweiteingriffe bis hin zum Beckenkammtransplantat (Boyne und James 1980) durchgeführt um ausreichend autologen Knochen für die Augmentation zu gewinnen, geht heute der Trend zum Knochenersatzmaterial. Immer bessere Implantatsysteme und die Weiterentwicklung der Operationstechnik reduzieren die Patientenbelastung und steigern die Erfolgsaussichten der Sinuslift-Operation soweit, dass die konventionelle Prothetik an Bedeutung verliert.

1.1 Das Sinusliftverfahren und seine Alternativen

Will man bei unzureichendem Knochenangebot im Oberkieferseitenzahnbereich ohne einen Knochenaufbau auskommen, bleibt neben dem Einsatz von subperiostalen Gerüstimplantaten, von deren Verwendung aufgrund massiver Entzündungen und erheblicher Folgeschäden bei der Implantatentfernung abgeraten wird, die Möglichkeit gekippte (Aparicio et al. 2001) oder lange enossale Implantate in die aus kräftiger Kortikalis aufgebauten Knochenstrukturen des Processus pterygoideus zu inserieren (Branemark et al. 2004). Als mögliche Komplikationen gelten dabei neben Perforationen des Kieferhöhlenbodens oder Blutungen aus der Arteria palatina und dem Plexus pterygoideus die ungünstige Implantatachse in medial-posteriorer Richtung, die den Langzeiterfolg dieser Implantate in Frage stellt.

Die heute modifiziert angewandte Technik der Sinusbodenelevation zur Augmentation der posterioren Maxilla (siehe Kapitel 2.2) geht ursprünglich auf Tatum (USA) zurück, der diese Operation 1977 in einem Vortrag bei der Alabama Implant Study Group einführte (Tatum 1977). Die Operationstechnik sieht einen Zugang über ein vestibuläres Knochenfenster in der lateralen Kieferhöhle vor, um

so die Kieferhöhlenschleimhaut anzuheben und den durch die Pneumatisation verloren gegangenen Knochen durch Einlagerung autologen Knochens oder Knochenersatzmaterials wiederzugewinnen.

Summers (Summers 1994) nahm sich der Technik des krestalen Zugangs mit speziellen Osteotomen an. Diese Technik, bei der die Anhebung der Kieferhöhlenschleimhaut durch das für die Implantation vorbereitete Osteotomielumen durchgeführt wird, verdichtet den Knochen und verzichtet bei spongiösen Knochen auf eine Implantatbohrung. Die Schneider'sche Membran wird indirekt über das Einbringen des Knochenersatzmaterials angehoben. Nach Summers wird mindestens 5 mm Restknochen benötigt um für die Primärstabilität des Implantates zu sorgen (Summers 1996).

Heute ist die Operation, gleich welcher Zugang bevorzugt wird,

- a) interner oder indirekter Sinuslift nach der Summers-Technik
- b) externer oder direkter Sinuslift durch ein laterales Knochenfenster wie von Tatum erstmals beschrieben,

zu einem Routineeingriff für erfahrene Implantologen geworden. Die Implantatüberlebensrate bei der lateralen Sinusbodenelevation liegt dabei zwischen 87-100 % (s. Tab. 10).

Chirurgische Alternativen zur vertikalen Augmentation für eine Implantatinserterion stellen die Auflagerungsosteoplastik, die Sandwichosteoplastik, die geführte Knochenregeneration oder die vertikale Alveolarkammdistraktion dar.

Die Sinusliftoperation bietet die einzige Augmentationsmethode, bei der die orale Konfiguration des Alveolarkammes erhalten bleibt und nur die für den Hauptteil des knöchernen Abbaus ursächliche Pneumatisation der Kieferhöhle rückgängig gemacht wird. Unter Umständen, wie zum Beispiel bei parodontaler Schädigung, kann es zu einer kontinuierlichen Verschlechterung des Knochenangebotes kommen (Nevins und Fiorellini 1998), wodurch die krestale Knochenresorption beschleunigt und damit die okklusale Relation verändert wird (Carlsson et al. 1967, Cawood und Howell 1988). In diesem Fall kann eine Augmentation unter Verringerung der intermaxillären Distanz gegenüber der Sinusliftoperation der sinnvollere präimplantologische Eingriff sein oder eventuell eine Kombination von Sinuslift und Auflagerungsosteoplastik notwendig werden (Pikos 1999 a).

National wie international stellt die Technik der Sinusbodenaugmentation bei hochgradigem vertikalen Knochenabbau im Oberkieferseitenzahnbereich ein

inzwischen allgemein anerkanntes operatives Verfahren dar um einen implantatgestützten Zahnersatz zu ermöglichen (Jensen 1998).

Die Frage nach der notwendigen Restknochenhöhe zur simultan mit der Augmentation erfolgenden Implantation wird jedoch noch immer kontrovers diskutiert. Uneinigkeit besteht außerdem in der Wahl des Zugangsweges, in der Frage des geeignetsten Augmentationsmaterials, der notwendigen Einheilungszeit und des für diese Indikation günstigsten Implantates.

1.2 Augmentationsmaterialien

Bei der Suche nach einem geeigneten Transplantatmaterial wurden verschiedene Materialien diskutiert. (s. Tab. 1).

Nach immunologischen Gesichtspunkten lassen sie sich in vier Gruppen klassifizieren: autogene, allogene, xenogene und alloplastische Materialien (Spiekermann et al. 1994 c). Die Auswahlkriterien für eine Sinusliftoperation werden bestimmt von der Biokompatibilität der Materialien, ihrer Verfügbarkeit, dem damit verbundenen operativen Aufwand, sowie von wirtschaftlichen Erwägungen. Ebenso spielen Eigenschaften wie die osteogene Potenz und Resorbierbarkeit eine wichtige Rolle.

Im Anfangsstadium konzentrierte sich die Entwicklung zum Teil in Ermangelung alternativer Materialien ausschließlich auf autogenen Knochen in Form von kortikospongiösen Spänen aus der Beckenschaufel oder kortikalen Blöcken vom Beckenkamm. Mit dem erheblich höheren Aufwand zur Gewinnung des Augmentationsmaterials auch mittels einer obligaten Intubationsnekrose und der daraus resultierenden postoperativen Überwachung, steigen jedoch Kosten und Komplikationen wie zum Beispiel Infektion, zusätzlicher Blutverlust im Entnahmegebiet, ausgeprägte Hämatome, Schädigung des Nervus cutaneus femoralis lateralis, schmerzhaftes Parästhesien oder Gehstörungen und schlecht adaptierte Muskeln und Bänder nach der Transplantatgewinnung (Gerngroß et al. 1982, Wheeler 1997, Marx und Morales 1988, Kurz et al. 1989, Kübler et al. 1999, Van Steenberghe et al. 1997). Alternativ zur extraoralen Transplantathebung, zu denen auch der Tibiakopf oder die Calvaria gehörten, wurden später orale Knochenspäne aus dem Tuber maxillae, dem Kieferwinkel, der mandibulären Symphyse, durch Abtragung von Exostosen oder in Form von bei der Implantation anfallenden Knochenspänen gewonnen (Misch und Dietsh 1993).

Tab. 1: Einteilung der für den Sinuslift verwendeten Augmentationsmaterialien mit den entsprechenden Anwendungsberichten. – „AAA“: autolysierter, Antigen-extrahierter, allogener Knochen; „DFDBA“: Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft.

Augmentationsmaterial-gruppe		Augmentations-material	Herkunft	Autoren
Autogene Materialien	Spongiosa		Beckenkamm	Kaptein et al. 1998, Block und Widner 1991
	Knochenblöcke	Monokortikal	Beckenkamm	Van Steenberghe et al. 1997, Gottsauner und Hardt 1993, Raghoobar et al. 1993
			Calvaria	Tulasne 1999
			Symphyse	Jensen und Sindet-Pedersen 1991
		Bikortikal	Beckenkamm	Keller et al. 1994
	Kortikospongiöse Späne		Beckenkamm	Szabo et al. 2005
			UK retromolar	Nkenke et al. 2002
			Symphyse	Cordano 2003, Lundgren et al. 1996, Khoury 1999
Allogene Materialien	DFDBA		allogen	Smiler et al. 1992
	AAA		allogen	Kübler et al. 1999, Betz et al. 1996
Alloplastische Materialien	Bioaktive Gläser	BioGran®	synthetisch	Leonetti et al. 2000, Furusawa und Mizunuma 1997
	Tricalciumphosphatkeramiken	Cerasorb®	synthetisch	Szabo et al. 2005
	Hydroxylapatitkeramiken	Osteogen®	synthetisch	Smiler et al. 1992
		Algipore®	phytogen	Ewers et al. 2004, Kübler et al. 2004
		Interpore 200®	korallin	Hürzeler 1997
Xenogene Materialien	Bio-Oss®		bovin, teilsynthetisch	Hürzeler 1997, Yildirim et al. 1999, Smiler et al. 1992, Ewers et al. 2004
	Osteograf N®		bovin, teilsynthetisch	Smiler et al. 1992, Froum et al. 1998
Kombinationen	BioOss®		bovin, teilsynthetisch	Hürzeler 1997
	Interpore 200®		korallin	
	Interpore 200®		korallin	Hürzeler 1997
	Kortikospongiöse Späne		Beckenkamm Kinn	
	Osteograf N®		bovin	Hanisch et al. 1999, Pikos 1999 b
	DFDBA		allogen	

Da autogener Knochen nur in begrenztem Maße zur Verfügung steht, gab es auch Versuche allogenen Spenderknochen zu transplantieren. Er birgt jedoch die Gefahr der Krankheitsübertragung. So konnte in drei Fällen eine HIV-Infektion durch die Implantation von frischem gefrorenem Knochen nachgewiesen werden (Simonds et al. 1992). Durch geeignete Vorbehandlung wie Gefriertrocknung und Demineralisation (Martin et al. 1985, Quinnan et al. 1986, Resnick et al. 1986) sollen sich diese Viren inaktivieren lassen. Unvorhersagbare Resorptionen und eine unsichere Wirkung sind jedoch weitere Nachteile.

Zu den alloplastischen Knochenersatzmaterialien zählen bioaktive Gläser, Hydroxylapatitkeramiken und Trikalziumphosphate. Sie stellen das mineralische Grundgerüst des Knochens dar und dienen als Substrat für die Osteogenese; ihr Wirkungsmodus besteht in der Osteokonduktion. Sie ermöglichen eine Knochenapposition von bereits vorhandenem Knochen und können daher nur sinnvoll angewendet werden, falls Knochen oder zumindest Osteoprogenitorzellen vorhanden sind (Jarcho 1981).

Bioaktive Glaskeramiken bestehen aus Silikatgläsern, die Kalzium und Phosphat enthalten. Die Hydroxylapatitkeramik zählt ebenfalls zu den bioaktiven Materialien, d. h. es kommt an der Oberfläche zu einer Austauschosteogenese zwischen Knochen und Keramik. Die Granula werden zwar oberflächlich knöchern integriert, aber nicht erschlossen und deshalb nur sehr langsam und unvollständig resorbiert, es entsteht ein keramo-ossäres Augmentat (Schulte und Donath 1991, Schlegel und Donath 1998). Hergestellt werden die Hydroxylapatitkeramiken entweder synthetisch oder zum Beispiel aus Korallen oder Meeresalgen.

Xenogene Knochenersatzmaterialien sind Knochentransplantate einer anderen Spezies. Um immunologische Abstoßungsreaktionen und die Übertragung von Krankheitserregern zu vermeiden, werden sie vollständig deproteiniert. Der verbleibende anorganische Bestandteil des Knochens liegt dann in kristallographisch unveränderter Form vor (Bereiter et al. 1991). Sie sind also in gewissem Sinne Hydroxylapatitkeramiken biologischen Ursprungs mit dem Vorteil einer dem menschlichen Knochen fast identischen geometrischen Struktur.

Aufgrund der fehlenden osteogenen Zellen oder osteoinduktiven Substanzen bringen diese Materialien eine längere Wartezeit bei ihrer Einheilungsphase mit sich (Watzek und Mailath-Pokorny 2000).

Deshalb empfehlen Autoren (s. Tab. 1) die unbegrenzt verfügbaren Knochenersatzmaterialien mit autogenem Knochen bzw. mit osteoinduktiven Faktoren wie platelet-rich plasma (PRP) und bone morphogenetic proteins (BMPs) zu kombinieren (Terheyden et al. 1997). Bei an der Knochenbildung beteiligten Wachstumsfaktoren zu denen TGF- β , IGF, PDGF, FGF und BMPs gehören, wurde eine zentrale Rolle bei der Steigerung der Proliferation von Osteoprogenitor-Zellen und ihrer Differenzierung zu Osteoblasten nachgewiesen. Anstelle der Applikation einzelner Wachstumsfaktoren ist auch die Anwendung von plättchenreichem Plasma (PRP), das eine ganze Reihe körpereigener

Wachstumsfaktoren aus aktivierten Thrombozyten freisetzt, möglich. Derzeit besteht noch kein Konsens, welches Material das geeignetste für die Sinusbodenelevation ist. Zunehmend kommen jedoch die Knochenersatzmaterialien in der Praxis mit dem Ziel der Vereinfachung des operativen Verfahrens zum Einsatz.

1.3 Implantatdesign für den Sinuslift

Die wichtigste Voraussetzung für den Langzeiterfolg aller enossalen Implantate ist die Osseointegration des Implantats. Branemark definierte diese als festen, innigen und dauerhaften Kontakt zwischen Knochen und Implantat ohne zwischengelagerte Weichgewebsschichten (Branemark 1985, Schroeder et al 1981). Diese ist nur möglich, wenn bei der Insertion eine ausreichende Primärstabilität des Implantats im ortsständig vorhandenen Knochen erreicht werden kann, da die Primärstabilität die Voraussetzung für eine erfolgreiche Knochenadaptation auf enossalen oralen Implantaten darstellt (Donath und Kirsch 1986). Unter der Primärstabilität wird die intraoperativ erreichbare Stabilität des Implantates im knöchernen Lager verstanden, die während der Einheilung schädliche Relativbewegungen und Implantatdislokationen (z. B. in die Kieferhöhle) vermeiden soll. Dementsprechend muss bei der Sinusbodenelevation Form und Gestalt des Implantates, sowie dessen Oberfläche so gestaltet sein, dass eine Primärstabilität auch bei geringem vertikalen Knochenangebot von 3-4 mm Höhe erreichbar ist. Später aber, wenn das in die Kieferhöhle eingebrachte Material durch natürlichen Knochen umgebaut ist, soll auch in diesem Bereich eine optimale Krafteinleitung gegeben sein.

Enossale Implantate werden heutzutage hauptsächlich in den zwei Grundformen als Zylinder und Schraube angeboten (rotationssymmetrische Implantate). Hiervon sind die unterschiedlichsten Modifikationen zu finden, z. B. konische Schraube, Zylinderschraube, Stufenschraube, Stufenzylinder oder Apikalschraube. Als Werkstoff für enossale Implantate kommt heute fast ausschließlich Titan als Reintitan oder Titanlegierung zum Einsatz. Die gute Inkorporation von Titanimplantaten und ein direkter Kontakt von Knochen und Titanoberfläche konnten in histologischen Arbeiten nachgewiesen werden (Schroeder et al. 1981, Hansson et al. 1983). Osborn bezeichnet dies als Kontaktosteogenese (Osborn 1979), Schroeder et al. (1981) als funktionelle Ankylose.

Unbestritten ist die Notwendigkeit einer belastungsfreien Einheilzeit des Implantates beim Sinuslift, was bei einteiligen Implantatsystemen nur mittels einer Schiene über die restliche Oberkieferdentition oder einem im supragingival liegenden Implantatanteil großräumig ausgeschliffenen Interimsersatzes zu realisieren ist, die der Patient auch nachts tragen muss. Beim zweiteiligen subgingival einheilenden Implantat ist dies am einfachsten zu lösen.

1.4 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Erfolgsaussichten der Implantatinserterion bei reduziertem Knochenangebot durch Anwendung der Sinusliftoperation, die als unterstützenden Behandlungsmethode möglichst minimalinvasiv durchgeführt wurde, darzustellen und den radiologischen Knochenabbau des Implantatlagere zu evaluieren.

Folgende Fragen im Hinblick auf einflussnehmende Faktoren sollten dabei geklärt werden um die Therapiesicherheit zu erhöhen:

- Spielen Parameter, wie Operationsverfahren, Implantattyp, Knochenqualität und Ausgangsknochenhöhe eine entscheidende Rolle?
- Können durch den Einsatz des β -Tricalciumphosphates Cerasorb[®] entweder in alleiniger oder in Kombination mit autologem Knochen auch über einen längeren Zeitraum ähnlich gute Ergebnisse, wie mit dem als Goldstandard gepriesenen autogenem Transplantat erzielt werden?
- Ist eine simultane Implantation auch bei geringer Ausgangsknochenhöhe möglich?
- Birgt eine simultane Implantatinserterion ein erhöhtes Risiko?
- Welche Augmentationshöhe sollte erzielt werden?

Bei natürlichen Zähnen, die in die Kieferhöhle ragen, besteht meist apikal nur noch eine dünne kortikale Knochenlamelle zum Sinus maxillaris hin. Manchmal sind die Wurzeln der Seitenzähne gar nicht mehr knöchern bedeckt (Chanavaz 1990). Der Vermutung, dass auch bei Implantaten eine dicke knöcherne Schicht apikal der Implantate nicht notwendig ist und sich das bei der Sinusliftoperation eingebrachte Knochenmaterial langsam immer weiter abbaut bis es sich im apikalen Bereich der Implantate stabilisiert, sollte ebenfalls nachgegangen werden.

2 Material und Methode

Für die vorliegende wissenschaftliche Abhandlung wurde ein standardisierter Erhebungsbogen ausgearbeitet, der neben retrospektiv evaluierbaren Daten, die anhand der Patientenakten dokumentiert waren, eine klinische und radiologische Nachuntersuchung sowie eine qualitative Beurteilung des gesamten Procedere aus Sicht des Patienten vorsahen.

2.1 Patientenkollektiv

Patienten, bei denen Daten retrospektiv nicht eindeutig verifizierbar waren, wurden aus den jeweiligen Untersuchungen ausgeschlossen. Vor Planung der Operation wurde, falls notwendig, eine Parodontitisbehandlung durchgeführt.

2.1.1 Indikationen

Die Sinusbodenelevation kam bei Patienten, die trotz ungenügender Knochenhöhe in der lateralen Maxilla eine Versorgung mit enossalen Implantaten wünschten, zum Einsatz.

Grundsätzlich gibt es in Abhängigkeit vom vorhandenen Knochenangebot und den zu erwartenden intraoperativen Komplikationen die Möglichkeit entweder den internen Sinuslift mit einem Zugangsweg zur Anhebung der Schneider'schen Membran durch das Bohrloch des Implantates oder den externen Sinuslift mit Zugang über die Fossa canina zu wählen. Bewusst wurde auf eine dogmenhafte Festlegung der Knochenhöhe verzichtet, bei der die eine oder andere Methode angewendet wurde, sondern jeder Fall individuell entschieden.

Als Standard wird beim internen Sinuslift eine Ausgangsknochenhöhe von mindestens 6 mm angegeben, so dass mit diesem Verfahren ein Knochengewinn von 3 bis 4 mm erzielt werden sollte; Knochenhöhen von 10 mm oder mehr benötigen keinen präimplantologischen Eingriff im Sinne eines Sinuslifts (Block und Kent 1997).

Bei Knochenhöhen unter 6 mm wird der externe Sinuslift bevorzugt, der wiederum *einzeitig* oder *zweizeitig* durchgeführt werden kann. Der einzeitige Einheilungsmodus, der die Implantation simultan mit der Augmentation beinhaltet, wird durch die erzielbare Primärstabilität limitiert (Hürzeler 1997). Hierbei spielen Knochenhöhe und Knochenqualität eine entscheidende Rolle. Die internationale Literatur sowie die implantologischen Fachgesellschaften weisen darauf hin, dass

eine Restknochenhöhe des Alveolarkamms von 4 - 5 mm im Oberkieferseitenzahnbereich für eine primäre Stabilisierung von enossalen Implantaten notwendig ist. Zur Verkürzung der Wartezeiten bis zur prothetischen Versorgung wird, sofern eine primäre Stabilisierung erzielbar war, einer simultanen Implantation auch bei geringeren Knochenhöhen der Vorzug gegeben. Patienten, bei denen kein simultanes Verfahren notwendig war, wurden aufgrund der geringen Fallzahl aus der Untersuchung ausgeschlossen.

2.1.2 Kontraindikationen und Risikofaktoren

Neben den allgemeingültigen Kontraindikationen zum Ausschluss einer Implantation gibt es weitere spezielle Kontraindikationen, für den Sinuslift:

- Allergische, akute oder chronische Sinusitis
- Allergische Rhinitis
- Pathologische Veränderungen wie Mukozelen, Zysten, Granulome oder Tumoren im Sinus maxillaris
- Wurzelreste oder andere Fremdkörper in der Kieferhöhle
- Vorausgegangene Kieferhöhlenrevisionen
- Eine zu große intermaxilläre Distanz

Gewohnheiten und Begleiterkrankungen, die als relative Kontraindikationen diskutiert werden, wurden erfasst und auf einen möglichen Zusammenhang hin untersucht.

2.1.2.1 Nikotinkonsum

Raucher wurden während der präimplantologischen Aufklärung darauf hingewiesen ihren Nikotinmissbrauch aufzugeben oder wenigstens auf ein unumgängliches Mindestmaß einzuschränken. Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung ließ sich der Nikotinkonsum evaluieren und das Patientenkollektiv entsprechend der Patientenangaben in Raucher oder Nichtraucher einteilen.

2.1.2.2 Bruxismus

Die Belastungsfaktoren spielen eine signifikante Rolle beim Implantationserfolg oder –misserfolg (O'Mahony et al. 2000, De Smet et al. 2001, Rangert et al. 1999). Um mögliche Zusammenhänge okklusaler Überbelastung durch parafunktionelle Aktivitäten mit Implantatverlusten zu untersuchen, wurden die Patienten im Hinblick auf das Auftreten von Bruxismus untersucht und befragt.

2.1.2.3 Parodontitis

Das Vorliegen einer Parodontitis wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mithilfe einer WHO-Sonde und des PSI-Codes erfasst.

Lag bei einem Patienten in allen 4 Seitenzahnsextanten ein Wert von mindestens PSI-Code 3 vor, wurde das Merkmal Parodontitis angenommen.

2.2 Operationsverfahren und Begleittherapie

2.2.1 Präoperative Therapie

Präoperativ erhielten die Patienten eine antibiotische Prophylaxe in Form einer oralen Gabe von Amoxicillin in der Dosierung 3 x 1000 mg per diem bzw. Clindamycin in der Dosierung 4 x 300 mg per diem beginnend 9 -18 h vor dem Eingriff bis zum 7. postoperativen Tag.

Alle Operationen wurden in der Praxis von Professor Dr. U. Keller ambulant in Lokalanästhesie durchgeführt, wobei in Abhängigkeit der Lokalisation und des Operationsverfahrens Leitungsanästhesien des Nervus palatinus major und Nervus infraorbitalis, Tuberanästhesien sowie Infiltrationsanästhesien im Vestibulum vorgenommen wurden (Ultracain D-S[®], 1:200.000 Aventis Pharma Deutschland GmbH, 65926 Frankfurt).

Unmittelbar vor dem Eingriff erfolgte eine Spülung der Mundhöhle mit 0,2 % Chlorhexidinbis-D-gluconat-Lösung um die Keimzahl im Operationsfeld zu reduzieren.

2.2.2 Interner Sinuslift

Die interne Sinusbodenelevation wurde entsprechend der von Summers (1994) vorgeschlagenen Methode durchgeführt.

Unter Verwendung einer Bohrschablone, die Lage sowie Ausrichtung der Implantate definierte, wurde mit einer Sonde die Schleimhaut entsprechend der gewünschten Implantatlokalisierung tätowiert. Mit einem krestalen Kieferkammschnitt bei den transgingival einheilenden Implantaten oder ein 2 mm nach palatinal versetzter Schnitt bei den subgingival einheilenden Implantaten mit Ausdehnung in den Sulkus der Nachbarzähne ließ sich unter Bildung eines vestibulären Mukoperiostlappens der krestale Alveolarknochen soweit unbedingt notwendig freilegen und mit einem Rosenbohrer (H 141A 104 035, Komet, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG, D-32657 Lemgo) eventuell vorhandenes fibröses Gewebe oder Knochenkanten entfernen. Zur Markierung und Ankörnung der Implantatposition im Knochen kam ein kugelförmiger Hartmetallbohrer zum

Einsatz. Die Primärbohrung reichte in ihrer Tiefe soweit, dass eine Knochendicke von ca. 0,5 -1 mm zur Kieferhöhle verblieb. Richtungsweisend für die Bohrung war wiederum die Bohrschablone, wobei die exakte Ausrichtung mit Parallelisierungsstiften kontrolliert wurde. Im Idealfall lag die Mittelachse des Implantates auf den bukkalen Höckerspitzen der Unterkieferantagonisten.

Nach Erweiterung bis zum gewünschten Implantatdurchmesser wurde durch vorsichtiges Klopfen mit an der Spitze konkaven und scharfkantigen Osteotomen nach Prof. Keller (Aesculap® XP 500 207, B/Braun Aesculap AG & Co KG, 78532 Tuttlingen) die zum Sinusboden verbleibende Knochensäule im Sinne einer Grünholzfraktur nach apikal in die Kieferhöhle getrieben (s. Abb. 1). Sie blieb an der Schneider'schen Membran gestielt, welche sich durch weiteres vorsichtiges Vorschieben des Osteotomes vom Knochen in der Umgebung des Bohrlumens zeltartig ablösen ließ. Dabei war es, um die Kieferhöhlenschleimhaut nicht zu perforieren, notwendig, sich langsam an den Punkt heranzutasten, an dem das Arbeitsende des Osteotoms den Kieferhöhlenboden erreicht hatte, da dann kein weiteres Vor-sich-her-treiben einer Knochensäule mehr notwendig war und der benötigte Kraftaufwand schlagartig abfiel. Über das Bohrloch wurde anschließend fakultativ mithilfe des Osteotomes ein kreisrundes Kollagenvlies equinen Ursprungs, hergestellt aus einem Kollagenkegel (Dk-1010 Resorba® Wundversorgung GmbH + Co KG, D-90475 Nürnberg) eingebracht. Alternativ kamen bei spongiöserem Knochen zur Aufweitung des Bohrlumens anstatt von Vorbohrern Osteotomen aufsteigender Größe zum Einsatz. Der Instrumentensatz umfasste 3 Einzelinstrumente für die verschiedenen Durchmesser und Längen der Implantate (Aesculap® XP 500 207, XP 500 208, YP 500 209, B/Braun Aesculap AG & Co KG, 78532 Tuttlingen). In den durch die Anhebung der Kieferhöhlenschleimhaut entstandenen Raum erfolgte die Applikation des Augmentationsmaterials und anschließend das Eindrehen des Implantats mittels einer Ratsche. Nach Einsetzen der Verschlusschrauben und gegebenenfalls bukkaler Augmentation wurde, abhängig vom verwendeten Implantatsystem, der Mukoperiostlappen spannungsfrei und dicht über dem Implantat vernäht bzw. um den Implantathals geformt. Abbildung 2 zeigt das intraoperative Vorgehen.

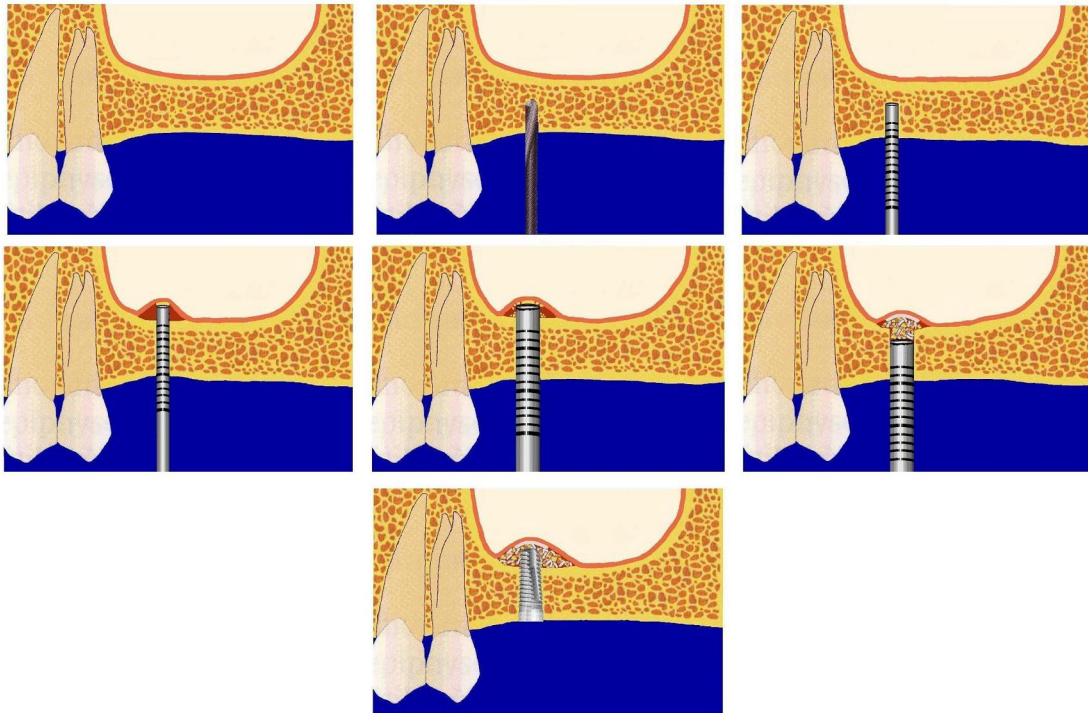


Abb. 1: Interner Sinuslift. — Schematische Darstellung modifiziert nach Palty (1998).

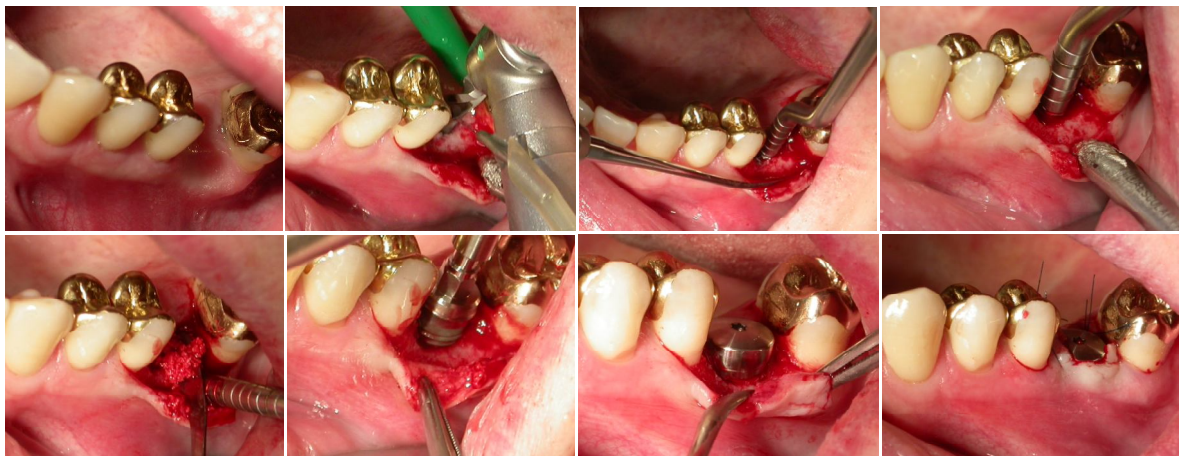


Abb. 2: Intraoperative Bilder bei internem Sinusliftverfahren.

2.2.3 Externer Sinuslift

Die externe Sinusliftoperation erfolgte in Anlehnung an die von Tatum eingeführte Methode (Tatum 1977).

Analog dem internen Vorgehen erfolgte die Schnittführung. Allerdings war, um die laterale Wand des Sinus maxillaris darzustellen, ein weiterer vertikaler Entlastungsschnitt mesial notwendig. Nach Freilegung der Kieferhöhlenwand von der Fossa canina bis zur Crista zygomaticoalveolaris wurde ein ovales ca. 0,7 x 1,2 cm großes Knochenfenster angelegt, wobei die kaudale Osteotomielinie ungefähr 2-3 mm höher als der vermutete Sinusboden und in jedem Fall

mindestens 5 mm oberhalb des Kieferkammfistes lag, so dass auch bei reduzierten Knochenhöhen eine ausreichende Stabilität der restlichen Knochenbrücke erhalten blieb. Die horizontal verlaufende Grenze zwischen Alveolarfortsatzknochen und Kieferknochen war durch die intensiveren Durchblutungsverhältnisse des Alveolarknochens beziehungsweise anhand des präoperativen Röntgenbildes sichtbar. Mit Hilfe eines runden Hartstahlbohrers (H141A 104023) (Komet, Gebr. Brasseler GmbH & Co KG, D-32657 Lemgo) wurde zirkulär bei minimalem Druck und hoher Drehzahl die Kortikalis ausgedünnt bis in der präparierten Rinne der Knochen vollständig abgetragen war und die Schneider'sche Membran sichtbar wurde (s. Abb. 3). Unter Verwendung spezieller Sinuslift-Instrumente (Aesculap® DO575R, DO576R, DO577R, B/Braun Aesculap AG & Co KG, 78532 Tuttlingen) ließ sich die Kieferhöhlenschleimhaut schonend und verletzungsfrei vom Kieferhöhlenboden und vorhandenen Knochensepten elevieren und nach cranial abpräparieren, bis sie horizontal ohne Zug nach oben geschoben werden konnte (s. Abb. 4). Ein in seiner Größe reduziertes Fenster bot den Vorteil geringerer postoperativer Beschwerden und eines geringeren Risikos bindegewebiger Einsprossung vom bedeckenden Mukoperiostlappen in das Augmentat. Die Größe des zu präparierenden Deckels hing außerdem ab von der Anzahl der geplanten Implantate.

Anschließend fand die Pilotbohrung für das Implantat und die weitere Aufbereitung des Implantatbettes in gewohnter Weise von krestal statt. In Fällen besonders dünner Schneider'scher Membran oder bei kleineren Perforationen kam entsprechend dem Vorgehen beim internen Sinuslift eine geglättete rechteckige Kollagenfolie (Kollagen-resorb, Format 1,8 x 3,6 cm, Resorba® Wundversorgung GmbH + Co KG, D-90475 Nürnberg) als Verstärkung zur Anwendung. Vor Insertion der Implantate wurde die mediale Kieferhöhle mit Augmentationsmaterial aufgefüllt, um eine zirkuläre Einbettung der Implantate in das Augmentat zu gewährleisten. Die Höhe der Augmentation ist durch die Lage des Ostium maxillare begrenzt, das nicht obstruiert werden darf. Das Implantat wurde mit der Implantatschulter auf Knochenniveau orientiert, um später ein entsprechendes Emergenzprofil des Implantataufbaus gestalten zu können. Durch eine Durchmesserreduzierung der Finalbohrer fand eine Knochenkompression statt und es konnte auch bei geringer Alveolarknochenhöhe eine ausreichende Primärstabilität erreicht werden, die im Bereich zwischen 10 und 30 N liegen sollte.

Darauf wird über das Zugangsfenster eine rechteckige, die Defektgrenzen um 2-3 mm überlappende Kollagenfolie (s. o.) platziert, um das partikuläre Material zu fixieren und eine Weichgewebsproliferation in das Augmentat zu verhindern.

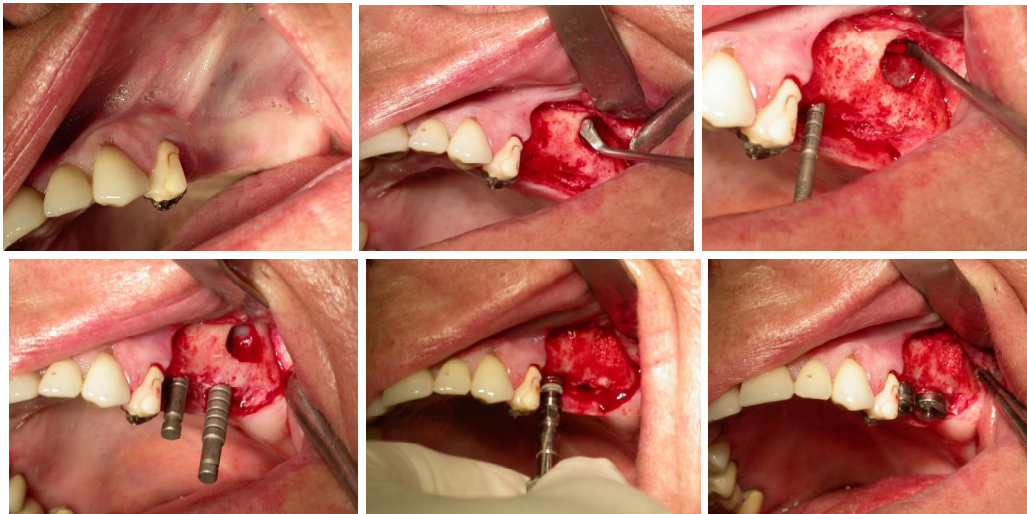


Abb. 3: Intraoperative Bilder beim externen Sinuslift.

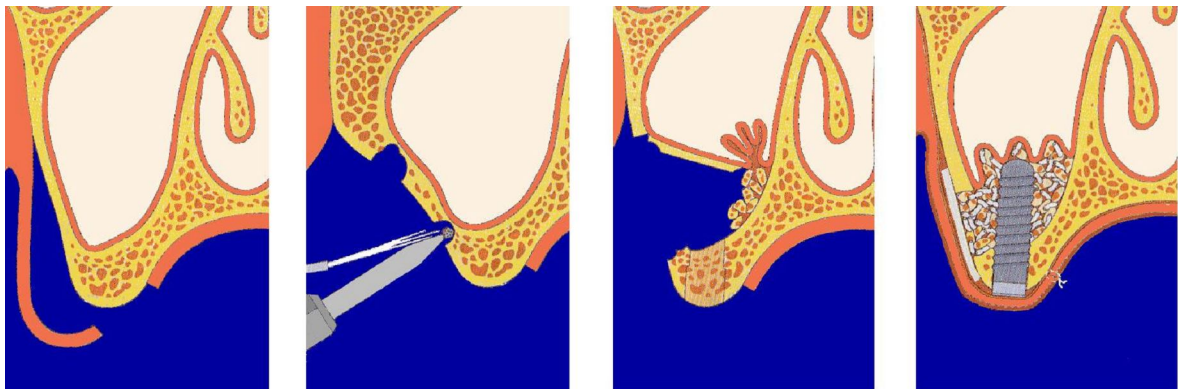


Abb. 4: Externer Sinuslift mit simultaner Implantatinserktion (modifiziert nach Cacaci et al. 2006). - Das Bild zeigt den schematischen Verlauf der externen Sinusbodenelevation.

2.2.4 Postoperative Therapie

Die Patienten wurden angewiesen bis zur Fadenentfernung, beginnend am ersten postoperativen Tag, mit einer 0,2 % Chlorhexidinbis-D-gluconat-Lösung die Mundhöhle zur Keimreduktion 2 mal täglich zu spülen. Eine vorhandene Prothese bzw. Interimsersatz wurde im Bereich der Implantate großzügig freigeschliffen. Prothesenkarenz wurde nur bei zahnlosen Patienten mit beidseitiger Sinusliftoperation für ca. 5 Tage verordnet. Alle anderen Patienten erhielten den Hinweis ihre Prothese in den ersten postoperativen Tagen so wenig wie möglich zu tragen.

Dank der kurzen Operationsdauer und einer minimalen Öffnung der Mukosa waren nur geringe postoperative Beschwerden und eine leichte Schwellung zu erwarten. Dennoch wurde eine lokale Kälteanwendung in den ersten 2-3 Tagen empfohlen. Zur Schmerzmedikation kamen Ibuprofen 400 mg Tabletten zum Einsatz. Am 7. postoperativen Tag fand die Nahtentfernung statt. 4-6 Wochen nach der Operation erschienen die Patienten zur klinischen Zwischenkontrolle.

2.2.5 Freilegung

Die belastungsfreie Einheilphase der Implantate dieser Studie sollte 6 Monate nicht unterschreiten. Eine Verkürzung der Wartezeit auf 4,5 Monate fand nur bei geringer Augmentation und ausreichendem Restknochenbestand statt. Falls die Implantate subgingival eingeheilt waren, erfolgte vor Ende dieser 6 Monate unter Lokalanästhesie die chirurgische Freilegung. Zum Verschluss der Implantate wurden die entsprechenden Gingivaformer der unterschiedlichen Systeme mit antibiotischer Salbe beschickt und eingebracht. Nach 7-10 Tagen fand die Extraktion der Fäden statt und die prothetische Rehabilitation, die zum größten Teil von den überweisenden Hauszahnärzten durchgeführt wurde, konnte fortgesetzt werden.

Im Anschluss daran stellten sich die Patienten zum jährlichen Recall vor, wobei eine klinische und radiologische Nachuntersuchung erfolgte.

2.3 Datenerhebung

2.3.1 Lokalisation

Die Lokalisation der Implantatpfeiler wurde nach dem internationalen Zahnschema der FDI definiert. Die Auswahl der Implantatpositionen fand anhand präoperativ angefertigter Röntgenbilder bevorzugt an Stellen mit lokal günstigeren anatomischen Verhältnissen sowie nach prothetischen Gesichtspunkten im Sinne eines „backward planning“ statt. Alle Implantationen wurden als Spätimplantationen durchgeführt um eine ausreichend knöcherne Konsolidierung des Implantatlagers vorauszusetzen.

2.3.2 Verwendete Implantatsysteme

In die Studie wurden die beiden selbstschneidenden Implantatsysteme Camlog und ITI aufgenommen.

2.3.2.1 ITI-Implantate

Beim ITI-Implantat (Straumann AG, CH-4437 Waldenburg) handelt es sich um ein 2-teiliges Vollschraubenimplantat aus Reintitan. Die Implantatoberfläche ist zur besseren Verankerung im Knochen durch Sandstrahlung und Säureätzung mikrostrukturiert, die Halspartie durch maschinelle Bearbeitung glatt strukturiert um gute Voraussetzungen für ein epitheliales Attachement zu schaffen und Plaqueadhäsion zu minimieren.

2.3.2.2 Camlog –Implantate

Das Camlog-Implantat, ebenfalls ein zweiteiliges Vollschraubenimplantat aus Reintitan (Altatec Biotechnologies Medizintechnische Elemente GmbH & Co KG, D-75449 Lamberg) ist in zwei Formen erhältlich, wurzelförmig (Root-Line) und nach oben leicht konisch (Screw-Line). Die Rotationssicherung der Abutments wird durch eine Tube-in-Tube-Verbindung mittels dreier Nuten hergestellt.

2.3.3 Implantatdurchmesser und -länge

In der Prämolarenregion wurden Implantate vom Durchmesser 4,1 (ITI-System) und 4,3 (Camlog-System) und in der Molarenregion 4,8 (ITI-System) und 5,0 (Camlog-System verwendet). Beim ITI-System handelte es sich dabei vor allem um Standard-RN-Implantate, im Molarenbereich wurden Standard-WN-Implantate bevorzugt. Für die Indikation des Sinuslifts kamen Implantate der Längen 8, 10 und 12 mm in Frage. Aus dem Camlog-System wurden Screw-Line- und Root-Line-Implantate der Längen 9, 11 und 13 mm ausgewählt.

2.3.4 Knochenqualität

Die Einschätzung der Qualität des Knochens wurde während des operativen Eingriffs unter Berücksichtigung der radiologisch erkennbaren Knochendichte vorgenommen. Die Beurteilung erfolgte gemäß der Klassifikation nach Lekholm und Zarb (Lekholm und Zarb 1985) (s. Tab. 2).

Tab. 2: Klassifikation der Knochenqualität nach Lekholm und Zarb (1985). – „D“: Abk.

für density – dtsh. Knochendichte.

Klasse	Qualität	Schema
D 1	Der Kiefer besteht fast ausschließlich aus homogener kompakter Knochensubstanz	
D 2	Eine breite Kompakta umgibt einen Bereich dichter Spongiosa	
D 3	Eine dünne Kortikalis umgibt dichte Spongiosa mit guter Festigkeit	
D 4	Eine dünne Kortikalis umgibt lockere Spongiosastrukturen	

2.3.5 Augmentationsmaterial

Wie in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 beschrieben, wurde der durch den Sinuslift geschaffene subantrale Hohlraum mit Augmentationsmaterial gefüllt. Dabei kamen folgende Materialien zum Einsatz:

1. Alloplastisches Knochenersatzmaterial, Cerasorb[®], Granulatgröße 500-1000 µm (Curasan AG, D-63801 Kleinostheim)
2. Beim Anlegen des Fensters sowie bei der Implantation mittels einer Knochenfalle (BoneTrapTM 22179, AstraTech AG, SE-431 21 Mölndal) gesammeltes partikuläres autogenes Knochenmaterial
3. Kollagenfolie (Kollagen-resorb RK-1836, Format 1,8 x 3,6 cm, Resorba[®] Wundversorgung GmbH + Co KG, D-90475 Nürnberg) bei dünner Kieferhöhlenschleimhaut oder kleinen Perforationen
4. In Fällen von nur geringem Augmentationsbedarf wurde kein weiteres Augmentationsmaterial eingesetzt. Bei einer Knochenhöhe von 8-10 mm ist es ausreichend den knöchernen Nasennebenhöhlenboden nach der Summers-Technik zu perforieren und ein Implantat zu wählen, das 2 mm länger ist. Zusätzliche Maßnahmen sind nicht erforderlich.

Diese Materialien wurden sowohl für die Sinusbodenelevation als auch für die krestale Höhen- und Breitenaugmentation verwendet.

2.3.5.1 Cerasorb®

Beim alloplastischen Material Cerasorb® handelt es sich um eine phasenreine Beta-Tricalciumphosphatkeramik ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Das Cerasorb®-Granulat ist laut Herstellerangaben gekennzeichnet durch eine offene interkonnektierende Mikroporosität von ca. 35 %. Seine stabile Struktur gewährleistet eine durchgängige Angiogenese und verhindert gleichzeitig einen mikropartikulären Zerfall und damit eine unerwünschte Phagozytose. Mit einer Resorptionszeit von 6-15 Monaten findet sich Cerasorb® in der Liste der vollständig resorbierbaren Knochenersatzmaterialien (Szucs et al. 2000, Foitzik und Merten 1999). Bis dahin hat es die Aufgabe eines Platzhalters und dient als Substrat für die Osteogenese (Jarcho 1981). Die Knochenersatz-Granula werden dabei entsprechend von kaudal und lateral nach zentral knöchern eingebaut (Tarnow et al. 2000, Hürzeler 1997).

Gemäß den Herstellerempfehlungen wurde Cerasorb® mit aus der Wunde gewonnenem Blut zu einem zähen Brei vermischt, wodurch eine günstigere Applizierbarkeit erreicht wurde.

2.3.5.2 Autologe kortikospongiöse Späne

Autologer Knochen ist zur Osteogenese befähigt, d. h. er ist in der Lage, eine Knochenneubildung direkt aus Osteoblasten zu bewirken (Misch und Dietsch 1993). Außerdem sind Osteoprogenitorzellen, osteoinduktive Faktoren und eine bereits bestehende Knochenarchitektur vorhanden (Smiler et al. 1992). Vor allem bei großen knöchernen Rekonstruktionen oder ersatzschwachem Lager, wie sehr dünnem subantralem Restknochen, betrachten viele Wissenschaftler daher das autogene Transplantat als „Goldstandard“ unter den Augmentationsmaterialien (Block und Kent 1997, Garg 1999, Langer und Langer 1999, Wheeler et al. 1996). Bei der Einheilung kann je nach Größe und Revaskularisierung des autologen Knochentransplantates dieses zunächst ganz oder teilweise nekrotisieren, und erst anschließend knöchern inkorporiert und durch neu gebildeten Knochen ersetzt werden (Östrup und Frederickson 1974, Burchardt 1987). Die osteogenen Vorteile des Knochentransplantates kommen also nur bei sehr kleinen Transplantatvolumen oder in der 1. Phase der Wundheilung zum Tragen. Im weiteren Verlauf wirkt das nekrotisierte Transplantat lediglich osteoinduktiv, das heißt, die abgestorbenen Zellen setzen säurelösliche Proteine frei, zu denen die

BMPs und andere osteogene Faktoren zählen, die eine Knochenneubildung im Empfängerlager induzieren können (Smiler et al. 1992).

2.3.6 Zusatz-Operationen

Zusätzliche operative Maßnahmen, die im Rahmen der Sinus-Operation oder der Implantat-Insertion durchzuführen waren, sollten dokumentiert werden. Es handelte sich hierbei um externe Höhen- und Breitenaugmentationen, die zur Schaffung eines ausreichend dimensionierten Implantatlagers notwendig wurden. In den meisten Fällen einer zusätzlichen Augmentation erfolgte diese simultan zur Implantation.

2.3.7 Intraoperative Komplikationen

Als Komplikation der Sinusliftoperation kann es sowohl bei der Präparation des Knochendeckels als auch bei der Elevation der Schneider'schen Membran zu einer Ruptur kommen. Dies ist nur bei kleineren Defekten unproblematisch. Im Falle einer kleinen Perforation wurde diese mit einer Kollagenfolie, wie sie in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 beschrieben ist, abgedeckt. Das Vorhandensein antraler Septen kann die Membranelevation komplizieren und führt zu einem erhöhten Risiko von Membranperforationen (Krennmair et al. 1997). Deshalb wurde auch das Auftreten von Underwood'schen Septen (Underwood 1910) evaluiert. Bei großen Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut wurde die Operation abgebrochen und 6 bis 9 Monate später wiederholt.

2.3.8 Postoperative Komplikationen

Als weitere belastende Faktoren wurden *Nahtdehiszenzen*, *Infektionen* oder *Sinusitiden*, die aber meist antibiotisch zu beherrschen waren, dokumentiert.

Infektionen kommen entweder durch Kontamination des Operationsfeldes mit oral- oder sinuspathogenen Erregern oder durch eine bereits präoperativ bestehende maxilläre Sinusitis zustande. Dies wurde aber durch genaue präoperative Diagnostik ausgeschlossen um einen infektionsbedingten Verlust des Augmentats zu vermeiden. Trat dennoch der Verdacht auf eine Sinusitis auf, wurde die perioperative Antibiotikatherapie verlängert sowie zur Unterstützung der Sekretentleerung der Kieferhöhle lokal abschwellende Nasentropfen verordnet. Bei bestehenden Beschwerden sollte sich der Patient zusätzlich bei HNO-Spezialisten vorstellen.

2.4 Klinische Nachuntersuchung

Die vorliegende Studie sah vor im Rahmen des jährlichen Recalls die Patienten auf die im Erhebungsbogen definierten Parameter hin zu untersuchen. Gezielte Mundpflegehinweise waren obligatorischer Bestandteil der Recall-Sitzungen und motivierten den Patienten zur regelmäßigen und kompetenten häuslichen Implantatpflege.

2.4.1 Klinische Befunde

Im Rahmen der Befunderhebung wurden der Gesamtzustand des Gebisses, die gewählte Suprakonstruktion und die Gegenbezaehlung erfasst, sowie der PSI-Code erhoben. Druckdolenzen am Nervus infraorbitalis wurden manuell palpiert und die Patienten nach Beschwerden im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich befragt. Alle Implantate wurden auf das Vorhandensein von Primärkontakten hin untersucht. Für die metrischen Bestimmungen wurde eine Parodontalsonde herangezogen.

2.4.2 Suprakonstruktion

Abhängig von der jeweiligen Implantatindikation und den Patientenwünschen wurde entweder festsitzender Zahnersatz in Form von Einzelkronen und Brücken mit keramischer Kaufläche oder herausnehmbarer Zahnersatz in Form teleskopgestützter Teilprothesen und teleskopierender Totalprothesen angefertigt. Die Wahl der Suprakonstruktion bezog auch begrenzte Möglichkeiten, die durch eine große intermaxilläre Distanz gegeben sind, mit ein.

Die verblockten Implantate wurden unter Berücksichtigung der einbezogenen Pfeiler in vier Klassen unterteilt (nach Hürzeler 1997) (s. Tab. 3).

Tab. 3: Zuordnung der Implantate entsprechend der Klassen nach Hürzeler (Hürzeler 1997). – „B“: Brückenkonstruktion.

Klasse	Kriterien
B1	Implantate im augmentierten Sinus sind mit Implantaten, die sich im ortsständigen Knochen befinden, kombiniert
B2	Implantate im augmentierten Sinus sind durch die Suprakonstruktion mit natürlichen Pfeilerzähnen verbunden
B3	Suprastruktur, ausschließlich getragen von Implantaten im augmentierten Sinus
B4	Implantate im augmentierten Sinus sind mit Implantaten im ortsständigen Knochen und natürlichen Pfeilerzähnen kombiniert

2.4.3 Gingiva- Index nach L e und Silness

Die periimplantäre Mukosa wurde inspiziert auf Zeichen einer Zahnfleischentzündung. Für die Graduierung kam der Gingiva-Index nach L e und Silness (1963) (Tab. 4) zur Anwendung.

Tab. 4: Gingiva-Index nach L e und Silness (1963).

Grade	Kriterien
0	Normale Gingiva: keine Entzündung, keine Verfärbung, keine Blutung
1	Geringe Entzündung: leichte Farb- und Oberflächenveränderung, keine Blutung
2	Mäßige Entzündung: Rötung, Schwellung, Blutung auf Druck und bei Sondieren
3	Schwere Entzündung: starke Rötung, Schwellung, Spontanblutung, Ulzeration

2.4.4 Plaqueindex

Der von Silness und L e (1964) veröffentlichte Plaqueindex berücksichtigt in erster Linie die Dicke der Plaque entlang des Gingivalrandes. Es wurden ohne Anfärben, nach Trocknung mit dem Luftbl ser alle 4 Implantatfl chen (buccal, lingual, mesial und distal) visuell und mit der zahnärztlichen Sonde bewertet. Die Unterteilung des Plaqueindex in 4 Intensitätsgrade ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tab. 5: Plaqueindex nach Silness und L e (1964).

Grade	Kriterien
0	Keine Plaquebesiedelung nach Inspektion und Sondierung
1	Durch Abstreifen mit der Sonde nachweisbare Plaquebesiedelung
2	Mit bloßem Auge sichtbare Plaquebesiedelung
3	Massive Ausbildung von Zahnstein und Belägen

2.4.5 Taschensondierungstiefe

Die zirkuläre Sulcustiefe am Implantat konnte durch die 4-Punkte-Messung mesial, distal, bukkal und palatinal mit der WHO-Sonde bestimmt werden. Die klinische Distanz zwischen Margo gingivae und Taschenfundus parallel zur Implantatachse wurde bestimmt. Für die Auswertung wurde der am jeweiligen Implantat gemessene Maximalwert herangezogen.

2.4.6 Gingivaverh ltnisse

Das Ausmaß von Rezessionen und die Breite der attached gingiva wurde anhand der in Abbildung 5 definierten Messpunkte bestimmt. Der jeweils höchste Wert des Gingivar ckganges ergab die statistisch ausgewertete Rezession. Die Ausdehnung der keratinisierten Mukosa bestimmte ein einfacher Beweglichkeitstest.

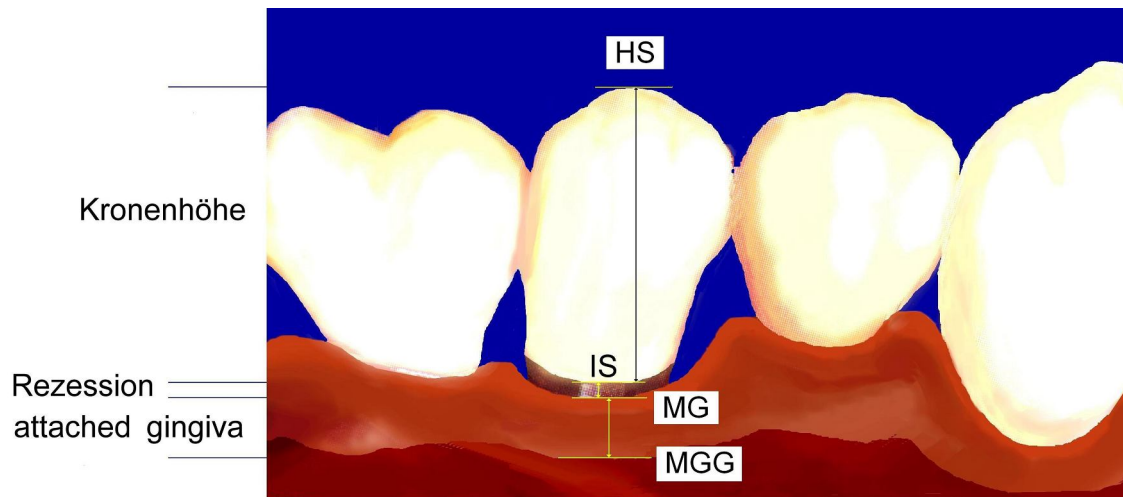


Abb. 5: Klinische Messpunkte. — „HS“: Höckerspitze, „IS“: Implantatschulter, „MG“: Margo gingivae, „MGG“: Mukogingivale Grenzlinie/linea girlandiformis.

2.4.7 Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Bei kurzen Implantaten und langen Aufbauten ist zu berücksichtigen, dass in solchen Fällen äußerst ungünstige Hebelverhältnisse zwischen Zahnersatz und Implantat auftreten. Um den Einfluss des Verhältnisses zwischen Kronenhöhe und Implantatlänge zu eruieren, wurde die Kronenhöhe vom Margo gingivae bis zur höchsten Höckerspitze der Krone gemessen (s. Abb. 5). Die Implantatlänge konnte der Patientenakte entnommen werden. Daraus wurde das Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge errechnet. Spiekermann forderte ein Verhältnis von Implantatlänge zu Kronenlänge von mindestens 1 : 1 um nicht überschwellige Belastungen zu verursachen und damit einem Implantatverlust Vorschub zu leisten (Spiekermann et al. 1994 b).

Bei einer Verblockung zweier Implantate kann dieses Verhältnis möglicherweise zugunsten der Kronenlänge erhöht werden.

Zur statistischen Auswertung wurden deshalb die Implantate anhand der gewonnenen Daten in 4 Gruppen eingeteilt (s. Tab. 6). Als Verblockung zählte nur eine primäre Verblockung über eine festsitzende Suprakonstruktion.

Tab. 6: Gruppeneinteilung entsprechend den Hebelverhältnissen.

Gruppe	Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge	Verblockung
1	≤ 1	Ja
2	≤ 1	Nein
3	> 1	Ja
4	> 1	nein

2.4.8 Mobilität

Die Osseointegration der Implantate wurde mittels des Periotest-Wertes beurteilt. Ursprünglich wurde das Periotestverfahren zur diagnostischen, objektiven Bestimmung des parodontalen Funktionszustandes entwickelt (Schulte et al. 1983). Das Periotestgerät (Periotest® 3218 Medizintechnik Gulden, D-64625 Bernsheim) misst dynamisch die Reaktion des Parodontiums auf eine definierte Stoßbelastung.

2.4.9 Patientenzufriedenheit

Die Befragung nach der subjektiven Einschätzung des Sinuslift-Verfahrens durch den Patienten anhand der Schulnotenscala sowie die Beurteilung der postoperativen Schmerzen, mit den Antwortmöglichkeiten stark, schwach und keine, schloss die klinische Evaluation ab.

2.5 Radiologische Evaluation

Der nach dem durchgeführten Eingriff auftretende Knochenabbau ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des langfristigen Erfolges eines Augmentationsverfahrens. Deshalb liegt der radiologischen Auswertung die vergleichende Inspektion des unmittelbar postoperativen und der weiteren Röntgenbilder zugrunde, wobei das Implantat als Bezugsgröße diene.

Sowohl Mundfilme in der Größe 3 x 4 cm (Dentus® M2 Comfort E/F, AGFa-Gevaert N.V, B-2640 Motcee angefertigt mit Gendamex 765 DL, Dentsply International Inc, Des. Plaines, USA) als auch Panoramaschichtaufnahmen (Kodak T-Mat, Kodak Rochester, NY. 14650, 15 x 30 cm angefertigt mit Planmeca ProMax, Planmeca Oy, 00810 Helsinki, Finnland) kamen bei der radiologischen Analyse zur Auswertung. Alle postoperativ durchgeführten Röntgenbilder wurden untersucht.

Als konstanter Bezugspunkt wurde die Implantatschulter ausgewählt und die Distanzen zwischen ihr und den veränderlichen knöchernen Punkten gemessen.

An jedem Implantat wurden in Anlehnung an die Studie von Hürzeler (1997) jeweils mesial und distal folgende 4 Distanzen sowie die radiologische Länge des Implantates erfasst (Abb. 6 und 7):

- a) Die Strecke von der Implantatschulter (IS) bis zum Alveolarkamm (AK): IS-AK
- b) Die Strecke von der Implantatschulter (IS) bis zum ursprünglichen Kieferhöhlenboden (KB): IS-KB
- c) Die Strecke von der Implantatschulter (IS) bis zur elevierten Schneider'schen Membran (SM): IS-SM
- d) Die Strecke vom Kieferhöhlenboden (KB) bis zur Schneider'schen Membran (SM): KB-SM

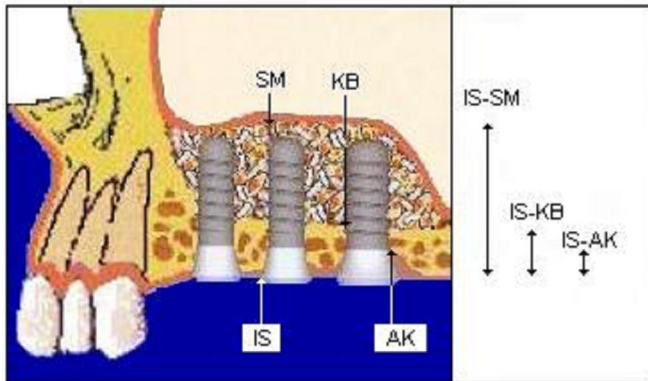


Abb. 6 : Radiologische Messpunkte und Distanzen (modifiziert nach Hürzeler 1997). – „AK“: Alveolarkamm, „IS“: Implantatschulter, „SM“: Schneider'sche Membran, „KB“: Ursprünglicher Kieferhöhlenboden; „IS-SM“, „IS-KB“, „IS-AK“: dazugehörige Strecken.

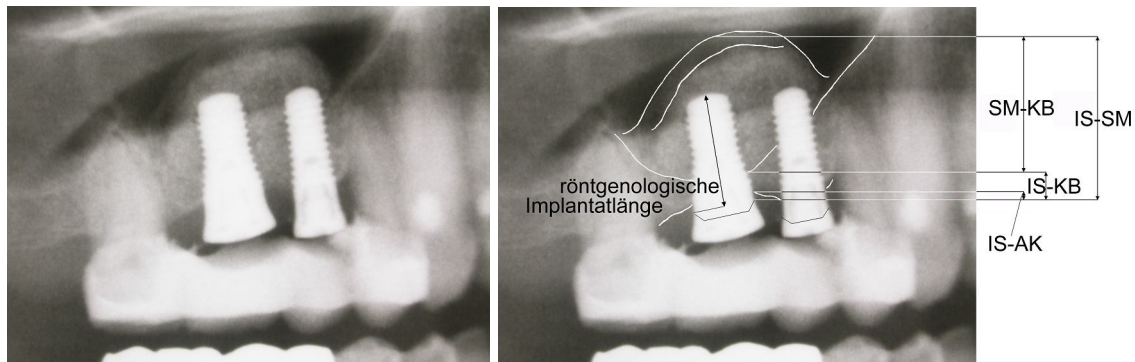


Abb. 7: Messpunkte am Originalröntgenbild. - Unmittelbar postoperatives Röntgenbild; links Originalröntgenbild; rechts wurden die gesuchten Strukturen markiert. Ein in den subantralen Hohlraum eingebrachtes Kollagenvlies, das postoperativ aufquillt stellt sich ähnlich einer Schleimhautschwellung dar. „AK“: Alveolarkamm, „IS“: Implantatschulter, „SM“: Schneider'sche Membran, „KB“: Ursprünglicher Kieferhöhlenboden; „IS-SM“, „IS-KB“, „IS-AK“, „SM-KB“: Dazugehörige Strecken.

War radiologisch eine pathologische Schwellung der Kieferhöhlenschleimhaut diagnostizierbar, wurde als Referenzpunkt die Grenze des Augmentationsmaterials herangezogen. Eine Messung des Endpunktes der Schneider'schen Membran hätte die Schleimhautschwellung beinhaltet und zur falschen Annahme einer sprunghaften Knochenresorption nach Abklingen der Schwellung geführt.

Die Röntgenbilder wurden direkt mittels einer dentalen Präzisionsschieblehre (Dentaurum 042-751, Dentaurum, D-75228 Ispringen) mit einer 0,1 mm-Skalierung an einem mit 2 x 8 Watt-Leuchtstoffröhren ausgestatteten Röntgenbildbetrachter (Kavo Röntgentgenbildbetrachter 1440, Kaltenbach & Voigt GmbH & Co, D-88400 Biberach) vermessen. Eine 2-fach vergrößernde Lupenbrille erhöhte dabei die Messgenauigkeit. Im Falle der ungenauen Identifizierung der entsprechenden Strukturen wurde auf die Analyse dieser Röntgenbilder verzichtet. Insgesamt wurden 912 Röntgenbilder ausgewertet.

Ausgehend von einer größeren Veränderung im unmittelbar postoperativen Zeitraum und relativ geringen Veränderungen innerhalb der später folgenden Monate wurden die Röntgenbilder für die Betrachtung des zeitlichen Verlaufs der periimplantären Knochenverhältnisse nach einem anfangs dreimonatigen Intervall in Sechsmonatszeiträumen gruppiert. 11 Implantaten fehlte ein weiteres postoperatives Röntgenbild zur Vergleichsanalyse, so dass diese Implantate von der Untersuchung bezüglich der zeitabhängigen knöchernen Veränderungen ausgeschlossen wurden. Aufgrund der Gruppierung der Röntgenbilder wurde pro Implantat nur 1 Röntgenbild für das jeweilige Zeitintervall zugelassen.

Mithilfe der röntgenologisch ermittelten Implantatlänge (IL) und der originalen Implantatlänge als Referenzgröße konnte für jedes Röntgenbild der Verzerrungsfaktor und damit die tatsächlichen Distanzen bestimmt werden.

2.5.1 Präoperative Knochenhöhe

Für die Beurteilung der präoperativ vorhandenen Knochenhöhe (IS-KB) wurde der Mittelwert aus den mesial und distal des Implantates ermittelten Werten gebildet.

2.5.2 Knochenhöhe am Implantat

Die gesamte Knochenhöhe (IS-SM) jedes Implantates wurde ebenfalls als Mittel aus mesialem und distalem Wert gebildet.

2.5.3 Augmentationshöhe

Die Augmentationshöhe ist die Höhe des im Untersuchungszeitraum durch das Augmentationsmaterial neu entstandenen Knochenvolumens.

Messfehlerbedingt und durch die im Laufe der Zeit schlechtere Erkennbarkeit des ursprünglichen Kieferhöhlenbodens gab es bei der Röntgenbildersequenz eines Implantates geringe Variationen in der Distanz IS-KB. Dadurch, dass diese

Distanz aber bekannt und ungefähr konstant war konnte auch, nachdem der ursprüngliche Kieferhöhlenboden nicht mehr sichtbar war, die Höhe des reinen Augmentates bestimmt werden. Nach den Ergebnissen von Reinhardt und Kreusser (2000) lassen sich nach neun Monaten röntgenologisch kaum noch Cerasorb-Granula erkennen.

Da die Grenze zwischen altem Sinusboden und Augmentationsmaterial am ersten präoperativen Röntgenbild am besten zu erkennen war, wurde dieser Wert für die Berechnungen verwendet. Sofern nicht mehr messbar, wurde die Augmentationshöhe (KB-SM) durch folgende Rechenoperation ermittelt:

$$\text{KB-SM} = \text{IS-SM} - \text{IS-KB}.$$

Danach wurde der Mittelwert aus mesialem und distalem Wert bestimmt und damit die prozentuale noch vorhandene Augmentationshöhe im Vergleich zum Ausgangswert des unmittelbar postoperativ erstellten Röntgenbildes errechnet.

2.5.4 Knochenhöhe über dem Implantat

Um die eventuellen Auswirkungen der Implantatinserktion auf die Repneumatisation des Sinus maxillaris zu untersuchen wurde auch die mittlere Knochenhöhe über dem Implantat im Verlauf der Zeit ermittelt:

$$\text{Implantatapex-SM} = \text{IS-SM} - \text{Implantatlänge}$$

2.5.5 Länge des Implantat-Knochen-Interfaces

Bei auf das Implantat einwirkenden Kräften wird die Belastung nicht wie beim Zahn von den Sharpey'schen Fasern auf den Knochen übertragen, sondern der zirkulär vorhandene Knochen wird direkt über das Knochen-Implantat-Interface belastet. Nur die vertikale Kraftkomponente wirkt zu einem geringen Teil auf den apikal des Implantates lokalisierten Knochen ein. Deshalb sollte die Länge des zirkulär lasttragenden Knochens erfasst werden:

$$\text{Ist } \text{IS-SM} - \text{IL} > 0 \text{ gilt: Interface} = \text{IL} - \text{IS-AK}$$

$$\text{Ist } \text{IS-SM} - \text{IL} < 0 \text{ gilt: Interface} = \text{IS-SM} - \text{IS-AK}$$

2.5.6 Krestaler Knochenabbau

Der periimplantäre Knochenabbau wird mit der Strecke IS-AK direkt ausgemessen und gemittelt.

2.6 Definition des Implantatmisserfolgs

Für den Misserfolg eines Implantates wurden folgende Kriterien, wie sie in der Sinus Consensus Conference (Shulman et al. 1999) definiert wurden, herangezogen:

1. Klinische Mobilität
2. Kontinuierliche radioluzente periimplantäre Bereiche
3. Implantat oder Kieferhöhlenaugmentat verursachen Schmerzen oder sind infiziert
4. Signifikant fortschreitender krestaler oder apikaler Knochenverlust
5. Das Implantat kann nicht belastet werden.

2.7 Statistik

Die mittels Erhebungsbogen gewonnenen Daten wurden in einer Excel-Tabelle katalogisiert. Für die statistische und graphische Auswertung der gefundenen Messwerte kam die Analysefunktion von Microsoft® Excel 2000 Version 9.0 und das Programm Winstat® für Microsoft Excel Version 2007.1 zum Einsatz.

Die Beschreibung der ermittelten Daten erfolgt durch die Angabe von Median, Minimumwert und Maximumwert, sowie des Mittelwerts und dessen Standardabweichung. Zur übersichtlichen Darstellung wurden in der deskriptiven Analyse die relativen Häufigkeiten der beobachteten Ereignisse ermittelt.

Um eine statistisch unabhängige Betrachtung und Bewertung der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf den Implantatverlust ermöglichen zu können, wurde pro Patient nur ein Implantat in die Analyse auf statistisch signifikante Unterschiede einbezogen. Die Auswahl des in der Auswertung berücksichtigten Implantats erfolgte zufällig.

Für nominal- und rangskalierte Merkmale wurde zur Analyse eines signifikanten Unterschiedes der verschiedenen Gruppen Fishers exact Test herangezogen. Bei intervallskalierten Merkmalen geschah dies durch die Ermittlung von Kontingenzintervallen mit einem Konfidenzniveau von 95 %. Zur Berechnung der Implantaterfolgsprognose wurde die Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier angewendet (Tetsch et al. 1990). Mit Hilfe des Log-Rank-Tests konnte der Einfluss der Variablen Operationsverfahren und Augmentationsmaterial geprüft werden. Das Signifikanzniveau wurde für alle Testverfahren mit $p \leq 0,05$ festgelegt. Allerdings kann die statistische Analyse bezüglich des Implantatmisserfolgs

aufgrund der geringen Ereigniszahl der Implantatverluste nur orientierenden Charakter haben. Deshalb konnte auch beim Vorliegen nicht signifikanter Unterschiede in diesen Fällen nur vermutet werden, dass die Variablen keinen Einfluss auf einen Implantatverlust besitzen. Um eine beweisende Analyse durchzuführen wären ein noch größerer Untersuchungsumfang notwendig gewesen und eine anschließende konfirmatorische Faktoranalyse.

In die radiologische Auswertung wurden alle mit Sinusliftoperation inserierten Implantate einbezogen. Unterschiede zwischen den einzelnen Merkmalen wurden hier ebenfalls mittels 95%iger Konfidenzintervalle untersucht.

Zur Darstellung der ermittelten Daten und Ergebnisse wurden Tabellen, Histogramme, Box und Whiskers-Diagramme und Kurvendiagramme gewählt. Dabei markieren die Stufen im Verlauf der Kaplan-Meier-Kurven Zeitpunkte, an denen Misserfolge eintraten, die Kreuze markieren die zensierten Fälle.

Bei Darstellung der radiologischen Analysen wurde bei zu großen Konfidenzintervallen aus Gründen der Übersichtlichkeit auf deren Abbildung verzichtet.

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Insgesamt kamen im Rahmen dieser Studie 231 Implantate bei 138 Patienten zur Auswertung, die zwischen November 2001 und Dezember 2005 von demselben Operateur in 145 operativen Sinuslifteingriffen simultan inseriert wurden.

170 Implantate bei 104 Patienten konnten innerhalb des Zeitraumes von 8.1.2007 bis 14.8.2007 zur Erhebung der in Kapitel 2 beschriebenen Parameter klinisch nachuntersucht werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Implantate im Median 2,4 Jahre in situ mit einem Maximum von 5,3 Jahren und einem Minimum von 1,1 Jahren.

3.1.1 Alter

Das Alter der 94 Patientinnen und 44 Patienten zum Zeitpunkt der Implantation erstreckte sich über ein Intervall von 27 bis 79 Jahren mit einem Median von 57 Jahren, wobei der Median der weiblichen Patienten bei 56 Jahren, der männlichen Patienten bei 59 Jahren lag. Der Altersgipfel war zwischen 60 und 65 Jahren angesiedelt (s. Abb. 8).

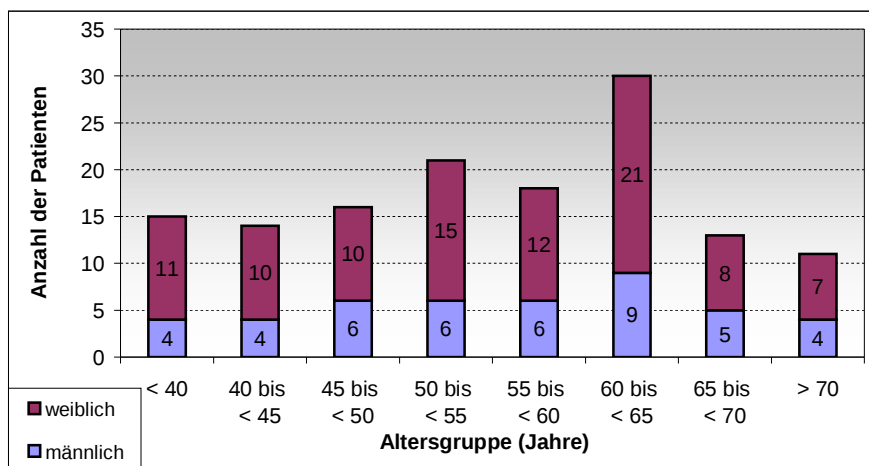


Abb. 8: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Sinuslift-Operation.

3.1.2 Allgemeine Anamnese

Die Erhebung der allgemeinen Anamnese erwies sich in 76,8 % (n = 106) als unauffällig. 32 Patienten zeigten eine Vorerkrankung, die möglicherweise einen Zusammenhang mit den Heilungsvorgängen bei einer Implantation hat. Davon gaben 22 Patienten eine medikamentös behandelte Schilddrüsenerkrankung an, 3 Patienten litten unter Diabetes mellitus, der ebenfalls gut medikamentös

eingestellt war, 3 Patienten standen unter einer Langzeitcorticoidtherapie. Weitere 2 Patienten gaben das Vorliegen einer Hepatitis C an, 2 Patienten nahmen aufgrund klimakterischer Beschwerden regelmäßig Östrogene ein und 2 Patienten litten unter einer Osteoporose, die aber nicht durch eine Bisphosphonattherapie medikamentös behandelt wurde. In 2 Fällen ergaben sich Doppeltnennungen.

Bei den operierten Sinus fand sich intraoperativ in einem Fall ein Underwood'sches Septum.

3.2 Behandlungserfolg

Von den insgesamt 231 gesetzten Implantaten konnten 219 bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach den in Kapitel 2.6 dargestellten Kriterien als Erfolge gewertet werden, das entspricht einer relativen Häufigkeit von 94,8 %. 12 Implantate bei 4 (4,2 %) weiblichen und 8 (18,2 %) männlichen Patienten mussten aufgrund von Lockerung, Entzündung oder periimplantärer Radioluzenz wieder entfernt werden. Das Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle war in allen Fällen entzündungsfrei eingeheilt, so dass in 7 Fällen ohne erneute Sinusliftoperation nachimplantiert werden konnte. Bei den übrigen 5 Patienten war eine Nachimplantation zwar möglich, diese wurde von den Patienten zugunsten einer konventionellen prothetischen Lösung aber abgelehnt.

Während der Einheilungsphase kam es im Zeitraum von 0,5 bis 7,7 Monaten nach der Implantation zu 11 Verlustereignissen, wobei der Median bei 1,4 Monaten lag. Ein Implantat wurde als Spätverlust nach 24,5 Monaten explantiert.

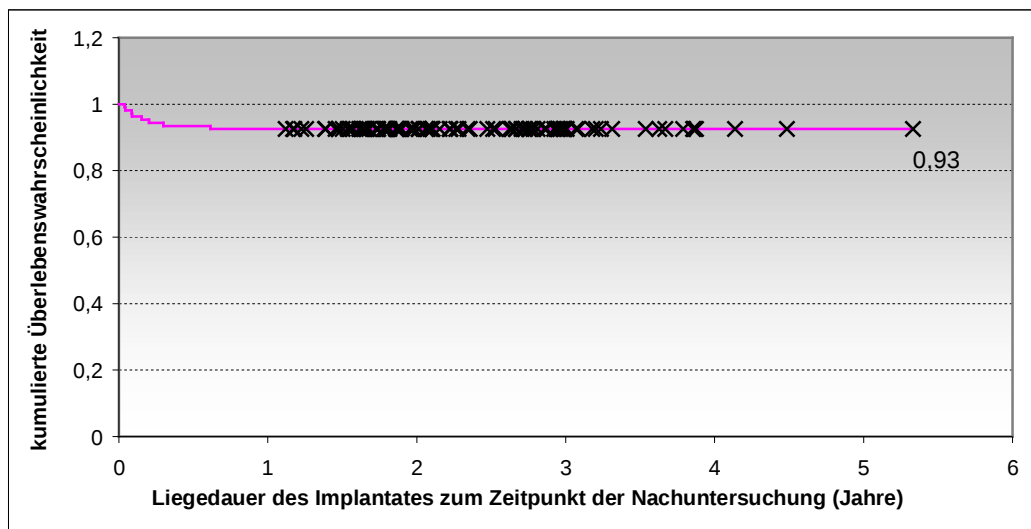


Abb. 9: Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse der Sinuslift-Implantate. – Schwarze

Kreuze markieren die zensierten Fälle.

Die errechnete kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier betrug 93 % mit konstantem Verlauf nach ca. einem Jahr (s. Abb. 9).

Die Implantatverluste verteilten sich auf die Altersgruppen wie in Abbildung 10 dargestellt. Eine Patientin der Implantatverlustgruppe gab eine Schilddrüsenerkrankung an, weitere Implantate wurden bei unauffälliger Anamnese entfernt. Mittels Fishers exact Test ($p = 0,07$) konnte kein Unterschied des Implantaterfolgs im Hinblick auf das Geschlecht der Patienten festgestellt werden.

104 (72 weibliche und 32 männliche) Patienten dieses Kollektivs, bei denen insgesamt 178 Implantate inseriert worden waren, konnten im Rahmen dieser Studie klinisch nachuntersucht werden, wobei 170 Implantate zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch in situ waren. Bei einem Implantat wurde im Rahmen der Nachuntersuchung eine periimplantäre Radioluzenz festgestellt und es musste entfernt werden. Dabei handelte es sich um den singulären Spätimplantatverlust nach prothetischer Versorgung.

Zum Zeitpunkt des Recalls waren die Implantate im Median 1,91 Jahre, dabei höchstens 4,88 Jahre und mindestens 3,4 Monate prothetisch belastet worden.

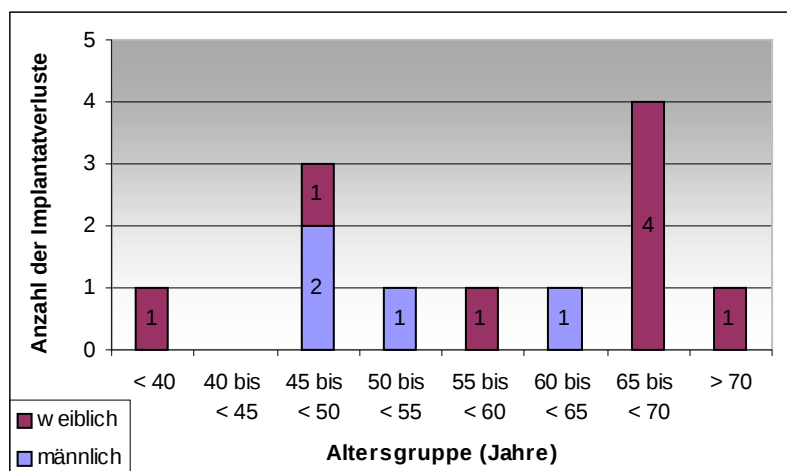


Abb. 10: Implantatverluste in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter.

3.3 Ergebnisse der Datenerhebung

3.3.1 Indikation

Wie in Abbildung 11 zu erkennen, kamen 26 Implantate (11,3 %) bei zahnlosen Patienten, 54 (23,4 %) bei bilateraler Freundsituation und 74 (32,0 %) bei unilateralem Freiede zum Einsatz. Außerdem wurden bei Einzelzahnlücken 28 Implantate (12,1 %) und bei Schaltlücken 49 Implantate (21,2 %) gesetzt. Insgesamt stellten die Freundsituationen mit über der Hälfte der Fälle die häufigste Indikation für die Sinusliftoperation dar.

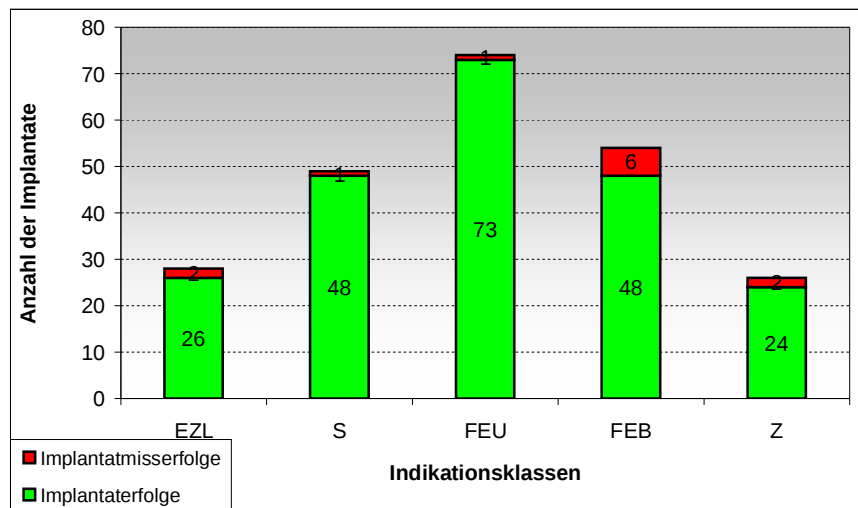


Abb. 11: Indikationen der inserierten Implantate. — Indikationsklassen: „Z“: Zahnlos, „FEU“: Freie unilateral, „FEB“: Freie bilateral, „S“: Schaltlücke, „E“: Einzelzahnücke.

3.3.2 Operationsverfahren (intern/extern)

Bei 123 Implantaten wurde die Augmentation im internen Verfahren durchgeführt, in 108 Fällen wurde einem externen Vorgehen der Vorzug gegeben. Bei beiden Verfahren ereigneten sich jeweils 6 Verluste.

Die Anwendung des Log-rank Tests zur Beurteilung eines Effektes der Implantationsmethode auf die Überlebenszeit der Implantate ergab einen p-Wert von 0,40. Es konnte kein Unterschied zwischen internem und externem Sinusbodenelevationsverfahren bezogen auf den Implantatverlust beobachtet werden (Abb. 12).

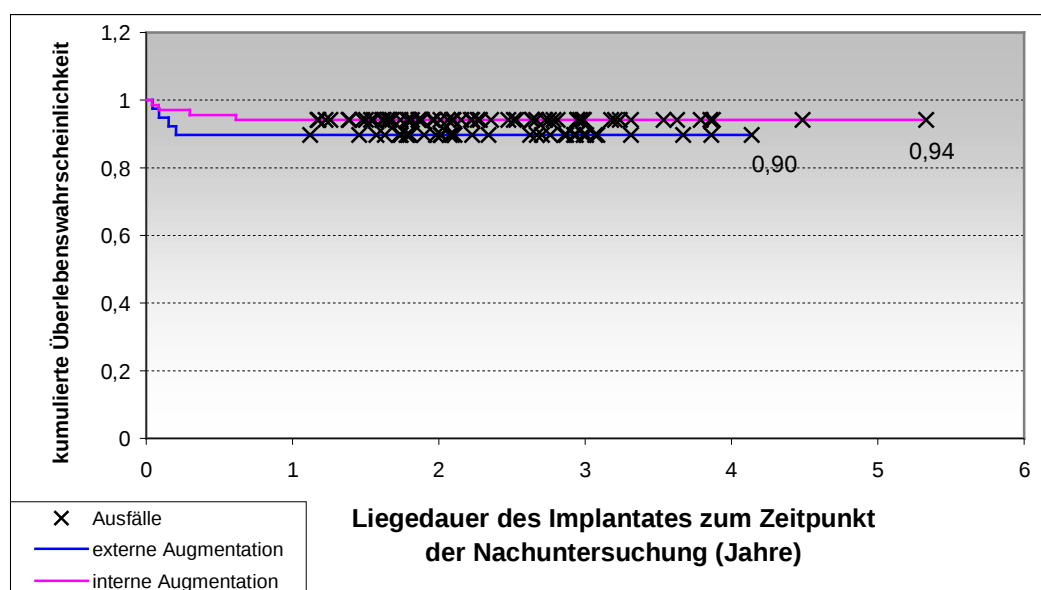


Abb. 12: Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse in Abhängigkeit vom Operationsverfahren.

3.3.3 Lokalisation

Die Mehrzahl der in den augmentierten Sinus inserierten Implantate wurde in der Region des zweiten Prämolaren und des ersten Molaren gesetzt (s. Tab. 7). Am häufigsten wurde in Regio 26 implantiert, wo auch die meisten Implantatverluste verzeichnet werden konnten. In Fishers exact Test ($p = 0,40$) konnte kein Unterschied zwischen Implantatlokalisierung im Molarengebiet gegenüber dem Prämolarengebiet nachgewiesen werden. Mit einer relativen Verlustrate von 6,0 % im Molarengebiet und 4,4 % im Prämolarengebiet deutete sich eine geringere Verlustrate im anterioren Bereich an.

Tab. 7: Implantat- und Implantatverlustlokalisationen. — FDI: Fédération Dentaire Internationale.

Implantatposition (nach dem FDI-System)	Regio 7	Regio 6	Regio 5	Regio 4	Regio 3
Anzahl der gesetzten Implantate	26	91	67	44	3
Zahl der Verluste	1	6	3	2	0
Prozentuale Verluste	3,8%	6,6%	4,5%	4,5%	0%

3.3.4 Implantatsysteme, Implantatdurchmesser und Implantatlängen

Die Fallzahlen und die Verluste im Hinblick auf den jeweiligen Implantattyp, Implantatdurchmesser und die Implantatlänge sind in Tabelle 8 dargestellt.

Keines der 33 inserierten Camlog-Implantate musste bis zum Ende der Beobachtungszeit explantiert werden (s. Abb. 13). Es war allerdings mit einem p-Wert von 0,22 in Fishers exact Test kein Unterschied zwischen den Camlog-Implantaten und den ITI-Implantaten zu beobachten.

Tab. 8: Vergleich der beiden Implantatsysteme, -durchmesser und -längen. — „mm“:

Millimeter, „ITI“: Internationales Team für Implantologie, „RL“: Root-Line-Implantate, „SL“: Screw-Line-Implantate, „RN“: Standard-Implantate mit regular neck, „WN“: Standard-Implantate mit wide neck; in Klammer angegebene Zahlen beziehen sich auf die Anzahl der Implantate des jeweiligen Merkmals.

	Camlog-Implantate			ITI-Implantate		
Typ	RL	SL		RN	WN	
Anzahl inserierter Implantate	2	31		120	78	
Implantatverluste	0	0		7 (5,8%)	5 (6,4%)	
Durchmesser (mm)	4,3	5,0		4,1	4,8	
Anzahl inserierter Implantate	18	15		89	109	
Implantatverluste	0	0		4 (4,5%)	8 (7,3%)	
Länge (mm)	9	11	13	8	10	12
Anzahl inserierter Implantate	13	17	4	46	134	17
Implantatverluste	0	0	0	7 (15,2%)	5 (3,7%)	0 (0%)
Implantatverluste insgesamt	0			12 (5,8%)		

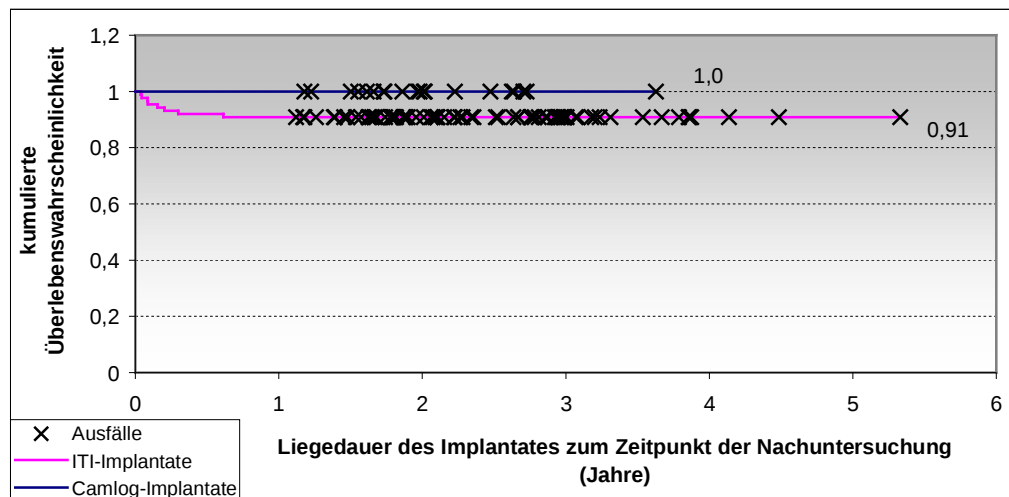


Abb. 13: Kaplan-Meier-Analyse in Abhängigkeit vom Implantatsystem. - „ITI“: Internationales Team für Implantologie.

Bei Betrachtung der Verlustraten bezüglich der Implantatlängen konnte im Vergleich zwischen kurzen Implantaten der Länge 8 und 9 mm und den Implantaten mit Längen 10 mm und länger eingeschränkt ein statistisch signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von 0,02 in Fishers exact Test ermittelt werden. Die relativen Verlustraten der kurzen Implantate lagen mit 11,9 % beträchtlich höher als bei den längeren Implantaten mit 2,9 %. Im Median wurden Implantate der Länge 10 –11 mm eingesetzt.

3.3.5 Knochenqualität

Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Knochenqualitäten, wobei auffällt, dass keine Knochenqualitäten der Klasse D1 festgestellt werden konnten.

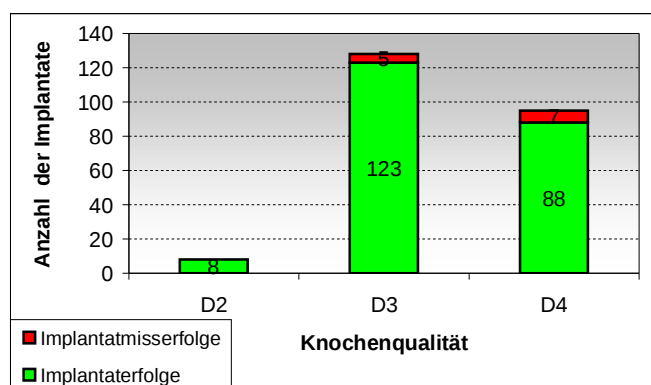


Abb. 14: Verteilung Knochenqualitäten und Implantatverluste. — Die Gruppen „D2“, „D3“ und „D4“ entsprechen der Einteilung der Knochenqualitäten nach Lekholm und Zarb (1985), „D“: density = Knochendichte.

Die in dieser Studie am häufigsten vorkommende Knochenqualität war mit 128 gesetzten Implantaten die Klasse D3. Dabei ereigneten sich 5 Verluste, das

entspricht einem prozentualen Verlust von 4,2 %. Die Verlustrate der 95 in einen D4-Knochen gesetzten Implantate war mit 8,0 % ($n = 7$) fast doppelt so hoch als im D3-Knochen, jedoch ohne statistisch erkennbaren Zusammenhang ($p = 0,38$ Fishers exact Test).

3.3.6 Belastungsfreie Einheilzeit

Die Einheilzeit der Implantate, definiert als Zeitraum zwischen Implantatinserktion und prothetischer Versorgung, betrug im Median 8,3 Monate mit einem Minimum von 3,8 Monaten und einem Maximum von 28,5 Monaten. Längere Einheilzeiten für die Implantate ergaben sich, wenn mit der prothetischen Versorgung aufgrund von Nachimplantationen oder längeren Auslandsaufenthalten der Patienten gewartet werden musste. Die Verteilung auf 3 Gruppen, Implantate mit einer Einheilzeit unter 6 Monaten, Implantate mit einer Heilungszeit zwischen 6 und 9 Monaten und Implantate mit einer Einheilzeit über 9 Monate ist in Abbildung 15 dargestellt. Nur die Implantate des subgingival einheilenden Camlog-Systems wurden während dieser Zeit durch eine minimalinvasive Schleimhautpräparation freigelegt. Bei dem transgingival einheilenden ITI-System war nur in wenigen Fällen, in denen die Schleimhaut über die Einheilkappen gewachsen war, eine partielle Freilegung durch Schleimhautexzision mittels Erbium-YAG-Laser nötig.

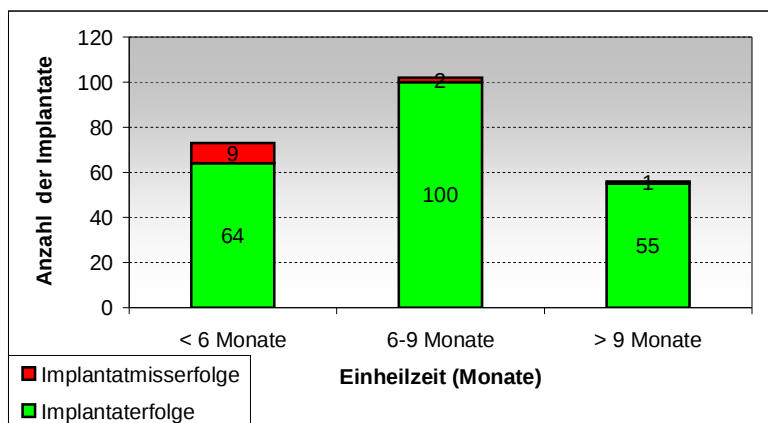


Abb. 15: Einheilzeiten der Implantate im Sinuslift.

3.3.7 Suprastrukturen

Alle erfolgreich eingeheilten Implantate waren entweder durch teleskopierende Totalprothesen bzw. teleskopgestützte Teilprothesen, Brückenersatz, der wiederum gemäß der Hürzeler-Klassen (Hürzeler 1997) unterteilt wurde, oder Einzelzahnersatz belastet worden. Die Verteilung der 201 festsitzenden und 19 abnehmbar versorgten Implantate ist in Abbildung 16 dargestellt. Das nach

prothetischer Versorgung verloren gegangene Implantat gehörte der Klasse III nach Hüzeler an.

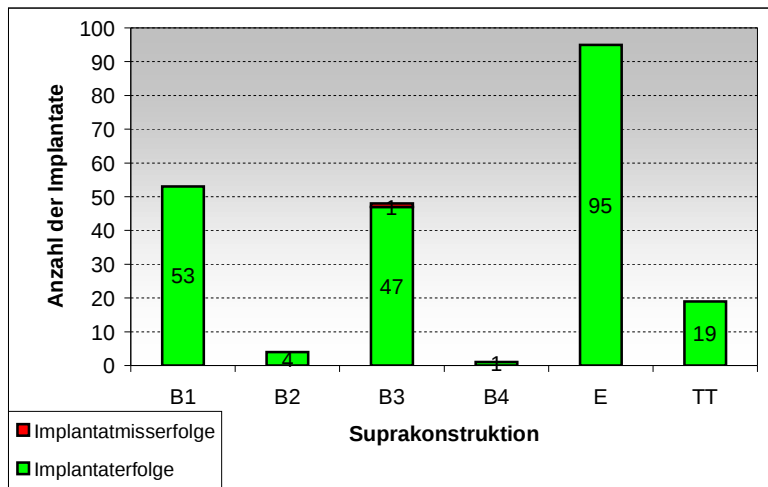


Abb. 16: Verteilung der gesetzten Implantate auf die prothetischen Rekonstruktionen. — „B1“, „B2“, „B3“, „B4“: Brückenrekonstruktionen entsprechend der Klassen I-IV nach Hüzeler (Hüzeler 1997), „E“: Einzelzahnkronen, „TT“: Teleskopierende Totalprothese oder Teleskopgestützte Teilprothese.

3.3.8 Antagonistische Bezahnung

Bei 204 Implantaten war als Antagonist entweder eine festsitzende Restauration in Form einer Krone oder eines Brückenzwischengliedes oder die natürliche Gegenbezahnung vorhanden. Bei einem Implantat fand sich im Gegenkiefer keine antagonistische Bezahnung, 15 Implantaten stand ein abnehmbarer gingival oder parodontal-gingival getragener Zahnersatz gegenüber. Ein Implantat ging bei einer natürlichen Bezahnung im Gegenkiefer verloren.

3.3.9 Augmentationsmaterial

Es wurden im vorliegenden Patientengut zwei verschiedene Augmentationsmaterialien verwendet. Bei 34 Implantaten wurde nur auf Cerasorb® als solitäres Augmentationsmaterial zurückgegriffen. Ein Gemisch aus Cerasorb® und während der Osteotomie angefallenen kortikospongiösen Knochenspänen fand in 133 Fällen Verwendung. Genügend kortikospongiöse Späne für die Füllung des neu gewonnenen subantralen Raumes der Kieferhöhle konnten bei 47 Patienten gesammelt werden. In 17 Fällen wurde auf jegliches Einbringen von Augmentationsmaterial verzichtet. Eventuell kam ein Kollagenvlies zum Einsatz. Diese Technik konnte jedoch nur bei geringem Augmentationsbedarf von ca. 1-2 mm eingesetzt werden. An Implantatverlusten waren in der Cerasorb®-Gruppe 3 Fälle, in der Gruppe mit einem Gemisch aus autogenem Knochen und

Cerasorb® 6 Verluste zu verzeichnen. Die alleinige Augmentation mit kortikospongiösen Spänen zog 3 Misserfolge nach sich, während bei Verzicht auf ein Augmentationsmaterial kein Implantatverlust zu beobachten war.

Ein Unterschied der Implantatüberlebenszeiten für die verschiedenen Augmentationsmaterialien konnte mit einem p-Wert von 0,78 im Log-Rank-Test nicht gesichert werden. Die Überlebenskurven verliefen nahezu identisch (s. Abb. 17).

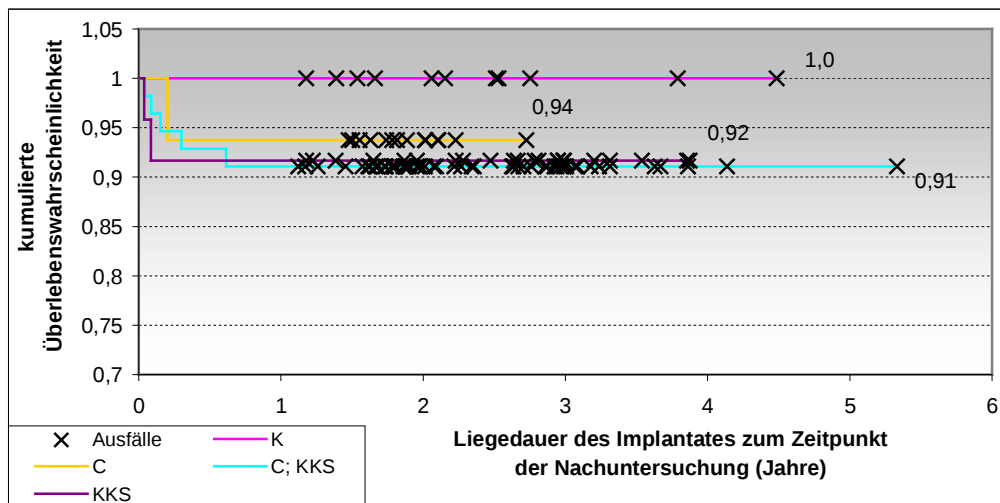


Abb. 17: Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse in Abhängigkeit vom verwendeten Augmentationsmaterial. — Gruppendefinition: „K“: Kein Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle; „C“: Cerasorb alleine; „C; KKS“: Cerasorb und kortikospongiöse Späne; „KKS“: Kortikospongiöse Späne alleine in der Kieferhöhle.

3.3.10 Zusätzliche Augmentation

In 54 Fällen war die Kombination mit einer zusätzlichen externen Auflagerungsosteoplastik in Form einer Breiten- und/oder Höhengaugmentation ohne Verbindung zum Sinuslift notwendig um einen allseitigen Knochenkontakt des Implantates zu gewährleisten. Von diesen Implantaten mussten 4 (7,4 %) wieder entfernt werden, wohingegen von den 177 Implantaten ohne zusätzliche Augmentation 8 (4,52 %) entfernt wurden. Mit einem p-Wert von 0,38 bei Fishers exact Test war jedoch keine statistisch signifikante Korrelation nachzuweisen.

3.3.11 Intraoperative und postoperative Komplikationen

Während einer Implantation wurde gleichzeitig eine Schleimhautzyste aus der Kieferhöhle entfernt und in einem weiteren Fall eine Residualzyste exkochleiert. Postoperative Entzündungen, Transpositionen des Transplantatmaterials oder eine Abstoßungsreaktion sowie temporäre neurologische Ausfälle traten nicht auf. Bei 17 Patienten war zum Zeitpunkt der Nahtentfernung noch eine leichte periorale Weichteilschwellung vorhanden. Diese Patienten verteilten sich

gleichmäßig mit 8 operierten Sinus auf die Gruppe mit internem Operationsverfahren und 9 auf das externe Verfahren. Bezüglich der Augmentationsmaterialien war eine langanhaltende periorale Weichgewebeschwellung in 14 Eingriffen bei der Gruppe „Gemisch aus Cerasorb® und kortikospongiösen Spänen“ zu beobachten, 2 weitere Fälle gehörten zur Gruppe der allein mit kortikospongiösen Spänen und 2 zur Gruppe der lediglich mit Cerasorb® augmentierten Kieferhöhlen.

3.3.11.1 Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut

Zur Anhebung des Kieferhöhlenbodens wurde die Schneider'sche Membran bei 14 von 231 Implantationen, entsprechend einer Häufigkeit von 6,1 %, perforiert. Bei einem Eingriff mit akzidentieller Ruptur der Membran ereignete sich 1 Implantatverlust (7,1 %). In den übrigen Fällen (93,9 %) blieb die Kieferhöhlenschleimhaut makroskopisch intakt. Ein statistischer Zusammenhang in Fishers exact Test konnte mit einem p-Wert von 0,93 nicht gesichert werden. Beim internen Verfahren waren im Gegensatz zur externen Methode (n = 12 von 108 externen Sinusbodenelevationen) nur 3 Membranperforationen von 123 mit internem Sinuslift gesetzten Implantaten dokumentiert worden.

3.3.11.2 Sinusitis maxillaris

5 ausschließlich weibliche Patienten, das entspricht 3,6 % des Gesamtpatientenguts, wiesen postoperativ Anzeichen einer bakteriell bedingten Sinusitis auf, die mit 2 Implantatverlusten einhergingen. 1 männlicher Patient berichtete über Beschwerden, die auf eine virale Sinusitis hindeuteten. Bei allen Patienten mit bakterieller Sinusitis maxillaris wurde als Augmentationsmaterial kortikospongiöse Späne, bei 2 Patienten im Gemisch mit Cerasorb® eingesetzt. Bei keinem der Patienten, bei denen postoperativ eine Sinusitis auftrat, war eine Membranperforation dokumentiert worden. 5 Sinusitiden traten bei Patienten auf, bei denen das externe Operationsverfahren zum Einsatz kam, 3 Patienten mit einer Sinusitis wurden mit der internen Methode therapiert. Mit einem p-Wert von 0,57 in Fishers exact Test konnte dabei kein Zusammenhang zwischen Operationsverfahren und dem Auftreten einer Sinusitis hergestellt werden.

In jedem Fall war die Erkrankung selbst antibiotisch beherrschbar und heilte folgenlos ab. Radiologisch konnte nach 3 Sinuslifts eine Schwellung der Kieferhöhlenschleimhaut diagnostiziert werden, die jedoch in allen Fällen nach 9 Monaten folgenlos abgeklungen war.

3.4 Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

3.4.1 Klinische Befunde

Keiner der Patienten gab während der Nachuntersuchung Beschwerden im Mund-Kiefer- Gesichtsbereich an. Keines der Implantate wies Primärkontakte auf der prothetischen Rekonstruktion auf; 7 Implantate standen in leichter Nonokklusion. Alle Implantate bis auf dasjenige, welches als Spätverlust explantiert werden musste, zeigten einen hellen Klopfeschall.

3.4.2 Risikofaktoren

Bei Rauchern wurde 24 mal und 154 mal bei Nichtrauchern implantiert. Die Zahl der Implantatverlustereignisse betrug 2 (8,3 %) bei den Rauchern und 7 (4,5 %) bei den Nichtrauchern. Fishers exact Test ($p = 0,84$) konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Rauchen und Implantatverlust zeigen.

Bei Patienten, deren Anamnese Hinweise auf Bruxismus gab, wurden 34 Implantate gesetzt. Keines dieser Implantate ging bis zum Ende der Beobachtungszeit verloren. Von den 136 prothetisch versorgten Implantaten bei Patienten ohne Vorliegen unbewusster Leermastikulation ging eines verloren. Es konnte somit kein Zusammenhang zwischen Bruxismus und Implantatverlust hergestellt werden. Auch innerhalb der radiologischen Auswertung war kein Einfluss erkennbar.

Die Erhebung des PSI-Codes ergab, dass 20 der noch in situ befindlichen Implantate bei Patienten inseriert waren, die in allen 4 Seitenzahnsextanten eine Taschentiefe von über 3,5 mm aufwiesen. Der PSI-Code desjenigen Patienten, bei dem ein Implantat exkorporiert werden musste, wies in allen Seitenzahnsextanten den PSI-Code 3 auf.

3.4.3 Gingivaindex und Plaqueindex

Für die vermessenen Implantate erreichte der Gingivaindex nur einmal im Falle des Spätimplantatmisserfolges den Wert 3 (s. Abb. 18).

Die aktuelle Mundhygienesituation ergab die in Abbildung 18 dargestellten Werte. Eine Korrelation der Werte für Gingiva- und Plaqueindex konnte hier dargestellt werden. Über die Hälfte der Implantate zeigte unauffällige Gingivabefunde und keine Plaquebesiedelung. Auch dasjenige Implantat, das explantiert werden musste zeigte keinerlei Plaquebesiedelung. Es konnte daher kein Zusammenhang zwischen hohen Plaqueindices und einem Verlustrisiko nachgewiesen werden.

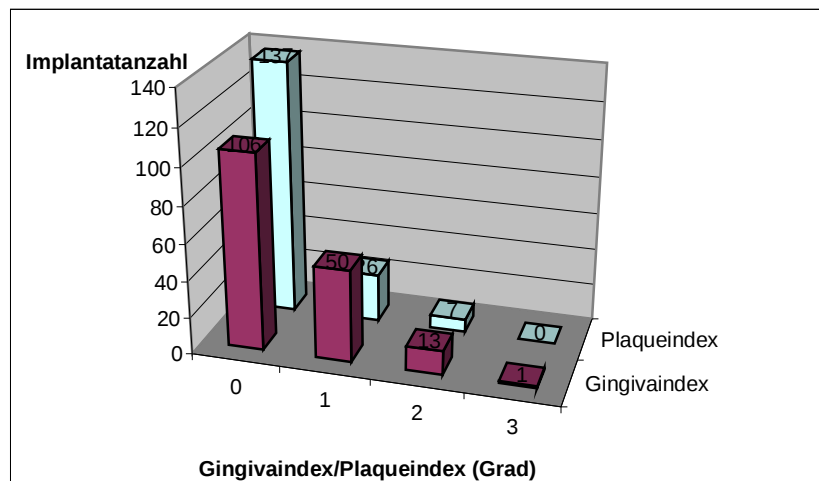


Abb. 18: Verteilung der Implantate entsprechend der Grade für Gingiva- und Plaqueindex.

3.4.4 Taschensondierungstiefe

Die Sondierungstiefen an den Implantaten, die sich zwischen 0 mm und 7 mm messen ließen, lagen durchschnittlich bei 2,8 mm. 83 der nachuntersuchten Implantate wiesen an mindestens einer der 4 Messstellen eine Taschensondierungstiefe von über 3 mm auf.

Abbildung 20 zeigt, dass bei einem Gingivaindex von 0 die Mehrzahl der Taschentiefen um die Implantate ≤ 3 mm betrug. Allerdings konnten in zahlreichen Fällen bei unauffälliger Gingiva Taschentiefen von über 3 mm beobachtet werden. Beim Gingivaindex 3 traten jedoch nur Taschentiefen über 3 mm auf.

Der Plaqueindex zeigte (s. Abb. 19) einen ähnlichen Zusammenhang.

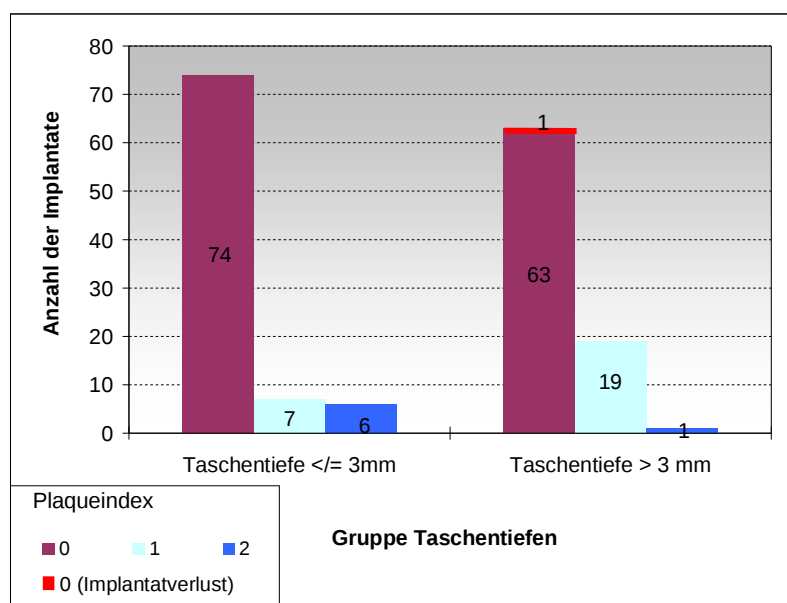


Abb. 19: Abhängigkeit der Taschentiefe vom Plaqueindex. – „mm“: Millimeter

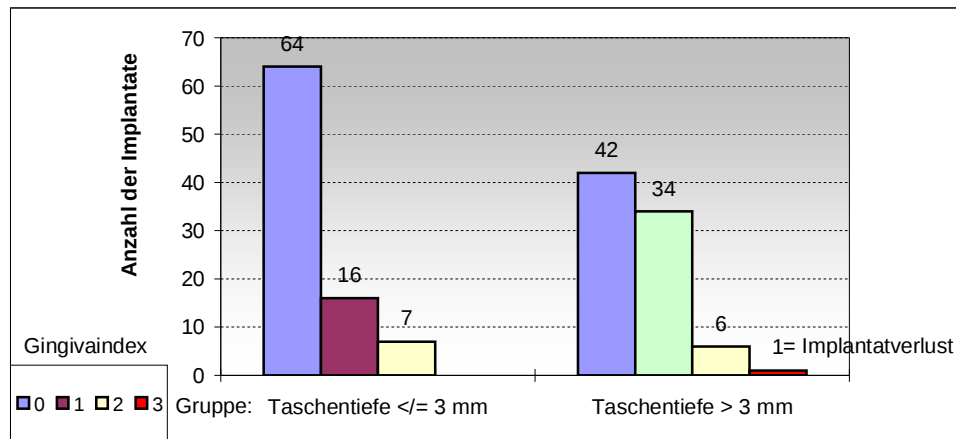


Abb. 20: Abhängigkeit der Taschentiefe vom Gingivaindex. — „mm“: Millimeter

3.4.5 Gingivarezessionen/Rezessionsmessung

Für das Ausmaß der Gingivaretraktionen ergab sich für die nachuntersuchten Implantate im Median der Wert 0, mit einem Maximum von 3 mm. 108 Implantate wiesen keinerlei Rezessionen auf. In Abbildung 21 ist die Häufigkeit der Maximalwerte der pro Implantat gemessenen Rezessionen dargestellt. Abbildung 22 zeigt, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Taschentiefen über 3 mm und Rezessionen bestand. Durchschnittlich traten beim Vorhandensein von Taschentiefen über 3 mm stärkere Rezessionen auf.

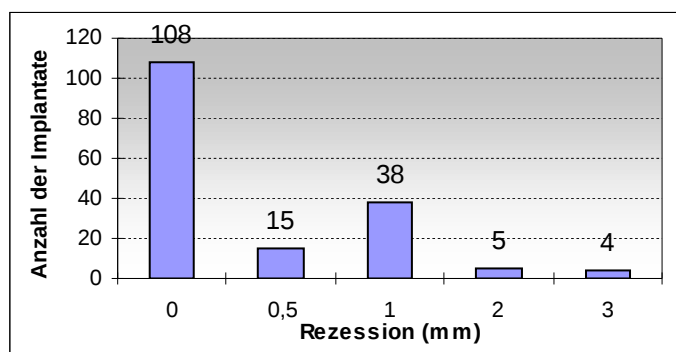


Abb. 21: Ergebnisse der Rezessionsmessung. — „mm“: Millimeter

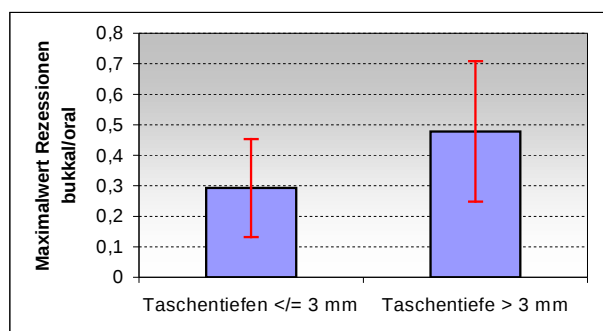


Abb. 22: Zusammenhang zwischen Taschentiefe > 3 mm und Rezessionen. — Blaue Balken markieren den Mittelwert der Rezessionen, wobei jeweils der Maximalwert der oralen und bukkalen Rezession des Implantates herangezogen wurde; rote Balken geben die Konfidenzintervalle (95%-Konfidenzniveau) an. „mm“: Millimeter.

3.4.6 Attached gingiva

Die Breite der keratinisierten attached gingiva lag im Durchschnitt aller gemessenen Implantate bei 3,71 mm. Sie variierte von 0 bis 11 mm. In 22 Fällen lag sie bei ≤ 1 mm. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Breite der attached gingiva und einer Sondierungstiefe über 3 mm konstatiert werden.

3.4.7 Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Mit einer mittleren Kronenhöhe von 10,15 mm (Minimum 4 mm, Maximum 15 mm) war die durchschnittliche Kronenhöhe mit dem Wert der durchschnittlichen Implantatlänge von 9,84 mm vergleichbar.

Die Verteilung in die in Kapitel 2.4.7 definierten Gruppen ergab sich wie in Tabelle 9 dargestellt. Ein Implantat, das nach prothetischer Versorgung explantiert werden musste gehörte der Gruppe 1 an. Bei 92 Implantaten lag das Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge unter 1 oder nahm den Wert 1 an.

Tab. 9: Gruppenverteilung. – Gruppe 1: Verblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 ; Gruppe 2: Unverblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 ; Gruppe 3: Verblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge > 1 ; Gruppe 4: Unverblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge > 1 .

Gruppe	Anzahl der Implantate
1	49
2	29
3	52
4	40

3.4.8 Implantatbeweglichkeit ermittelt mit dem Periotest-Verfahren

Der Mittelwert aller 170 gemessenen Periotestwerte lag bei $-2,99$. Der höchste ermittelte Wert lag jeweils bei $+8$, der niedrigste bei -8 . Dasjenige Implantat mit einem Periotestwert von $+8$ wies radiologisch einen Spalt von 1-2 mm zwischen Krone und Implantatschulter auf. Abbildung 23 zeigt, dass der Hauptanteil der Messwerte im negativen Bereich angesiedelt war.

Ein Unterschied der beiden Augmentationsverfahren bezüglich negativer oder positiver Periotestwerte konnte mit einem p-Wert in Fishers exact Test von 0,10 nicht gesichert werden.

Auch zwischen den Knochendichten D3 und D4 und positiven bzw. negativen Periotestwerten konnte mit einem p-Wert von 0,68 in Fishers exact Test keine statistische Korrelation beobachtet werden.

Mit einem p-Wert in Fishers exact Test von 0,74 konnte ebenfalls kein Einfluss bezüglich kurzer Implantate von 8 und 9 mm Länge und langer Implantate von 10 bis 13 mm auf die Periotestwerte nachgewiesen werden. Im Hinblick auf die Ausgangsknochenhöhe vor Sinusliftoperation konnte gleichfalls kein Einfluss aufgezeigt werden.

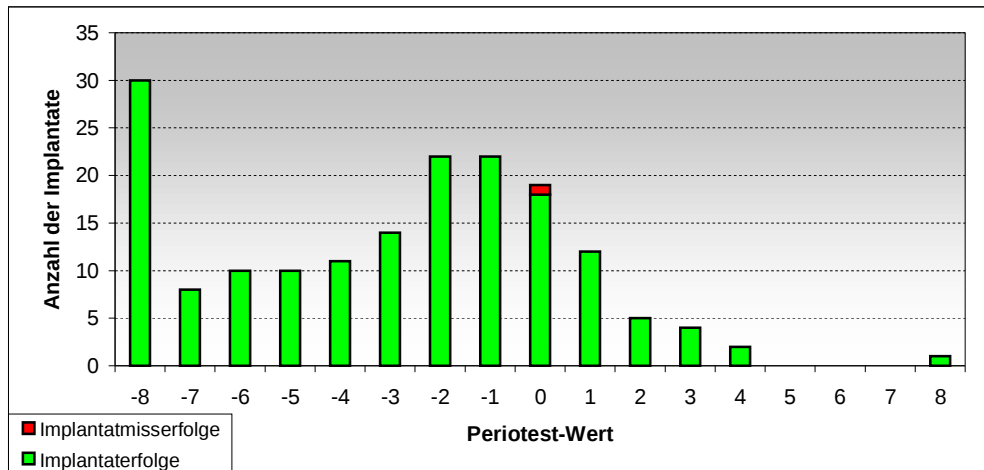


Abb. 23: Graphische Darstellung der gemessenen Periotest-Werte aller Patienten.

3.4.9 Subjektive Beurteilung des Sinuslift-Verfahrens durch die Patienten

95 von 104 Patienten bewerteten die Versorgung als sehr gut, 7 Bewertungen fielen gut aus und eine befriedigend. Alle Patienten stimmten überein, dass die Lebensqualität mit Hilfe des neuen Zahnersatzes gestiegen sei.

Für die Mehrzahl der Patienten stellte sich der Eingriff als relativ unbelastend heraus. 68 Patienten konnten sich nicht an postoperative Schmerzen erinnern, 27 Personen gaben schwache Schmerzen an. 9 Patienten berichteten über stärkere Schmerzen, die aber durch die Schmerzmedikation gut zu meistern waren.

3.5 Resultate der Radiologischen Evaluation

Allgemein auffallend bei der Vermessung der Röntgenbilder war, dass nach einer gewissen Zeit der ursprüngliche Kieferhöhlenboden röntgenologisch nicht mehr zu erkennen war und sich stattdessen eine neue Kortikalisschicht unmittelbar kranial der Implantate gebildet hatte. Weiter konnte festgestellt werden, dass durch eine Insertion von zwei Implantaten mit Sinuslift in der Kieferhöhle das zwischen den Implantaten liegende Augmentatvolumen kaum Resorption aufwies.

Aus Abbildung 24 ist ersichtlich, dass eine Interpretation der radiologisch gemessenen Daten ab dem 36. postoperativen Monat aufgrund der geringen Anzahl der auswertbaren Röntgenbilder nur noch eingeschränkt möglich war.

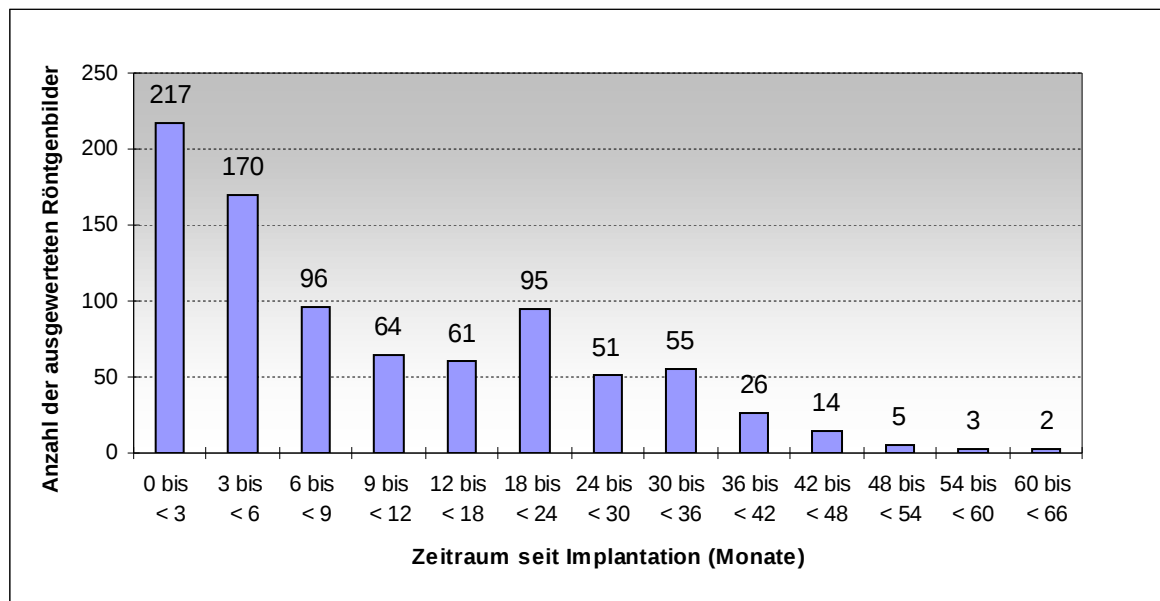


Abb. 24: Verteilung der Röntgenbilderanzahl auf die Zeitintervalle.

3.5.1 Präoperatives Knochenangebot

Bei den 228 röntgenologisch ausgewerteten Implantaten dieser Studie stand im Durchschnitt ein präoperatives Knochenangebot von 6,5 (Minimum von 1,8 mm; Maximum 12,3 mm). Die Standardabweichung betrug 2,3 mm.

In der Gruppe der Implantatverluste betrug die präoperative Restknochenhöhe vor der Sinusbodenelevation im Mittelwert 4,9 mm, während sich die Ausgangsknochenhöhe der Implantaterfolge hingegen durchschnittlich mit 6,6 mm messen ließ. Abbildung 25 zeigt die Verteilung der Implantaterfolge und -misserfolge auf die verschiedenen Ausgangsknochenhöhen. Mittels Fishers exact Test konnte ab einer Ausgangsknochenhöhe von weniger als 6 mm mit einem p-Wert von 0,013 eine signifikant höhere Rate an Implantatmisserfolgen nachgewiesen werden. Ab einer Restknochenhöhe von weniger als 4 mm war dieser Wert ($p = 0,0007$) sogar hoch signifikant. Abbildung 26 demonstriert, dass bei geringeren Ausgangsknochenhöhen häufiger das externe Augmentationsverfahren angewendet wurde, wohingegen bei höherem präoperativem Knochenangebot bevorzugt das interne Verfahren genutzt wurde.

In Abbildung 27 ist dargestellt, dass kürzere Implantate mit den Längen 8 und 9 mm vor allem bei geringen Ausgangsknochenhöhen inseriert wurden. Allerdings konnten auch bei Ausgangsknochenhöhen von weniger als 4 mm Implantate mit mindestens 10 mm Länge eingesetzt werden. Mit der sich nach posterior verschiebenden Implantatposition waren allgemein auch geringere Ausgangsknochenhöhen vergesellschaftet, wie in Abbildung 28 dargestellt ist.

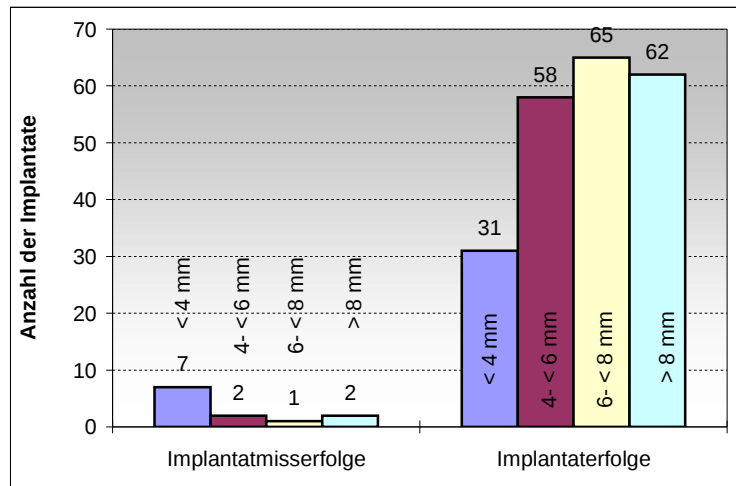


Abb. 25: Implantatverluste in Abhängigkeit von der Ausgangsknochenhöhe. – „mm“:

Millimeter. Millimeterangaben in bzw. über den Balken beziehen sich auf die der jeweiligen Gruppe zugrundeliegenden Ausgangsknochenhöhen.

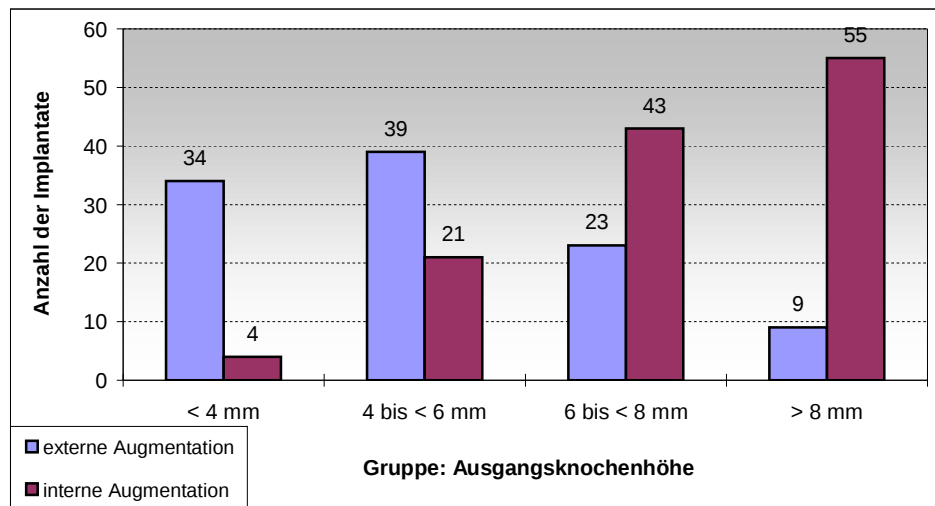


Abb. 26: Restknochenangebot in Abhängigkeit vom Implantationsverfahren. – „mm“:

Millimeter.

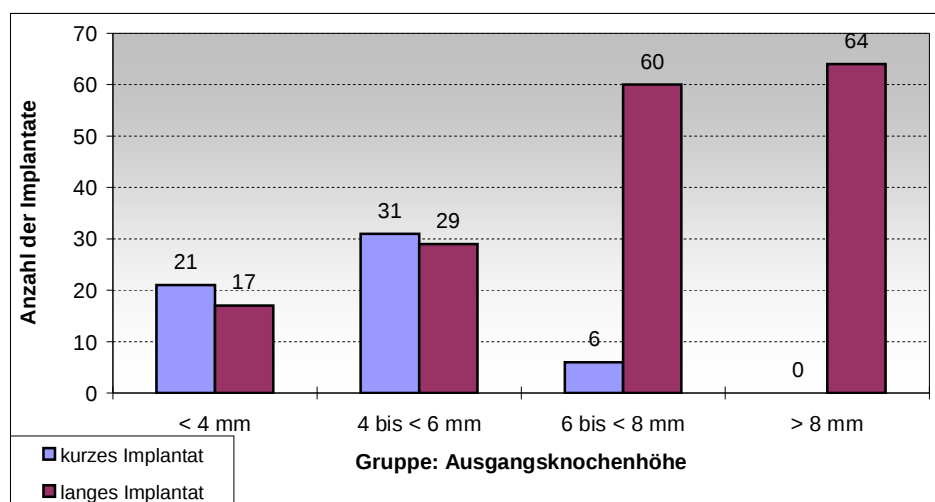


Abb. 27: Implantatlänge in Abhängigkeit von der Ausgangsknochenhöhe. – „mm“:

Millimeter, „kurzes Implantat“: Implantatlänge 8 und 9 mm, „langes Implantat“: Implantatlänge 10, 11, 12 oder 13 mm.

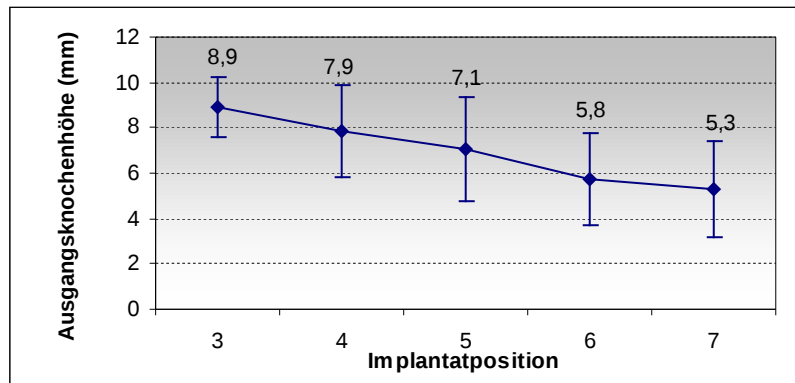


Abb. 28: Ausgangsknochenhöhe in Abhängigkeit von der Implantatposition. – Punkte geben die Mittelwerte der Ausgangsknochenhöhen für die jeweilige Implantatposition an; Balken geben die Konfidenzintervalle (95%-Konfidenzniveau) an. „mm“: Millimeter.

3.5.2 Absolute Knochenhöhe im Verlauf der Zeit

Insgesamt war durch die Sinusliftoperation die vertikale Knochenhöhe von im Mittel 6,5 mm Ausgangsknochenhöhe (s. Kapitel 3.5.1) auf 11,7 mm angehoben worden. Wie in Abbildung 29 dargestellt nahm die Resorption, ablesbar aus der Steigung der Verbindungslinie der im jeweiligen Intervall liegenden Mittelwerte an Knochenhöhe, im Laufe der Zeit ab. Bereits ab dem 6. Monat konnte nur noch eine geringfügige Resorption festgestellt werden. Die absolute Knochenhöhe blieb insgesamt über 10 mm. Ab dem 36. Monat konnte aufgrund der geringen Anzahl der noch zur Verfügung stehenden Röntgenbilder keine repräsentative Aussage mehr getroffen werden.

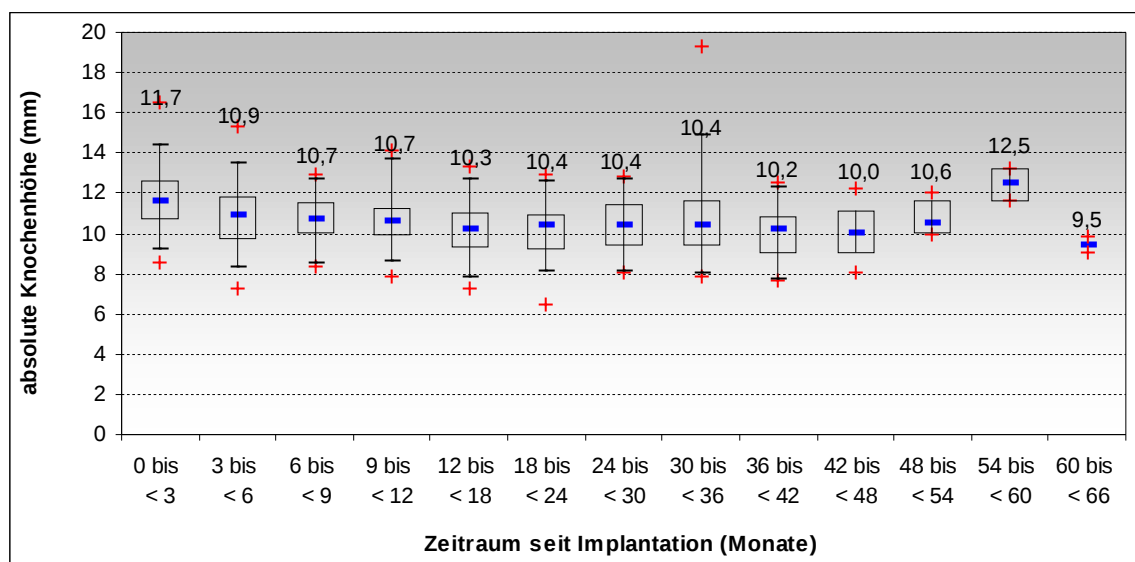


Abb. 29: Box & Whisker Plot der absoluten Knochenhöhe im Verlauf der Zeit. –

„mm“: Millimeter. Blaue kurze Linien geben den Median der absoluten Knochenhöhe im jeweiligen Intervall an (Zahlenwerte sind gesondert dargestellt), die Ränder der Rechtecke oben und unten entsprechen den 25. bzw. 75. Perzentilen, die Whiskers markieren die 5. und 95. Perzentile, ein rotes „+“-Zeichen markiert letztendlich Minimum und Maximum im jeweiligen Zeitintervall.

3.5.2.1 Abhängigkeit der absoluten Knochenhöhe vom Operationsverfahren

Es konnte mit keinem der beiden Operationsverfahren größere absolute Knochenhöhen erreicht werden (Abb. 30).

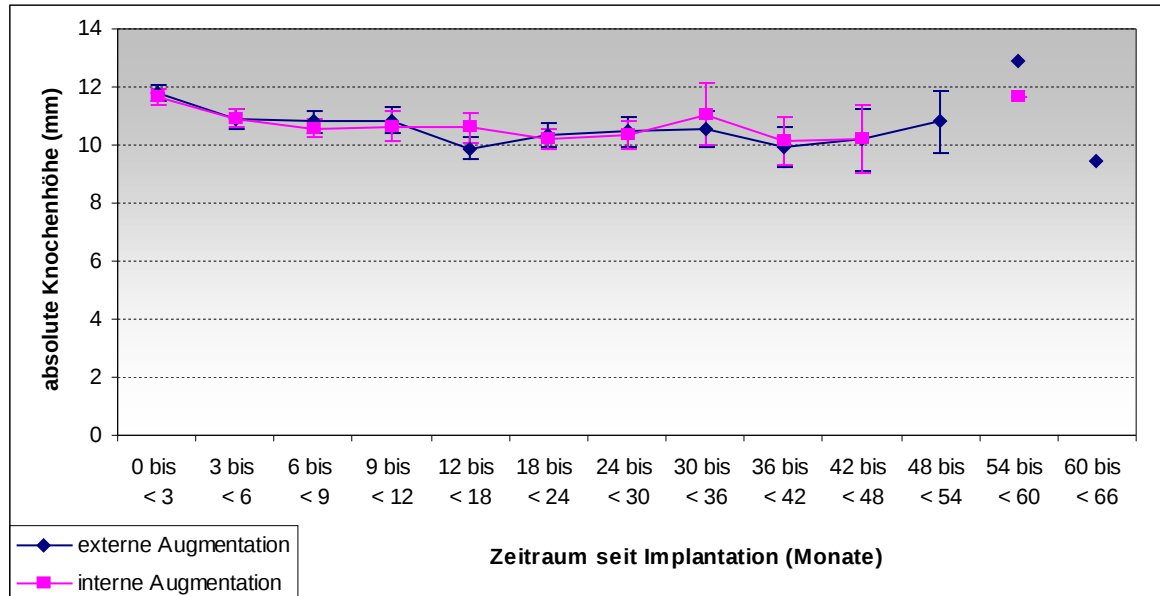


Abb. 30: Einfluss des Operationsverfahrens auf die absolute Knochenhöhe. –

„mm“: Milimeter. Punkte geben die Mittelwerte der absoluten Knochenhöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3 Verbliebene prozentuale Augmentationshöhe im Verlauf der Zeit

Untersucht man den prozentualen Verlust der Höhe des augmentierten Materials (s. Abb. 31), ließ sich feststellen, dass die gemessene prozentuale Augmentationshöhe KB-SM anfangs rasch abnahm. Bis zum 6. postoperativen Monat war im Mittel nur noch 86,5 % der Ausgangsaugmentationshöhe vorhanden. Innerhalb der ersten 3 Monate war eine Resorption um 13,5 Prozentpunkte zu verzeichnen. Einem langsamen Abbau bis zum 12. postoperativen Monat folgte dann im Intervall vom 12. bis zum 18. postoperativen Monat ein Höhenverlust um 12,4 Prozentpunkte. Im Weiteren war von einer gleichbleibenden verbliebenen Augmentationshöhe auszugehen. Ab dem 36. postoperativen Monat konnte, wie auch bei den folgenden vergleichenden Analysen des prozentualen Augmentatverlusts im Verlauf der Zeit, die Interpretation aufgrund der abnehmenden Röntgenbilderanzahl nur noch eingeschränkt vorgenommen werden.

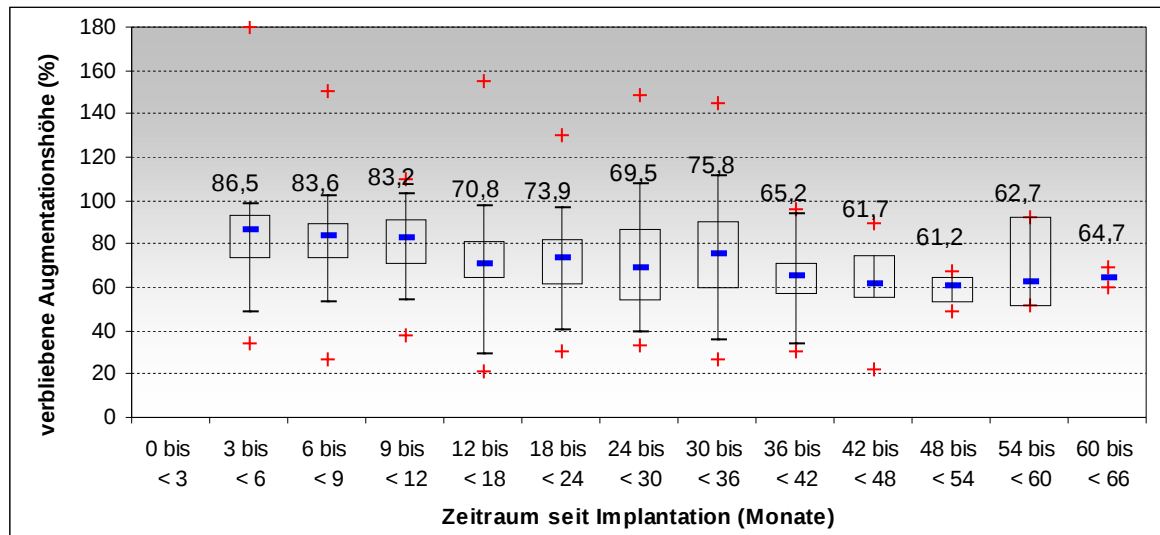


Abb. 31: Box & Whiskers-Plot der verbliebenen Augmentationshöhe im Verlauf der Zeit. — Blaue kurze Linien geben den Median der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Intervall an, die Ränder der Rechtecke oben und unten entsprechen den 25. bzw. 75. Perzentilen, die Whiskers markieren die 5. und 95. Perzentile, ein rotes „+“-Zeichen markiert letztendlich Minimum und Maximum im jeweiligen Zeitintervall.

3.5.3.1 Abhängigkeit der Augmentationshöhe vom Operationsverfahren

Im Vergleich der beiden Augmentationsverfahren konnte (s. Abb. 32) bei Betrachtung über einen Zeitraum von 36 Monaten kein wesentlicher Unterschied mehr festgestellt werden. Die anfänglich statistisch signifikant höhere Resorption beim internen Augmentationsverfahren verläuft ab dem 6. postoperativen Monat ähnlich der Resorption beim externen Augmentationsverfahren. Abb. 33 und 34 zeigen das Röntgenprotokoll zweier Fallbeispiele bei internem bzw. externem Augmentationsverfahren.

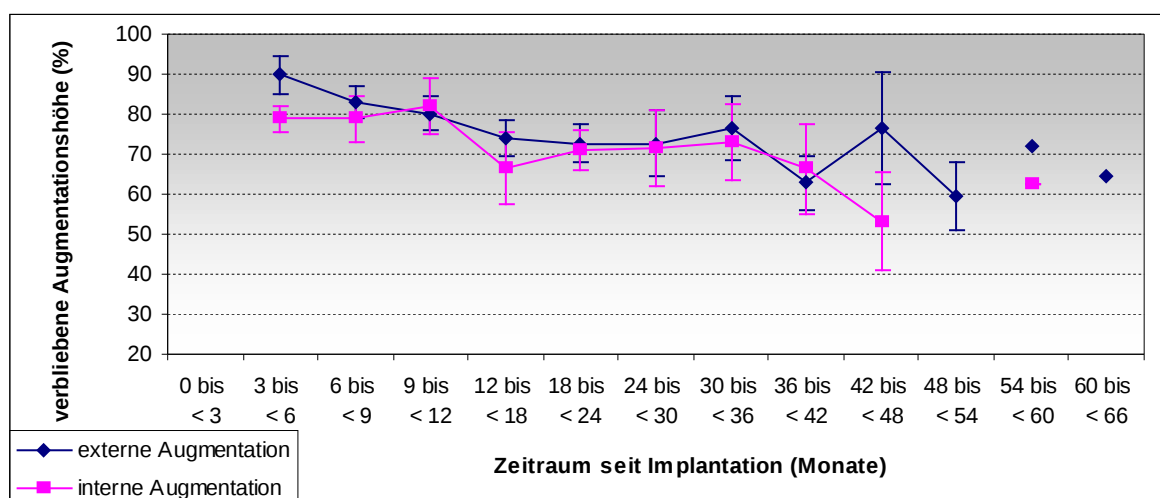


Abb. 32: Einfluss des Operationsverfahrens auf die verbliebene Augmentationshöhe. — Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

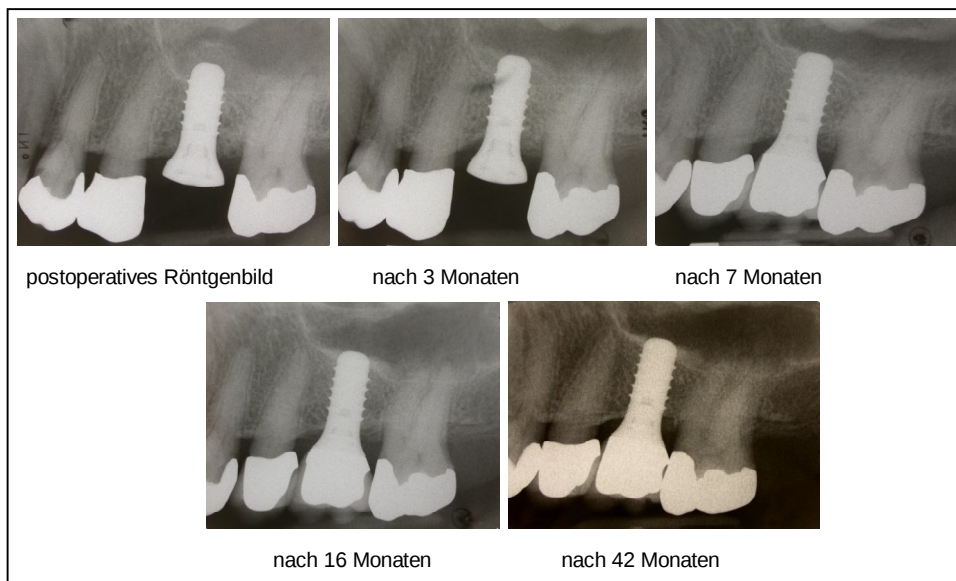


Abb. 33: Radiologischer Verlauf der knöchernen Anpassungsvorgänge bei internem Sinuslift.

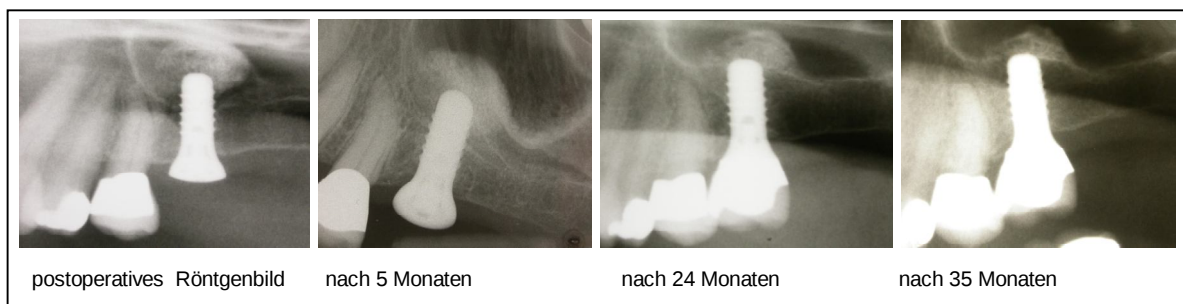


Abb. 34: Radiologischer Verlauf der knöchernen Anpassungsvorgänge bei externem Sinuslift.

3.5.3.2 Abhängigkeit der Augmentationshöhe vom Implantattyp

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte kein signifikanter Unterschied der Resorptionsgeschwindigkeiten des antralen Knochenaufbaus zwischen den beiden Implantatsystemen festgestellt werden (s. Abb. 35).

3.5.3.2 Abhängigkeit der Augmentationshöhe von der präoperativen Knochenqualität

Ein Einfluss der Knochenqualität auf den Augmentatabbau konnte nicht gesichert werden. Die beiden Kurven für den zeitlichen Verlauf des Knochenabbaus verliefen für die Qualitäten D3 und D4 nahezu identisch.

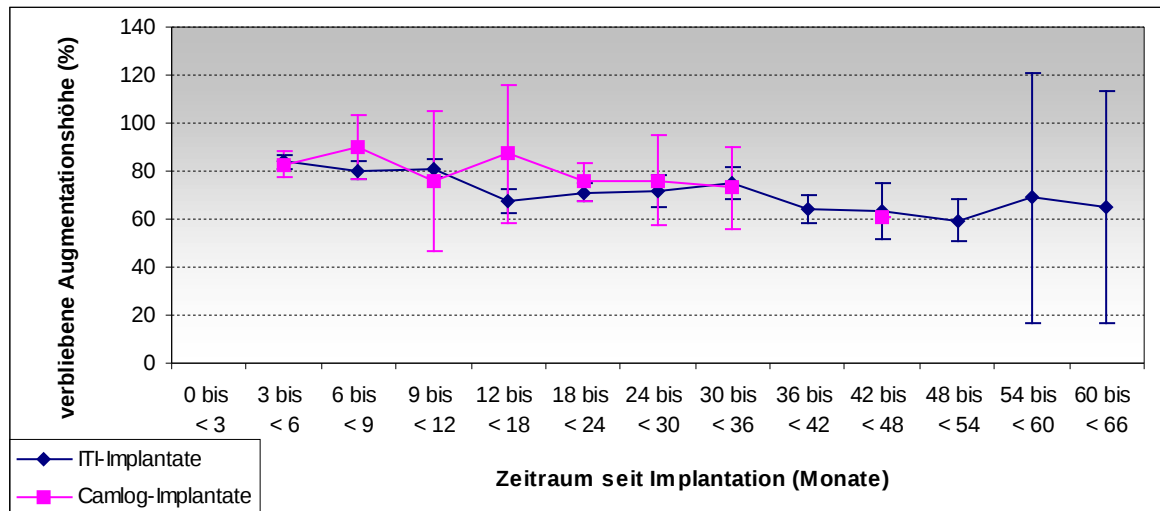


Abb. 35: Einfluss des Implantattyps auf die verbliebene Augmentationshöhe. –

„ITI“: Internationales Team für Implantologie. Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 36. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.3 Abhängigkeit der Augmentationshöhe von der Einheilzeit

Aus Abbildung 36 ist ersichtlich, dass kein statistisch signifikanter Unterschied der belastungsfreien Einheilzeit auf die Augmentatresorption nachgewiesen werden konnte. Tendenziell scheint die Gruppe mit einer Einheilzeit unter 6 Monaten anfangs weniger verbliebene Augmentationshöhe aufzuweisen.

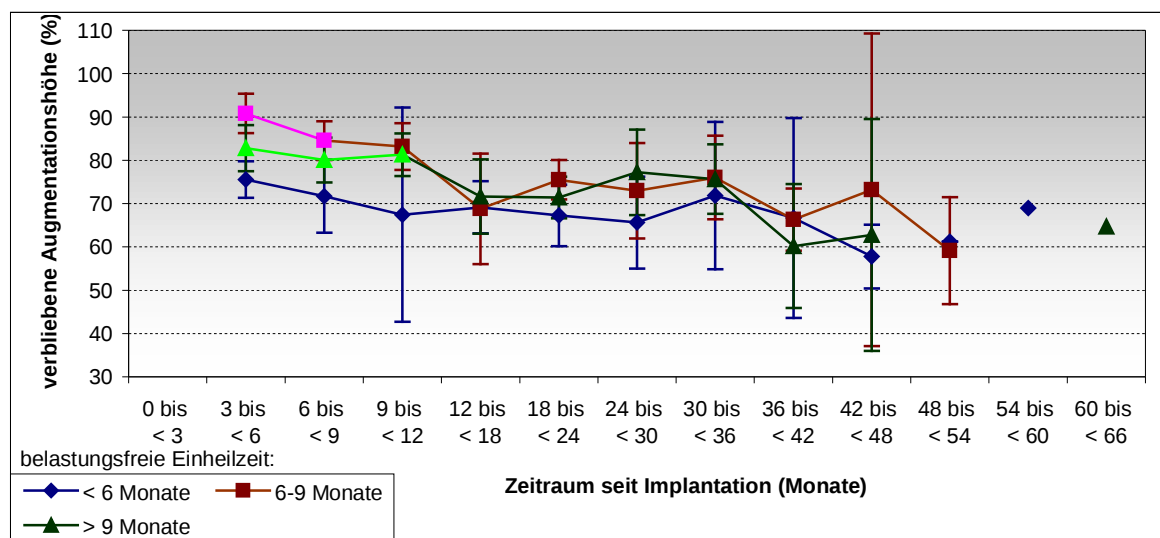


Abb. 36: Einfluss der Dauer der belastungsfreien Einheilzeit auf die verbliebene

Augmentationshöhe. – Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Hellerer Farbton in der Kurve markiert die verbliebenen Augmentationshöhen vor der Belastung. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

Da dieser Effekt aber schon im 3 bis 6 monatigen Intervall zutage trat, in dem auch bei einer Einheilzeit von unter 6 Monaten nur die Röntgenbilder unmittelbar

nach Implantatfreilegung beurteilt wurden, kann ein Einfluss der Belastung nicht für diesen rapiden Knochenabbau verantwortlich gemacht werden. Bei Betrachtung der Kurven für die 6-9 monatige Einheilzeit und die über 9-monatige Einheilzeit fällt auf, dass ein starker Einbruch der Augmentationshöhe zwischen dem 12. und 18. Monat stattfand. Bei der Einheilzeit von unter 6 Monaten hingegen fand, abgesehen vom abrupten Anfangsverlust, ein fast linearer Abbau statt. Langfristig gesehen glichen sich die Kurven einander an.

3.5.3.4 Abhängigkeit der Augmentationshöhe von der Suprakonstruktion

Bezüglich der Suprakonstruktionen wurden keine Unterschiede in der Reaktion des antralen Augmentats festgestellt.

3.5.3.5 Abhängigkeit der Augmentationshöhe vom Nikotinkonsum

Im Rahmen dieser Untersuchung ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen Rauchern und Nichtrauchern bezüglich des Augmentatverlustes beobachten.

3.5.3.6 Abhängigkeit der Augmentationshöhe vom Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Wie in Abbildung 37 dargestellt konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Implantaten mit einem Verhältnis von Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 und > 1 dargestellt werden. Auch eine Verblockung der Implantate zeigte keine nennenswerten Unterschiede.

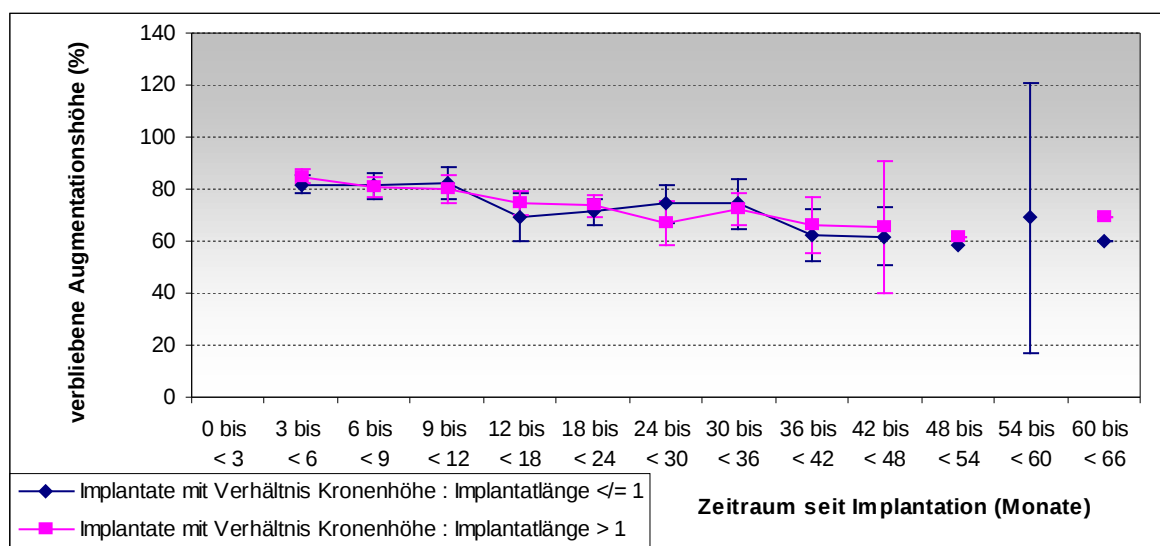


Abb. 37: Einfluss des Verhältnisses Kronenhöhe : Implantatlänge auf die verbliebene Augmentationshöhe.

— Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.7 Abhängigkeit der Augmentationshöhe von der Restknochenhöhe

Aus Abbildung 38 geht hervor, dass die verbliebene Augmentationshöhe bei den Ausgangsknochenhöhen von 4 bis 8 mm anfangs weitgehend gleichmäßig abnahm, um zwischen dem 12. bis 18. Monat einen stärkeren Abfall zu verzeichnen, dem sich letztendlich eine Stagnation anschloss. Die Kurve für Ausgangsknochenhöhen unter 4 mm folgt ebenfalls bis zum 18. postoperativen Monat einem leichten Abwärtstrend, um sich dann bei einem Wert von ca. 80 % einzupendeln. Der Wert für das Zeitintervall vom 36. bis 42. Monat kann aufgrund der geringen Anzahl der in diesem Zeitraum noch zur Verfügung stehenden Röntgenbilder ($n = 3$) nicht mehr als repräsentativ gelten. Bei Ausgangsknochenhöhen von über 8 mm, bei denen vor allem das interne Operationsverfahren zum Einsatz kam, fiel wie auch in Kapitel 3.5.3.1 auf, dass im Vergleich zu den anderen Ausgangsknochenhöhen eine anfänglich stärkere Resorption auf 74,4 % nach 6 Monaten erfolgte. Nach einem erneuten sprunghaften Abfall der Augmentationshöhe im 12 bis 18 monatigen Zeitintervall stagnierte die Kurve mit den tendenziell niedrigsten Werten der untersuchten Gruppen.

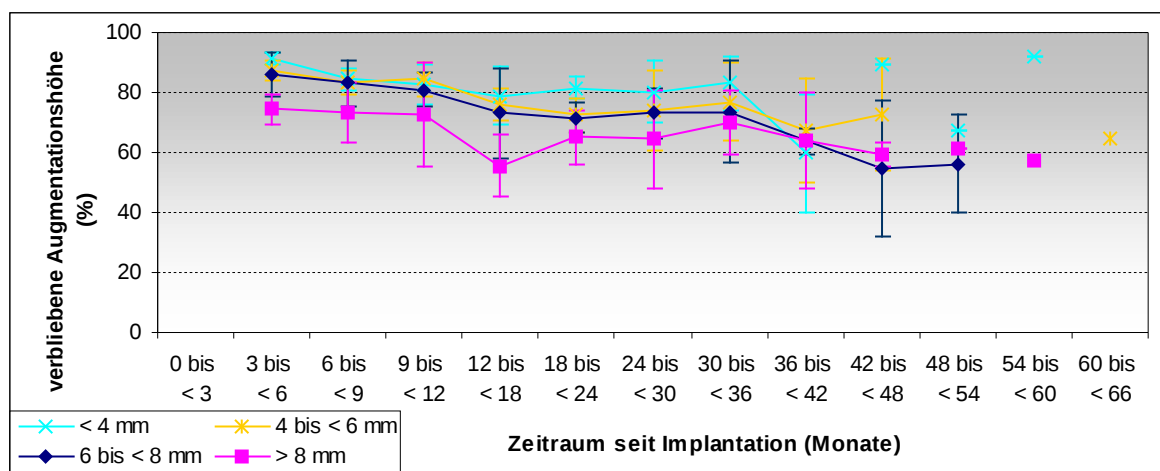


Abb. 38: Einfluss der Restknochenhöhe auf die verbliebene Augmentationshöhe. — „mm“: Millimeter. Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.8 Abhängigkeit der Augmentationshöhe vom Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle

Abbildung 39 zeigt den Augmentatabbau für die verschiedenen Augmentationsmaterialien. Interpretiert man die beiden Diagramme vergleichend, lässt sich feststellen, dass die Verwendung von Cerasorb® auch in Kombination mit kortikospongiösen Spänen besonders bis zum 6. postoperativen Monat einen

weniger sprunghaften Abbau aufwies. Die Beimischung von kortikospongiösen Spänen zum Knochenersatzmaterial Cerasorb® schien keinen wesentlichen Einfluss auf die Resorptionsvorgänge im Augmentat zu nehmen. Die verbleibende Augmentationshöhe pendelte sich nach anfänglichem fast linearem Abbau bis zum 18. postoperativen Monat auf ca. 70 % ein. Bei alleiniger Verwendung von kortikospongiösen Spänen als Augmentationsmaterial stellte sich im ersten Intervall bis zum 6. postoperativen Monat ein stärkerer Augmentatverlust ein bis auf durchschnittlich 73,2 % (Cerasorb® und kortikospongiöse Späne: 86,7 %, Cerasorb® alleine: 85,2 %, kein Augmentationsmaterial: 84,6 %). Diesem extremen Abbau folgte ein weiterer langsamer aber konstanter Verlust, der bis zum Ende der Beobachtungszeit nach dem 48. Monat immer noch andauerte.

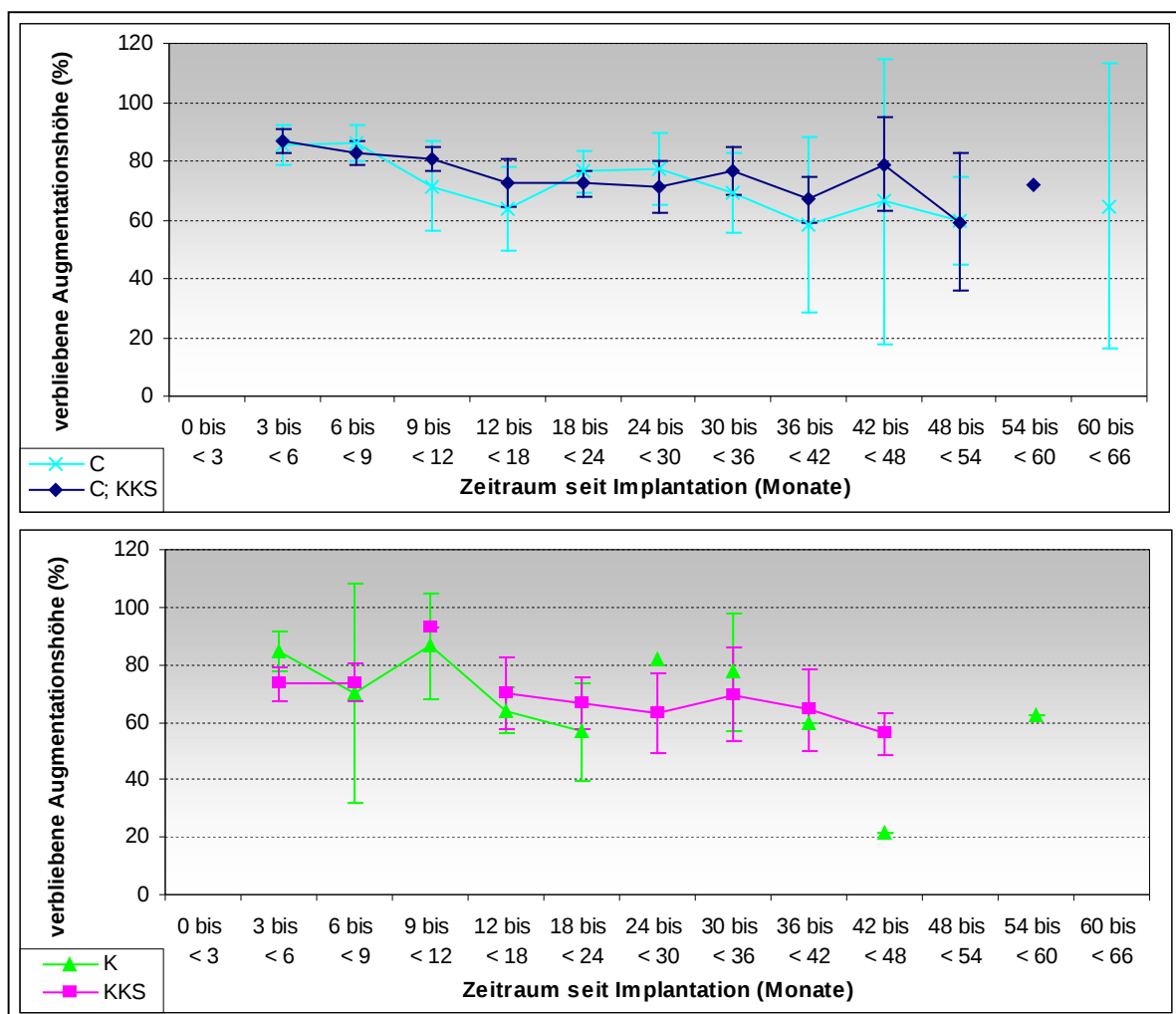


Abb. 39: Einfluss des Augmentationsmaterials auf die verbliebene Augmentationshöhe. — Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit; teilweise wurden die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur als Punkte dargestellt. Gruppendefinition: „K“: Kein Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle; „C“: Cerasorb® alleine; „C; KKS“: Cerasorb® und kortikospongiöse Späne; „KKS“: Kortikospongiöse Späne alleine in der Kieferhöhle.

Der Wert im Intervall vom 9. bis zum 12. postoperativen Monat muss als Ausreißer gewertet werden, da für dieses Intervall nur ein Röntgenbild zur Verfügung stand. Die Kurve unter alleiniger Anhebung der Schneider'schen Membran bei Verzicht auf ein Augmentationsmaterial kann nur eingeschränkt interpretiert werden, da hierfür nur insgesamt 48 Röntgenbilder die Untersuchungsgrundlage bildeten. Resümierend lässt sich also feststellen, dass bei alleiniger Verwendung von kortikospongiösen Spänen ein im Vergleich zur Kombination mit Cerasorb® statistisch signifikant höherer Augmentatverlust bis zum 6. postoperativen Monat zu verzeichnen war und bei Betrachtung bis zum 48. postoperativen Monat prozentual geringere Augmentationshöhen verblieben.

3.5.3.9 Abhängigkeit der Augmentationshöhe von intraoperativen oder postoperativen Komplikationen

Wie aus Abbildung 40 ersichtlich, konnte kein signifikanter Einfluss einer Schleimhautruptur auf die verbliebene Augmentationshöhe nachgewiesen werden. Genauso konnte kein vermehrtes Auftreten einer Sinusitis bestätigt werden.

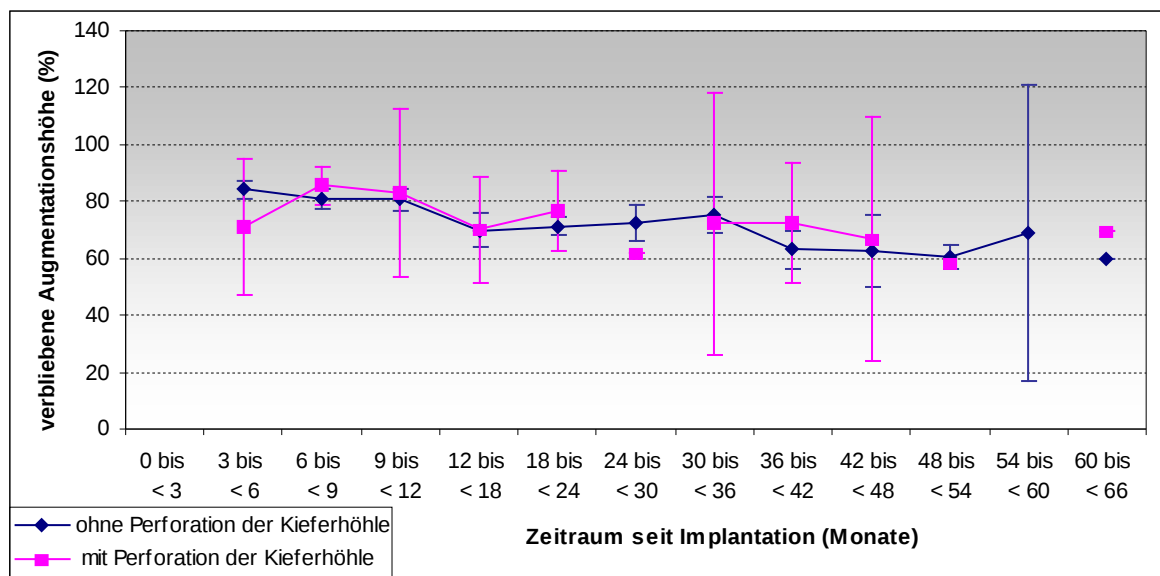


Abb. 40: Einfluss von Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut auf die verbliebene Augmentationshöhe. — Punkte geben die Mittelwerte der prozentual verbliebenen Augmentationshöhe im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.4 Knochenhöhe über Implantat im Verlauf der Zeit

Abbildung 41 veranschaulicht die Knochenhöhe über dem Implantat. Ausgehend von durchschnittlich 1,8 mm Knochenhöhe über dem Implantat verblieb nach längerer Zeit eine minimale Knochenhöhe von im Mittel 0,2 mm.

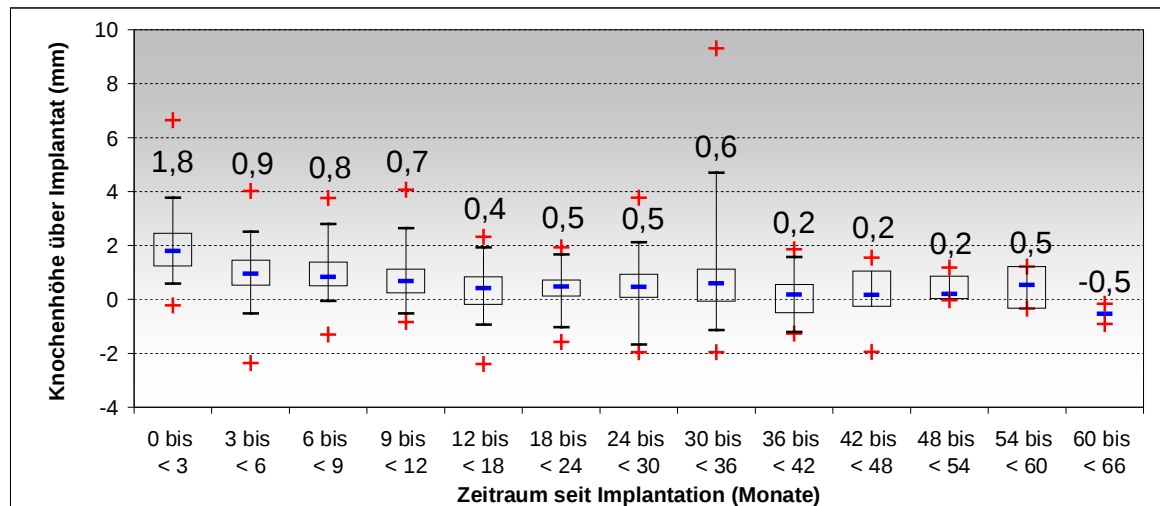


Abb. 41: Zeitlicher Verlauf der Knochenhöhe über dem Implantat. — „mm“: Millimeter.

Blaue kurze Linien geben den Median der Knochenhöhe über dem Implantat im jeweiligen Intervall an, die Ränder der Rechtecke oben und unten entsprechen den 25. bzw. 75. Perzentilen, die Whiskers markieren die 5. und 95. Perzentile, ein rotes „+“-Zeichen markiert letztendlich Minimum und Maximum im jeweiligen Zeitintervall.

3.5.5 Länge des Implantat-Knochen-Interfaces im Verlauf der Zeit

Die radiologische Auswertung zeigte, dass sich nach anfänglicher Resorption das Implantat-Knochen-Interface auf eine Länge von 7,9 mm einpendelte (s. Abb. 42).

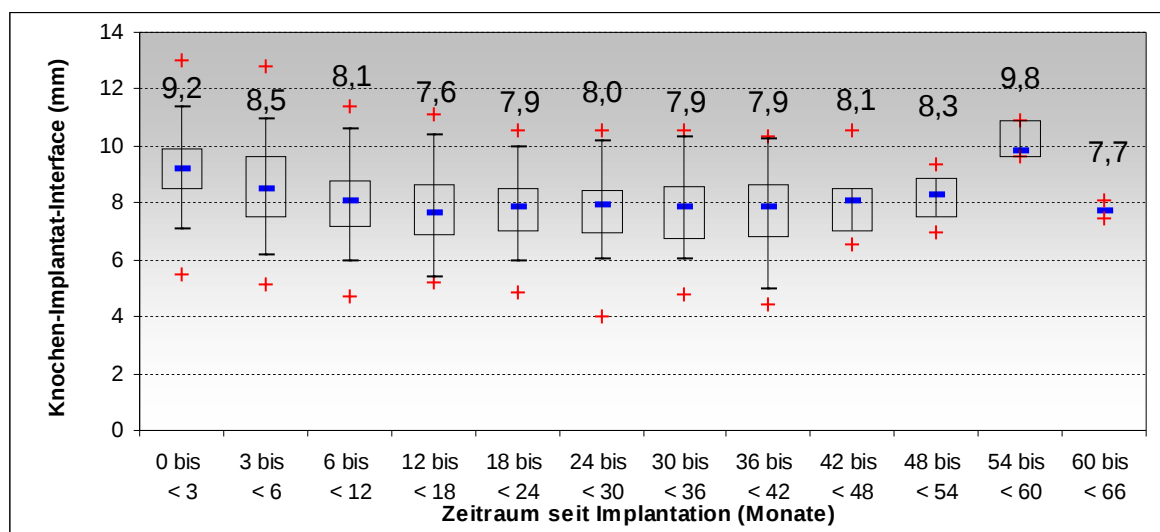


Abb. 42: Zeitabhängiger Verlauf des Implantat-Knochen-Interface. — „mm“: Millimeter.

Blaue kurze Linien geben den Median des Implantat-Knochen-Interfaces im jeweiligen Intervall an, die Ränder der Rechtecke oben und unten entsprechen den 25. bzw. 75. Perzentilen, die Whiskers markieren die 5. und 95. Perzentile, ein rotes „+“-Zeichen markiert letztendlich Minimum und Maximum im jeweiligen Zeitintervall.

3.5.2.1 Abhängigkeit des Implantat-Knochen-Interface von der Implantatlänge

Beim Einsatz kürzerer Implantate der Länge 8 und 9 mm blieb auch langfristig gesehen ein signifikant geringeres Knochen-Implantat-Interface als bei Implantaten der Länge 10 bis 13 mm bestehen.

3.5.2.2 Abhängigkeit des Implantat-Knochen-Interface von Bruxismus

Kein Unterschied im Implantat-Knochen-Interface konnte im Vergleich der beiden Gruppen Bruxismus - keine parafunktionellen Aktivitäten festgestellt werden.

3.5.2.3 Abhängigkeit des Implantat-Knochen-Interface vom Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Aus Abbildung 43 erkennt man, dass die Kurven der 4 Gruppen sich nicht schneiden, sondern alle untereinander verlaufen. Die höchsten Werte im Knochen-Implantat-Interface haben dabei Gruppe 1 und 2, bei denen das Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 beträgt.

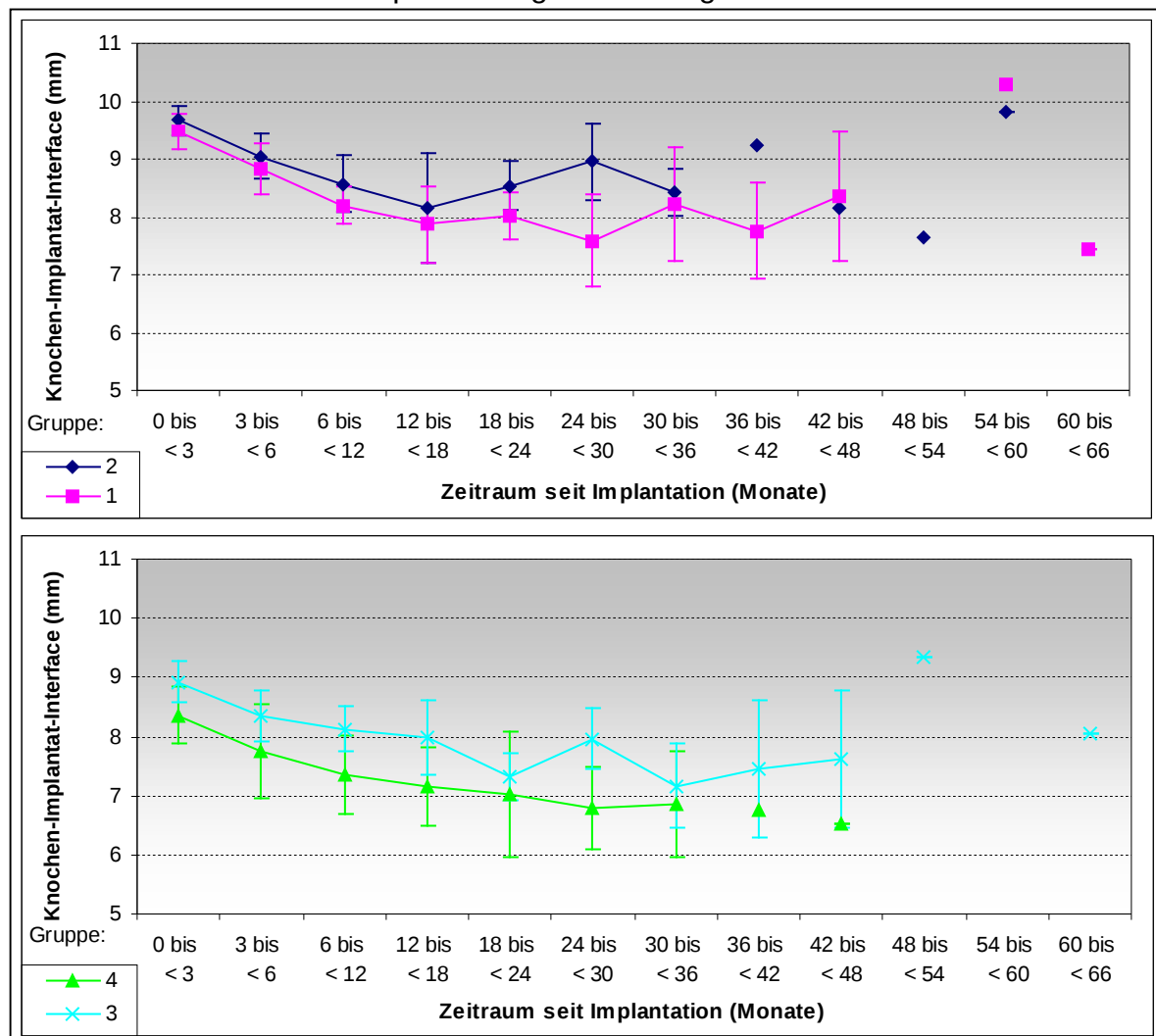


Abb. 43: Einfluss des Verhältnisses Kronenhöhe : Implantatlänge auf das Implantat-Knochen-Interface. — „mm“: Millimeter. Punkte geben die Mittelwerte des Knochen-Implantat-

Interface im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Gruppenverteilung: Gruppe 1: verblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 ; Gruppe 2: unverblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 ; Gruppe 3: verblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge > 1 ; Gruppe 4: unverblockte Suprakonstruktion mit Kronenhöhe : Implantatlänge > 1 . Ab dem 36. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

Gruppe 2, bei der auf eine Verblockung der Implantate verzichtet wurde, wies dabei höhere Werte für das Knochen-Implantat-Interface auf. Die beiden Kurven für Gruppe 3 und 4 mit einem Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge von über 1 zeigten jedoch schon ab dem Implantationszeitpunkt niedrigere Werte für das Knochen-Implantat-Interface. Die Steigungen, interpretierbar als Abbaugeschwindigkeit, verliefen bis zum 18. Monat nahezu identisch. Die niedrigsten absoluten Werte zeigte Gruppe 4, bei der die Implantate unverblockt belastet wurden. Diese Gruppe verfügte über statistisch signifikant schlechtere Raten für das Implantat-Knochen-Interface in den Zeitintervallen von Implantationsbeginn bis zum 6. postoperativen Monat und vom 24. postoperativen Monat bis zum Beobachtungsende im Vergleich zu den Werten der Gruppe 2. In dieser Gruppe findet sich auch ein kontinuierlicher Abbau des Implantat-Knochen-Interfaces, der am Ende der Beobachtungszeit noch andauerte.

3.5.3 Krestaler Knochenabbau im Verlauf der Zeit

Der krestale Knochenabbau nahm nach Abbildung 44 bis zum 12. postoperativen Monat fast linear ab und stabilisierte sich dann bei einem Wert von ca 1,8 mm.

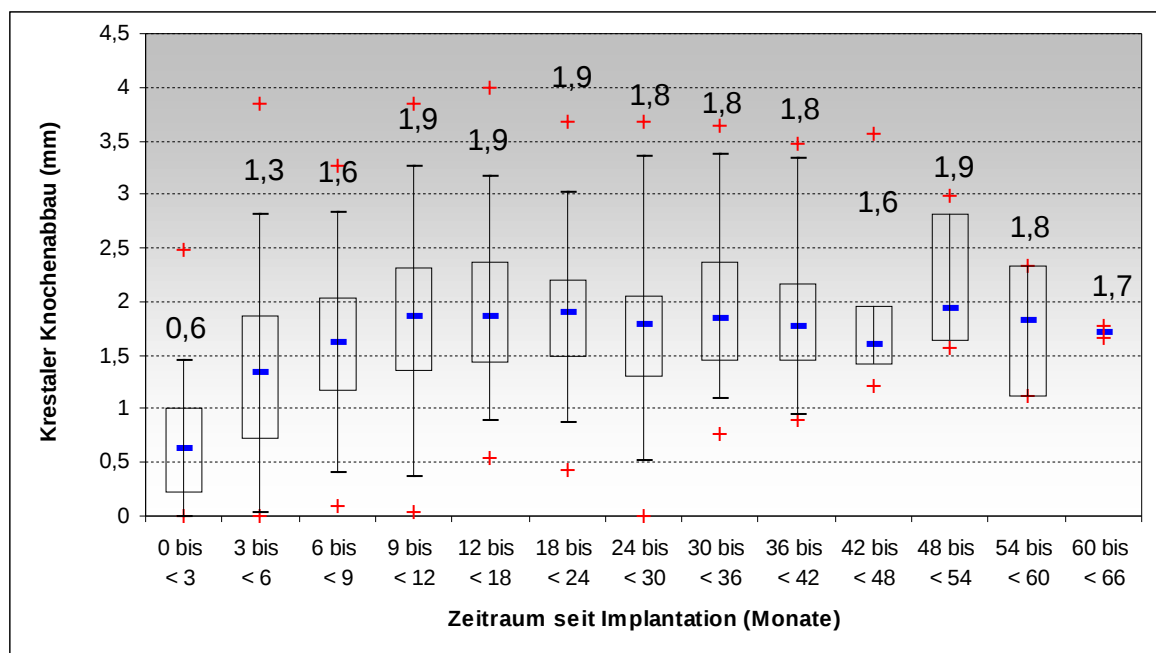


Abb. 44 : Krestaler Knochenabbau im Verlauf der Zeit. — „mm“: Millimeter. Blaue kurze Linien geben den Median des krestalen Knochenabbaus im jeweiligen Intervall an, die Ränder der Rechtecke oben und unten entsprechen den 25. bzw. 75. Perzentilen, die Whiskers markieren die 5. und 95. Perzentile, ein rotes „+“-Zeichen markiert letztendlich Minimum und Maximum im jeweiligen Zeitintervall.

3.5.3.1 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus von der Implantatlokalisierung

Die Analyse des krestalen Knochenabbaus in Bezug auf die Implantatlokalisierung ergab einen weitgehend identischen Verlauf.

3.5.3.2 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus vom Implantattyp

Durchschnittlich lag bei den Camlog-Implantaten insgesamt ein geringerer krestaler Knochenabbau vor. Im Intervall vom 3. bis zum 6. postoperativen Monat stellte sich dieser Unterschied als statistisch signifikant dar (s. Abb. 45). Im Intervall vom 9. bis zum 12. Monat fand beim Camlog-Implantatsystem ein sprunghafter krestaler Knocheneinbruch statt. Der Werte für die Camlog-Implantate im Intervall vom 30. bis 36. und vom 42. bis zum 48. postoperativen Monat müssen als Ausreißer gewertet werden, da hierfür nur 6 Röntgenbilder die Grundlage bildeten.

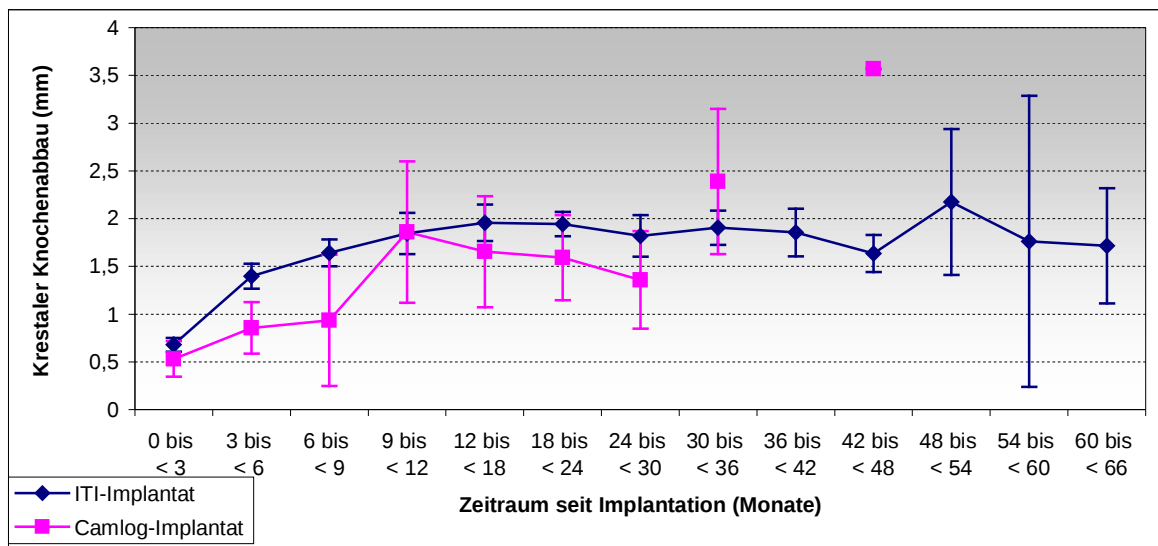


Abb. 45: Einfluss des Implantattyps auf den krestalen Knochenabbau. – „mm“:

Millimeter, „ITI“: Internationales Team für Implantologie. Punkte geben die Mittelwerte des krestalen Knochenabbaus im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Teilweise wurden die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.3 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus von der belastungsfreien Einheilzeit

Die Auswertung des vorliegenden Datenmaterials ergab, wie in Abbildung 46 dargestellt, einen beständigen krestalen Knochenabbau der beiden Implantatgruppen mit bis zu 9 Monaten belastungsfreier Einheilzeit, der bis zum 12. Monat andauerte. Bei der Gruppe mit einer Einheilzeit unter 6 Monaten zeigte sich der Knochenabbau bis zum 12. Monat relativ geradlinig. Schon während der

belastungsfreien Einheilzeit setzte der krestale Knochenabbau ein. Im Gegensatz zur Gruppe der schon belasteten Implantate dauerte diese Resorption in der Gruppe der über 9 Monate einheilenden Implantate länger, bis zum 18. Monat, erreichte dann aber dasselbe Level. Ab dem 18. Monat konnte ein weitgehend identischer Verlauf gezeigt werden. Unmittelbar nach Belastung wurde in allen Gruppen ein verstärkter krestaler Knochenabbau erkannt. Erst 6 bis 9 Monate später erkannte man wieder eine Verminderung des krestalen Knocheneinbruchs.

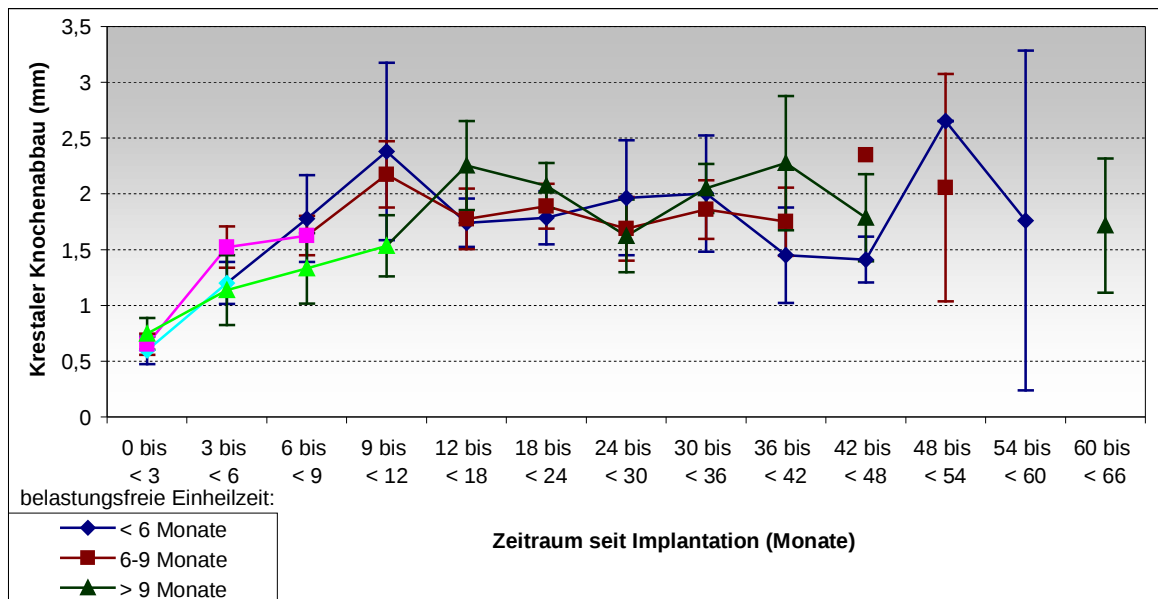


Abb. 46: Einfluss der belastungsfreien Einheilzeit auf den krestalen

Knochenabbau. — „mm“: Millimeter. Punkte geben die Mittelwerte des krestalen Knochenabbaus im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Hellerer Farbton in der Kurve markiert die verbliebenen Augmentationshöhen vor der Belastung. Ab dem 42. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.4 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus vom Vorliegen einer Parodontitis

In der vorliegenden Untersuchung konnte kein Einfluss des Vorliegens einer Parodontitis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auf den krestalen Knochenabbau nachgewiesen werden. Die Kurven für den krestalen Knochenabbau verliefen bei Patienten mit Parodontitis und gesundem Parodont weitgehend identisch.

3.5.3.5 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus von Plaqueindex und Gingivaindex

Ein unterschiedlicher Einfluss des Plaqueindex sowie des Gingivaindex auf den krestalen Knochenabbau konnte nicht gezeigt werden.

3.5.3.6 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus von der Breite der attached gingiva

Abbildung 47 stellt den Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von attached gingiva mit über 1 mm Breite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und dem krestalen Knochenabbau dar. Langfristig war kein Unterschied verifizierbar. Im Intervall von 3 bis 6 Monaten lag ein statistisch signifikant geringerer krestaler Knochenabbau bei der Gruppe mit attached gingiva ≤ 1 mm vor.

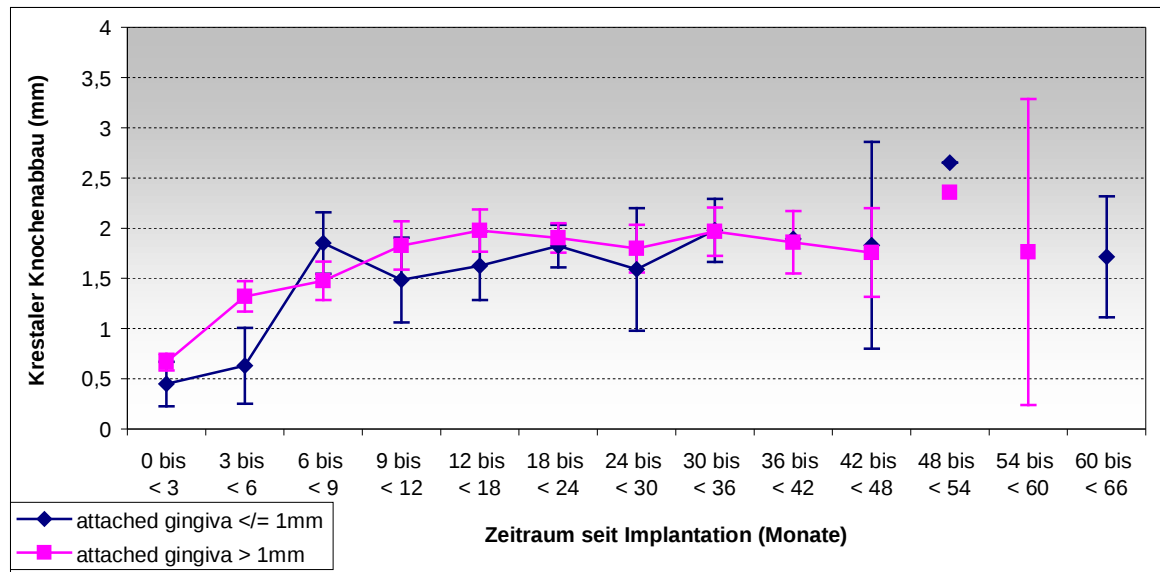


Abb. 47: Einfluss attached gingiva auf den krestalen Knochenabbau. – „mm“:

Millimeter. Punkte geben die Mittelwerte des krestalen Knochenabbaus im jeweiligen Zeitintervall an, die Fehlerbalken markieren die Konfidenzintervalle bei 95%-Konfidenzwahrscheinlichkeit. Ab dem 48. Monat wurden teilweise die Werte aufgrund geringeren Datenmaterials nur noch als Punkte dargestellt.

3.5.3.7 Abhängigkeit des krestalen Knochenabbaus vom Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge und dem krestalen Knochenabbau gezeigt werden. Auch der Einfluss einer primären Stabilisierung der Implantate durch Verblockung konnte nicht nachgewiesen werden.

4 Diskussion

4.1 Methodenkritik

4.1.1 Operationsverfahren

Abgesehen von der Entscheidung für das externe bzw. interne Operationsverfahren gibt es, wie in Kapitel 2.1.1 angedeutet, die Möglichkeit eines zweizeitigen Vorgehens, bei der das Implantat erst nach Konsolidierung des augmentierten Implantatlagers inseriert wird. Viele Autoren stufen das zweizeitige Verfahren als weniger riskant ein (Lekholm et al. 1999, Pikos 1999 a, Kahnberg et al. 2001). Diese Methode beinhaltet jedoch Trauma sowie Kosten einer zweiten Operation und verlängert die Behandlungszeit (Raghoobar et al. 2001), weshalb sie in der vorliegenden Studie Grenzdindikationen von besonders geringem präoperativen Knochenangebot vorbehalten blieb.

4.1.1.1 *Interner versus externer Sinuslift*

Vorteile des internen Sinuslifts

- Trauma und Invasivität der Operation sind reduziert (Summers 1998) und es bestehen geringere postoperative Beschwerden (Engelke und Deckwer 1997).
- Eine höhere Primärstabilität der Implantate bei Aufweitung des Bohrlumens mithilfe der Osteotome kann erzielt werden (Palti 1998). Während bei einer Implantatbettvorbereitung mit Bohrern und Fräsen eine mangelnde Friktion der Implantate aufgrund fehlender Führung im weichem Knochen der Qualität D3 und D4 zu erwarten ist, wird mit den Osteotomen der spongiöse Knochen auch zirkulär verdichtet und das Implantatbett stabilisiert. (Summers 1998)
- Bei auftretenden Kieferhöhlensepten wird das Risiko einer Membranperforation nicht erhöht.
- Die im Oberkieferseitenzahnbereich häufig nur dünn vorhandene oder sogar fehlende Kortikalis und die oft lokal sehr unterschiedliche Qualität des weichen Knochens lassen ein vorsichtiges und sicheres Bohren nicht immer zu. Bohrlocherweiterungen resultieren. Der Einsatz von Osteotomen umgeht dieses Problem (Summers 1994).
- Eine „geringere Weichteilschwellung sowohl vestibulär als auch seitens der Kieferhöhle“ kann erzielt werden (Baumann und Ewers 1999).

Nachteile des internen Sinuslifts

- Die Knochenhöhe, die bei dieser Technik gewonnen wird, ist gewöhnlich geringer als mit der externen Methode.
- Es besteht die Möglichkeit die Schneider'sche Membran zu zerreißen (Engelke und Deckwer 1997).
- Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut können bei dieser Methode unentdeckt bleiben und entsprechende Maßnahmen zur Beherrschung dieser Komplikation bleiben aus.

Vorteile des externen Sinuslifts

- Dieses Vorgehen ist noch möglich, wenn eine ausreichende Knochenhöhe zur Insertion eines Implantates mit dem internen Verfahren nicht mehr vorgefunden wird.

Nachteile des externen Sinuslifts

- Beim Vorhandensein Underwood'scher Septen besteht eher die Möglichkeit von Membranperforationen. Außerdem erfordert der Osteotomiezugang durch das laterale Kieferhöhlenfenster sehr viel Taktilität, insbesondere auch beim Lösen der Schneider'schen Membran entlang der Kanten der infrakturierten Platte.
- Durch die Darstellung und anschließende Eröffnung der fazialen Kieferhöhlenwand ist eine großflächige Deperiostierung des Knochens notwendig. Jede Deperiostierung bedingt jedoch eine Minderdurchblutung und mögliche Resorption des darunter liegenden Knochens (Roberts 1988).
- Bei auftretenden Kieferhöhlensepten ist das Anlegen von 2 getrennten Fenstern zur Elevation der Schleimhaut notwendig, sonst verhindert das Septum ein Einschwenken des Knochendeckels.

4.1.1.2 Abdeckung des lateralen Fensters

Wallace und Froum (2003), Tarnow et al. (2000) sowie Tawil und Mawla (2001) fanden höhere Implantatüberlebensraten in den augmentierten Bereichen sowie histologisch eine erhöhte Rate an Knochenbildung nach einer Membranbedeckung des fazialen Fensters.

Die Verletzung des Periosts bei der Darstellung der fazialen Kieferhöhlenwand führt zum Einwachsen von Bindegewebe in den augmentierten Bereich. Aus

diesem Grund ist die Anwendung des Prinzips der geführten Knochenregeneration (Schenk 1994, Dahlin 1994) mit Hilfe einer Barriere am lateralen Zugang zur Kieferhöhle unbedingt notwendig (Hürzeler 1997) und wurde auch in dieser Art und Weise in der vorliegenden Studie angewandt. Die hier verwendete Kollagenfolie, die durch Abdeckung des Osteotomiefensters vor allem das Einwachsen von Bindegewebe in das Augmentat verhindern und so einen minimalen Knochenvolumenverlust gewährleisten sollte, genügt diesen Ansprüchen.

4.1.2 Komplikationsmanagement

4.1.2.1 *Intraoperative Komplikationen*

Bei Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut besteht die Gefahr einer Transposition des granulären Augmentationsmaterials in die Kieferhöhle. Im weiteren Verlauf kann es dann zu einer Sinusitis und zu einer Infektion des Augmentats kommen (Raghoobar et al. 2001, Kübler et al. 2004, Pikos 1999 b). Die Abdeckung einer kleinen Perforation mit einem Kollagenvlies, wie es in der vorliegenden Studie praktiziert wurde, wird von Stricker et al. 2003 ebenfalls empfohlen, um ein temporäres Interface zwischen Antrum und Transplantat zu positionieren (Garg 1999). Andere Autoren beschrieben auch den Einsatz von resorbierbaren synthetischen (Kübler et al. 2004) und homologen (Shlomi et al. 2004) Membranen als geeignetes Mittel zum Verschluss einer Kieferhöhlenruptur. Während Stricker et al. (2003) auch erfolgreich Fibrinkleber zum Verschluss kleinerer Perforationen einsetzen, sahen Pikos (1999 b) teilweise von einer Versorgung der Rupturen während ihrer Operationen gänzlich ab, weil sich durch Fältelung ein Spontanverschluss ergab. Vlassis und Fugazotto (1999) schlagen ein großes lamelläres Knochenstück, das die Perforation begrenzt, als letzte Möglichkeit des Perforationsmanagements vor. Beim Einsatz partikulären Materials fordern Fugazotto and Vlassis (2003) die Beimischung venösen Eigenblutes oder Blut aus dem Bohrlumen, wie es das vorliegende Operationsprotokoll routinemäßig vorsah. Die Partikel werden dann in eine sich bildende Fibringerinsel integriert um eine Migration des Materials zu verhindern. Dem Verschluss kleiner Perforationen mittels einer chirurgischen Naht (Vlassis und Fugazotto 1999) sollte man eher skeptisch gegenüberstehen, da der erfolgreichen Obstruktion angesichts der dünnen Schneider'schen Membran ein nicht unerhebliches Risiko der Perforationsvergrößerung gegenübersteht.

Generell gilt es durch eine minutiöse operative Technik das Risiko einer Membranperforation zu minimieren. (Fugazatto und Vlassis 2003) Dies ist aufgrund der Membran- oder antralen Anatomie nicht immer möglich. So ist die Gefahr einer Perforation bei Abnormitäten der Kieferhöhlenwandung, wie z.B. bei Kieferhöhlensepten, deutlich erhöht. Der Verschluss einer Perforation mittels eines Kollagenvlieses erwies sich als kostengünstig, einfach durchzuführen und somit zweckentsprechend, auch wenn eventuell durch den Einsatz von synthetisch hergestellten stabilen Membranen wie z. B. Ethisorb oder Epiguide eine gleichzeitige Stabilisierung des geschaffenen Hohlraums über diese stabilere Membran geschaffen werden könnte (Kübler et al. 2004). Durch Einbringen des Cerasorb®-Materials, das gleichzeitig eine Platzhalterfunktion erfüllt, ist jedoch keine weitere Stabilisierung des geschaffenen subantralen Raumes notwendig.

4.1.2.2 Postoperative Komplikationen

Die physiologische Flora im Sinus maxillaris und cavum oris erfordert nach Misch (1992) eine perioperative Antibiotikatherapie im Rahmen der Sinusliftoperation. Die Entwicklung einer Sinusitis ist eine oft festgestellte Folge der Sinusbodenelevation (Timmenga et al. 2003 b). Peterson (1990) konnte zeigen, dass durch eine prophylaktische Gabe von Antibiotika bei der Sinusbodenelevation deren Infektionsrate von 10-15 % durch die Antibiotikagabe auf annähernd 1 % gesenkt werden kann. Misch (1992) propagieren die Prophylaxe und eine Nachbehandlung für 7 Tage mit Amoxicillin, wie sie auch in der vorliegenden Studie durchgeführt wurde. Die Beimischung lokaler Antibiotika zum Augmentationsmaterial ist nicht zu empfehlen, da beim Einsatz von osteogenen Materialien wie autogenen kortikospongiösen Spänen eventuell noch vorhandene zur Osteogenese befähigte Zellen durch eine derartig hohe Antibiotikakonzentration abgetötet werden. (Watzek 2007)

4.1.3 Taschensondierungstiefe

Die klinische Methode der Taschensondierung um die periimplantäre Taschentiefe festzustellen ist nach Niedermeier et al. (1997) weder genau noch reproduzierbar. Erschwerend bei Implantatkonstruktionen kommt hinzu, dass eine ausladende Formgebung der Prothetik die Zugänglichkeit für die parodontale Messsonde stark einschränken kann. Um diesen Problemen zu begegnen wurde das klinische Attachmentlevel ebenfalls radiographisch erfasst.

4.1.4 Radiologische Evaluation

Eine exaktere Vermessung hätte unter Einsatz standardisierter Röntgenbilder mit Zahnfilmen in Paralleltechnik, individuellem Aufbissblock und Raster durchgeführt werden können (Tetsch 1984, Gòmez-Romàn et al. 1996). Abgesehen vom hohen administrativen Aufwand bei der Verwaltung der individuellen Aufbissblöcke, hätten alle Röntgenbilder von Beginn an mit dieser Methode durchgeführt werden müssen. Durch das retrospektive Studiendesign war dies jedoch nicht möglich. Durch den Vergleich der Kontrollröntgenbilder zu verschiedenen Zeitpunkten konnten jedoch Veränderungen des knöchernen Implantatlagers sehr wohl wahrgenommen und diese als Verlaufskontrolle herangezogen werden. Auch aufgrund der hohen Anzahl von 912 ausgewerteten Röntgenbildern liefert die Studie hier doch in vielen Fällen reproduzierbare Aussagen.

Im Rahmen der Knochenneubildung kam es zu Umbauvorgängen im Bereich des Kieferhöhlenbodens, so dass in vielen Fällen nach Ablauf von 12 Monaten radiologisch keine Unterscheidung der Grenzen zwischen dem vorbestehenden Sinusboden und der Augmentation mehr möglich war (Szabo et al. 2005). Bei der radiologischen Untersuchung in der vorliegenden Studie zeigte sich, dass Cerasorb® bei Mischung mit autologem Knochen postoperativ eindeutig in seiner Position und deutlicher als kortikospongiöse Späne alleine identifizierbar war.

4.1.5 Statistik

Mit der hohen Zahl an erfassten und zur Auswertung zur Verfügung stehenden Patientendaten konnte eine Selektion der Daten weitgehend ausgeschlossen werden. Auch der Anteil der Patienten, die im Rahmen dieser Studie klinisch nachuntersucht werden konnten (75 %), war mit 104 Individuen ausreichend, um Rückschlüsse auf das Gesamtkollektiv zuzulassen.

Es muss noch einmal betont werden, dass aufgrund der erfreulicherweise geringen Implantatverlustrate für die statistisch vergleichende Untersuchung bezüglich des Implantatmisserfolges nur 12 Ereignisse bei 231 untersuchten Fällen zur Verfügung standen. Eine multivariante Analyse sowie eine konfirmatorische Faktoranalyse konnte daher nicht sinnvoll angewendet werden. Aus diesem Grund konnten die statistischen Signifikanztests in Bezug auf den Implantaterfolg nur orientierend interpretiert werden.

Durch die Bewertung eines Implantatmisserfolges nach den in Kapitel 2.6 definierten Kriterien kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich in Zukunft noch

weitere Implantatverluste ereignen werden, die zum jetzigen Zeitpunkt möglicherweise absehbar wären.

4.2 Ergebniskritik

4.2.1 Behandlungserfolg im Vergleich zur Literatur

Der Beobachtungszeitraum international erfasster und ausgewerteter Studien lag bei durchschnittlich 3-5 Jahren (Jensen et al. 1998), damit kann die Erfolgsrate der vorliegenden Studie mit einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 2,4 Jahren durchaus mit den in der Literatur angegebenen Erfolgen verglichen werden. Mit einer kumulativen Erfolgsrate von 93 % liegen die Erfolge der Sinusliftoperation bei der vorliegenden Studie durchaus im Bereich der in Tabelle 10 dargestellten Werte.

Verglichen mit den von Jensen et al. 1998 veröffentlichten Ergebnissen der Sinus Consensus Conference 1996 fällt die Erfolgsquote deutlich besser aus. Bedenkt man, dass das vorliegende Studiendesign mit teilweise sehr geringen präoperativen Ausgangsknochenhöhen und einer simultanen Implantatinserktion ein von anderen Autoren eher als riskant eingestuftes Verfahren vorsah (Olson et al. 2000, Misch und Dietsh 1994), sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie vielversprechend. Mögliche Ursachen für einen Implantatverlust sollen im Folgenden erörtert werden.

4.2.2 Resorption des antralen Augmentats

In der vorliegenden Studie war durch die Sinusbodenelevation das präoperative Knochenangebot das im Mittel vor der Augmentation bei durchschnittlich 6,5 mm lag auf 11,7 mm angehoben worden um ausreichend Knochenlager für eine Implantation zu schaffen. Somit lag der durchschnittliche Knochengewinn mit 5,2 mm unter den in der Literatur angegebenen Werten, bei denen verstärkt höhere Volumina in den subantral geschaffenen Raum eingebracht werden (Engelke et al. 2002: 14,4 mm davon 8,6 mm Knochengewinn, Kübler et al. 1999: 14 +/- 3 mm Augmentationshöhe, Maiorana et al. 2006: 7 mm Knochengewinn).

Tab. 10: Literaturausschnitt der Erfolgsraten einiger Sinusliftoperation. – *: Erfolgskriterien

nach Albrektsson et al. (1986), rH: Relative Häufigkeit, kS: Kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Maier, ITI: Internationales Team für Implantologie, IMZ: Intramobiles Zylinderimplantat, DFDBA: Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft, TCP: Tricalciumphosphat, FDBA: Freeze-Dried Bone Allograft, „TPS“: Titan-Plasma-Schicht, „HA“: Hydroxylapatit, „MGCSH“: Medical grade calcium sulfate hemihydrate.

Autoren	Augmentationsmaterial	Zugangsweg	Einheilungsmodus	Implantate	Patienten	Implantatsystem	Beobachtungszeit (Monate)	Gesamtüberleben
Gottsauner und Hardt 1993	Monokortikales Beckenkamitransplantat	extern	ein-/zweizeitig	48	10	Branemark, ITI	4-15	87 % rH
Raghoobar et al. 1993	Transplantate aus Beckenkamm, Symphyse und Tuber	extern	ein-/zweizeitig	93	25	Branemark	6-36	94,6% rH
Hürzeler 1997	Bio-Oss [®] , Interpore, kortikospöngiöse Späne von Beckenkamm und Kinn	extern	einzeitig	340	133	IMZ [®]	6-54	90,3% *
Jensen et al. 1998	Allograft, Xenograft, Alloplast und autologer Knochen	keine Angaben	ein-/zweizeitig	2997	1000	diverse	42-120	90 % kS
Kaptein et al. 1998	Beckenkammspongiosa	extern	ein-/zweizeitig	470	88	IMZ [®]	≤/≠ 70	82,2% kS
Fugazzotto und Vlassis 1998	DFDBA, TCP, FDBA, Bio-Oss [®] , Osteogen [®]	extern	ein-/zweizeitig	510	181	IMZ [®]	0-70	97 % rH
De Leonardis und Pecora 1999	MGCSH (Calciumsulfat)	extern	ein-/zweizeitig	57	130	Biohorizons [®]	12	98,5% rH
Rosen et al. 1999	DFDBA, FDBA, Osteograft-N, BioOss [®]	Intern	einzeitig	174	101	Implamed, INTERPORE TP S- Zylinder, Nobel Biocare, ITI	6-66	95,4%
Olson et al. 2000	Autogener Knochen, DFDBA, HA	extern	ein-/zweizeitig	120	27	HA beschichtete Reintitan Zylinder- und Schraubenimplantate	5-71	97,5 rH
Raghoobar et al. 2001	Monokortikale Blöcke vom Becken + Symphyse + Tuber	extern	ein-/zweizeitig	392	99	Branemark	12-124	90,8 rH
Engelke et al. 2002	Cerasorb [®]	extern	ein-/zweizeitig	211	83	Frialit [®] , IMZ [®] , Semados [®] , Pitt-easy [®] , ITI	Bis zu 60	95 % kS
Cordano 2003	Transplantat der Symphyse	extern	einzeitig	44	26	ITI	8-24	100%
Stricker et al. 2003	autogener Knochen	extern	ein-/zweizeitig	183	41	ITI	11-36	97,8% kS
Shlomi et al. 2004	Kortikospöngiöse Späne vom Beckenkamm, Mandibula + BioOss [®]	extern	einzeitig	253	63	Zimmer [®] Dental	24	91 % rH
Toffler 2004	BioOss [®] , PepGen + Transplantat vom Tuber oder der posterioren Mandibula	Intern	einzeitig	276	167	Biom et 3i [®] , Astra, Frialit [®] -2	1-84	93,5 % rH
Chen und Cha 2005	DFDBA, PepGen P-15, BioOss [®]	intern	einzeitig	1557	1100	Konische Schraubenimplantate	96	99,99% rH
McDermott et al. 2006	Diverse autogene und allogene und Gemische	extern/ intern	ein-/zweizeitig	762	318	Bicon-Implantate	22,5 (0-90)	87,9% kS

Die Analyse der Knochenresorption abhängig von der Zeit ergab eine anfangs rasch abfallende Augmentationshöhe bis zum 6. Monat und darauf nur noch einen leichten Rückgang und eine Stagnation bei etwas über 10 mm. Nach einem Jahr lag die durchschnittliche Knochenhöhe bei 10,7 mm, so dass eine jährliche Resorption im ersten Jahr von durchschnittlich 1 mm beobachtet werden konnte, nach 2 Jahren lag die durchschnittliche Knochenhöhe bei 10,4 mm, so dass im 2. postoperativen Jahr eine Resorption von 0,3 mm vorlag. Nach 3 Jahren lag die Knochenhöhe immer noch bei 10,4 mm, so dass keine weitere Resorption festgestellt werden konnte. Die anfänglich stärkere Resorption kann zum einen damit erklärt werden, dass durch den Einsatz einer Kollagenmembran, die bis zur Anfertigung des zweiten postoperativen Röntgenbildes mit Sicherheit resorbiert war, eine verstärkte Schrumpfung des geschaffenen Volumens eintrat. Zum anderen muss davon ausgegangen werden, dass sich das eingebrachte Knochenersatzmaterial verdichtet.

Kent und Block empfehlen die Sinusbodenelevation bei allen Patienten mit weniger als 10 mm Knochenhöhe (Kent und Block 1993). Vor diesem Hintergrund ist eine Stagnation der Knochenresorption von 10 mm durchaus zufriedenstellend und eine stärkere Knochenaugmentation nicht erforderlich.

Da die eingesetzte Implantatlänge in der vorliegenden Studie im Median bei 10 mm lag, bestätigen die oben genannten Resultate, die in der Einleitung aufgestellte Hypothese, wonach sich die Knochenhöhe auf dem Niveau des Implantatapex einpendelt. Auch die gesonderte Betrachtung der Knochenhöhe über dem Implantat konnte zeigen, dass sich die Knochenhöhe von einem durchschnittlichen Ausgangswert mit 1,8 mm langfristig auf einen Wert von 0,2 mm stabilisiert. Die Untersuchung der Länge des Implantat-Knochen-Interface stützt ebenfalls diese Theorie. Bedenkt man, dass der krestale Knochenabbau ca. 1,8 mm (s. Kapitel 4.2.3.14) beträgt und im Mittelwert Implantate der Länge 9,8 mm eingesetzt wurden, erwartet man einen Wert von ca. 8 mm für die Länge des Implantat-Knochen-Interfaces. Dieser Erwartungswert stimmt mit dem festgestellten Wert von 7,9 mm überein.

Die physiologische Belastung der Implantate scheint als Stimulus für den periimplantären Knochen des augmentierten Bereichs zu dienen. Eine mögliche Resorption der aufgebauten Kieferhöhle wird dadurch verhindert (Keller et al. 1994). Während avaskulärer autogener Knochen, als Spongiosa oder

kortikospongiöse Chips eingebracht, bei fehlender funktioneller Belastung nach 2-3 Jahren nahezu vollständig resorbiert wird (Sailer 1989), kann die Resorptionsrate durch die Insertion von enossalen Implantaten in physiologische Grenzen gehalten werden (Tolman und Laney 1993). Keller et al. (1994) glaubten ebenfalls, dass wenn die Implantate osseointegriert sind und der Knochen bis zur physiologischen Grenze stimuliert wird, ein ausreichendes Knochenvolumen bleiben wird um die auferlegte Belastung zu tragen (Wolffs law).

Auch bei bezahnten Patienten konnte festgestellt werden, dass die Pneumatisation der Kieferhöhle bis an die Wurzelspitzen der maxillären Zähne voranschreitet und häufig Erhebungen auf dem Sinusboden verursacht (Van den Bergh et al. 2000). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bieten daher Grund zur Annahme, dass die Knochenhöhe durch das Implantat stabilisiert wird und sich analog zu den natürlichen Zähnen die Knochenhöhe über dem Implantat im antralen Augmentat auf einen Wert von nur wenigen zehntel Millimetern einpendelt. Es konnte beobachtet werden, dass in allen Fällen das eingebrachte Augmentat radiologisch nach bestimmter Zeit nicht mehr vom ursprünglichen Knochen zu unterscheiden war und dass eine neue Kortikalisschicht am Boden der Kieferhöhle gebildet wurde. Außerdem konnte bei zwei nebeneinander in das augmentierte Volumen inserierten Implantaten eine Stabilität des interimplantären Knochens festgestellt werden.

Der Resorptionstop nach 18 bis 24 Monaten hängt sicher zum einen mit dem verwendeten Augmentationsmaterial Cerasorb zusammen, das nach 6-15 Monaten knöchern resorbiert ist, zum anderen damit, dass mit einer anfänglichen durchschnittlichen Knochenhöhe von 1,8 mm über dem Implantat eine Überaugmentation des knöchernen Implantatlagers vermieden wurde und sich die Verhältnisse nach den Gesetzmäßigkeiten der Natur einstellen konnten. Eine dicke Knochenschicht über dem Implantatapex scheint also nicht notwendig zu sein. Auch vor dem Hintergrund von Finite-Element-Studien, die eine Belastung des Implantats vor allem im Bereich der kortikalen Schale belegen, wohingegen im Bereich der Implantatspitzen die Spongiosa entlastet wird (Watzek und Mailath-Pokorny 2000), stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit einer dicken Brücke resorptionsstabilen Augmentationsmaterials über dem Implantat.

Bei De Leonardis und Pecora (1999), die Calciumsulfat als Augmentationsmaterial verwendeten, waren nach Augmentation 18,5 mm Knochenhöhe erreicht worden.

Ein Jahr postoperativ waren noch 16 mm vorhanden. Die durchschnittliche Schrumpfung innerhalb eines Jahres war demnach 2,5 mm und lag deutlich höher als die in dieser Studie gemessene Resorptionsrate. Allerdings waren keine Angaben über die durchschnittlich eingesetzte Implantatlänge zu finden. Die höhere Resorption kam entweder durch das verwendete Augmentationsmaterial zustande oder aber durch eine stärkere Überaugmentations des Volumens über den Implantaten.

Wheeler (1997) konnte eine höhere Volumenstabilität des Augmentats mit einer durchschnittlichen Änderung der Augmentationshöhe von nur - 0,49 (+/-1,73) mm nach 3 Jahren Beobachtungszeit und Augmentation mit der Hydroxylapatitkeramik Interpore 200® feststellen. Auch Froum et al. (1998) konnten bei radiologischer Analyse von mit OsteoGraf/N® augmentierten Sinus eine Resorptionsrate von durchschnittlich 1,4 % (Minimum -5,9 %, Maximum 12,5 %) nach 2-3 Jahren messen. In der vorliegenden Studie nähert sich die Resorption einer verbleibenden Knochenhöhe von 60 % an. Der Grund hierfür muss im angewandten Augmentationsmaterial gesucht werden.

4.2.3 Diskussion einflussnehmender Faktoren

4.2.3.1 *Patientenkollektiv/Alter/Geschlecht*

Geschlecht

Relativ gesehen lassen sich beim männlichen Patientenkollektiv dieser Studie mehr Verluste verzeichnen, 18,2 % im Gegensatz zu 4,2 % bei den Patientinnen. Schliephake et al. (1997) und Kramer et al. (1999) beobachteten im Gegensatz dazu deutlich höhere Verlustraten im weiblichen Patientenkollektiv. Dieser deutliche Geschlechtsunterschied soll auf postmenopausale Veränderungen im Stoffwechsel des ortsständigen sowie des transplantierten Knochens zurückzuführen sein. Ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte im Augmentationsmaterial liegen, da bei Schliephake und Kramer autologer Knochen in Form von Beckenkammtransplantaten zum Einsatz kam. Bei Hürzeler (1997) ergab das Testergebnis zwischen den Geschlechtern bezüglich Implantatüberleben keinen signifikanten Unterschied.

Alter

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung deuten insgesamt auf eine Unabhängigkeit des Implantaterfolges vom Alter hin. Auffällig war allerdings, dass

vor allem bei Männern über 65 Jahren Implantatmisserfolge auftreten. Dies könnte auf eine geringere Compliance der männlichen Patienten dieser Altersgruppe zurückzuführen sein.

4.2.3.2 Risikofaktor Rauchen

Obwohl in der vorliegenden Studie die Implantatverluste mit 8,3 % bei den Rauchern gegenüber 4,5 % bei den Nichtrauchern fast doppelt so hoch war, konnte dennoch, entsprechend den Ergebnissen der Sinus Consensus Conference von 1996 (Jensen et al. 1998), kein signifikanter Einfluss des Nikotinkonsums auf den Implantatverlust dokumentiert werden.

Im Gegensatz dazu stellte in zahlreichen anderen Studien der Nikotinkonsum nachweislich einen Faktor dar, der die Prognose hinsichtlich des Implantationserfolges verschlechtert (Bain und Moy 1993, Gorman et al. 1994, Bain 1996, Haas et al. 1996, Kan et al. (1999) McDermott et al. 2006, Tawil und Mawla 2001, Olson et al. 2000).

Bain und Moy (1994) fanden bei mittleren bis starken Rauchern doppelt so häufig Knochenqualität D4 vor, als bei Nichtrauchern bzw. mäßigen Rauchern. Auch die schlechtere Primärstabilität der Implantate, die direkt mit der Knochenqualität zusammenhängt, könnte daher bei Rauchern Grund für die schlechtere Prognose sein.

Haas et al. (1996) und Lambert et al. (2000) argumentierten in ihren Studien dahingehend, dass die Rauchgewohnheiten der Patienten weniger die Osseointegration der Implantate betrifft, als vielmehr über die Kompromittierung der Integrität des periimplantären Weichgewebes einer Periimplantitis Vorschub geleistet wird und dies letztendlich zum Implantatverlust führt.

Beachtung muss auch der Einfluss des Rauchens auf die Umbauvorgänge im antral eingebrachten Augmentationsmaterial sowie auf die Bedeutung der Schädigung des respiratorischen Flimmerepithels geschenkt werden.

Tabakkonsum kann die komplikationslose Einheilung des Augmentats in der Kieferhöhle behindern, weil Nikotin die Zellproliferation und die Revaskularisation des Augmentats hemmen, sowie die Osteoblastenfunktion stören soll (Mosely et al. 1978, Daftari et al. 1994). Da jedoch die antral verbliebene prozentuale Augmentationshöhe keinen signifikanten Einfluss des Rauchens darstellen konnte, wurde in der vorliegenden Studie ein solcher Zusammenhang nicht nachgewiesen.

Eine Kontraindikation der Sinusliftoperation bei Raucher kann deshalb verneint werden, aber es sollte mit möglichen Komplikationen gerechnet werden und durch ein engmaschigeres Recall der Früherkennung dieser Komplikationen begegnet werden. Außerdem sollte der negative Einfluss des Nikotinkonsums Teil der präoperativen Patientenaufklärung sein.

4.2.3.3 Operationsverfahren

Mit einer Erfolgsrate in der Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse von 0,90 für die externe Operationsmethode und 0,94 für das interne Verfahren lässt sich eine minimal geringe Überlegenheit des internen Verfahrens darstellen. Unklar ist, ob dieser Unterschied auf das Augmentationsverfahren zurückzuführen ist oder wahrscheinlich seine Ursache im höheren präoperativen Knochenangebot beim internen Verfahren findet.

Richtet man das Augenmerk im Unterschied der beiden Operationsverfahren auf die prozentualen Resorptionsvorgänge im Kieferhöhlenaugmentat, so zeigt sich, dass eine anfänglich statistisch signifikant höhere Resorption beim internen Vorgehen ab dem 18. bis 24. Monat sich mit der Kurve der mittleren verbleibenden Augmentationshöhe des externen Verfahrens vereint. Absolut betrachtet konnte mit dem externen Verfahren keine höhere vertikale Knochenbreite erzielt werden als mit der internen Methode.

Die anfänglich stärkere Resorption des Augmentats beim internen Verfahren hängt unter Umständen damit zusammen, dass hier aufgrund einer möglichen Membranperforation Augmentationsmaterial verloren ging. Wie in Kapitel 4.1.1.1 gezeigt werden konnte, überwiegen die Vorteile des internen Operationsverfahrens. Da auch bezüglich der Implantatverlustrate und der erreichbaren Knochenhöhe keine Unterschiede festgestellt werden konnten, sollte, wenn die präoperative Knochenhöhe ausreichend ist, das interne Verfahren bevorzugt werden.

4.2.3.4 Lokalisation

Hürzeler (1997) konnten auch keinen Einfluss der Position der Implantate auf das Implantatüberleben feststellen. Analog zu den Untersuchungen von McDermott et al. (2006) konnten in der vorliegenden Studie im Gegensatz dazu tendenziell, wenn auch nicht statistisch signifikant, bessere relative Überlebensraten für den anterioren Bereich angegeben werden. Allerdings kann nicht ausgeschlossen

werden, dass dieser Effekt mit den in posterioren Bereich niedrigeren Ausgangsknochenhöhen oder den geringeren Knochenqualitäten (Ulm et al. 1999) zusammenhängt.

4.2.3.5 Implantate

Mit leicht konischen Implantaten lässt sich eine bessere Primärstabilität erreichen als mit zylinderförmigen Implantaten. Ein zylinderförmiges Implantat belastet beim Eindrehen von Anfang an mit vollem Durchmesser den krestalen Anteil des Bohrochs. Ist das Implantat vollständig eingeschraubt, kann man davon ausgehen, dass das Gewinde im krestalen Anteil bereits ausgeleiert ist und das Implantat nur noch im apikalen Anteil exakt sitzt. Vor allem beim Sinuslift, bei dem das Implantat nur den krestalen Knochen zur Verankerung zur Verfügung hat, da der apikale Anteil im locker eingebrachten granulären Augmentationsmaterial sitzt, kann dies Auswirkungen haben. Ein leicht konisches Implantat umgeht dieses Problem. Die Tatsache, dass in der vorliegenden Studie keines der eingesetzten konischen Implantate (Camlog-Implantate), aber 5,5 % der zylindrischen Implantate (ITI-Implantate) nicht osseointegrierten, untermauert diese Behauptung.

Strietzel (2004) wiesen in ihren Untersuchungen auf vermehrte Implantatverluste bei der Verwendung von Implantaten, die kürzer als 13 mm sind hin. Auch andere Autoren zeigten unabhängig von der Sinusbodenelevation höhere Implantatverluste mit abnehmender Implantatlänge (Tawil und Mawla (2001), Keller et al. (1999), Kramer et al. (1999)). In der vorliegenden Studie schnitten ebenfalls kürzere Implantate in Bezug auf das Implantatverlustrisiko schlechter ab. Da die meisten Implantate vor Belastung verloren gingen, ist dieser Umstand wohl eher der niedrigeren Ausgangsknochenhöhe zuzuschreiben, bei der auch kürzere Implantate zum Einsatz kamen.

Um eine möglichst hohe Knochen-Implantat-Kontaktrate und daraus resultierende höhere Sekundärstabilität zu erreichen, forderte Spiekermann 1994 wegen der ungünstigeren Knochenqualität und der hohen axialen Belastung in der posterioren Maxilla Implantate mit einer Mindestlänge von 10 mm im Bereich des Oberkiefers (Spiekermann et al. 1994 a). Den vorliegenden Untersuchungen zufolge wurden in den meisten Fällen Implantate der Längen 10 und 11 mm eingesetzt. Diese Länge erwies sich als ausreichend. Dasjenige Implantat, welches nach Belastung fehlschlug, wies nur eine Länge von 8 mm auf. Kurze Implantate der Längen 8 und 9 mm sollten demnach Ausnahmeindikationen

vorbehalten bleiben. Letztendlich ist jedoch zu empfehlen die eingesetzte Implantatlänge, wie in Kapitel 4.2.3.9 ausgeführt, an prothetischen Gesichtspunkten zu orientieren.

Die WideNeck-Implantate des ITI-Systems wiesen geringfügig schlechtere Werte als die RegularNeck-Implantate auf, was seine Ursache wahrscheinlich aber weniger in der Form der Halspartie findet, sondern vielmehr damit zusammenhängen dürfte, dass die WN-Implantate vor allem im posterioren Bereich zum Einsatz kamen, wo wieder weniger Ausgangsknochenhöhe zur primärstabilen Verankerung der Implantate zur Verfügung stand.

Auch diejenigen Implantate mit größerem Implantatdurchmesser zeigten bezüglich des Implantaterfolges geringfügig schlechtere Werte. Da auch die im Durchmesser breiteren Implantate bevorzugt in den weiter posterioren Regionen zum Einsatz kamen, kann hierfür dieselbe Ursache angenommen werden. Resümierend kann man feststellen, dass schraubenförmige, vor allem im krestalen Bereich leicht konische Zylinderimplantate mit rauer Oberfläche und rauem Implantathals zur Anwendung bei der Sinusbodenelevation zu empfehlen sind, unabhängig vom Herstellertyp.

Bezüglich der antral verbliebenen Augmentationshöhe konnte kein Unterschied zwischen den beiden Implantatsystemen nachgewiesen werden.

Beim Camlog-Implantatsystem konnte tendenziell ein geringerer krestaler Knochenabbau gezeigt werden. Betrachtet man den Verlauf der Kurven für die beiden Implantatsysteme fällt auf, dass ausgehend von einem ähnlichen krestalen Knochniveau zum Zeitpunkt der Implantation sich die beiden Kurven im Intervall bis zum 9. Monat, in dem die Mehrzahl der Implantate noch unbelastet einheilte, trennen. In dieser Zeit fand beim ITI-Implantatsystem ein signifikant stärkerer krestaler Knochenabbau statt. Ab dem Zeitpunkt der Freilegung und Belastung der Camlog-Implantate konnte auch hier im darauffolgenden Intervall ein verstärkter krestaler Knochenabbau gezeigt werden. Die Belastung, die in der vorliegenden Studie vor allem vom 6. bis 9. Monat stattfand, konnte den Verlauf der Kurve für die ITI-Implantate jedoch nicht beeinflussen. Der bis zum 6. Monat signifikant stärkere Abbau des ITI-Implantatsystems legt die Vermutung nahe, dass die transgingivale Einheilung, die bei diesem System angewandt wurde, im Zusammenhang mit dieser Beobachtung steht.

Die physiologische und funktionelle Wertigkeit beider Einheilungsmodi war bisher gleichrangig bewertet. Da nach Freilegung des subgingival eingeheilten Implantates dasselbe krestale Knochenniveau erreicht wurde, kann dies bestätigt werden. Beim Einsatz kürzerer Implantate blieb langfristig gesehen ein signifikant geringeres Knochen-Implantat-Interface als bei Implantaten der Länge 10 bis 13 mm bestehen. Nimmt man an, dass der krestale Knochenabbau bei einem Wert von 1,8 mm stagniert, so untermauert auch diese Feststellung die Hypothese, dass der antrale Knochenabbau bis zum Implantatapex fortschreitet. Langzeitstudien, die das benötigte Knochen-Implantat-Interface für eine dauerhafte Stabilität bestimmen, sollten folgen.

4.2.3.6 Knochenqualität

Die Knochenqualität scheint über die erzielbare Primärstabilität direkt mit der Implantatverlustrate zusammenzuhängen. Dementsprechend konnte in der vorliegenden Studie eine höhere Verlustrate der in D4-Knochen inserierten Implantate dargestellt werden. Mit 8,0 % lag sie fast doppelt so hoch als bei Knochen der Qualität D3 (4,2 %), ohne dass jedoch ein statistisch signifikanter Zusammenhang bewiesen werden konnte. Dementsprechend konnten auch Lekholm et al. (1999) keinen Einfluss der Knochenqualität auf das Implantatüberleben nachweisen. Die Analyse der dieser Studie vorliegenden Röntgenbilder ergab, dass sich kein Unterschied der beiden Knochenqualitäten in Bezug auf die antrale Augmentatresorption verzeichnen ließ.

Bei schlechter Knochenqualität und fehlender Primärstabilität scheint es sinnvoll von einer einzeitigen Implantation, d. h. Sinusliftoperation und Implantation in einer Sitzung abzusehen und stattdessen die beiden Eingriffe zeitlich verzögert, nach knöcherner Konsolidierung des Implantatlagers vorzunehmen. Ist jedoch eine primärstabile Insertion eines Implantates möglich, kann auch eine simultane Implantation bei geringer Restknochenhöhe durchgeführt werden.

4.2.3.7 Belastungsfreie Einheilzeit

Der günstigste Zeitpunkt für die Belastung dentaler Implantate in Kombination mit der Sinuslift-Operation wird in der Literatur kontrovers diskutiert, da als Grund für Implantatverluste oft eine frühzeitige Belastung der Implantatpfiler angenommen wird. In der vorliegenden Untersuchung fand der Implantatverlust meist noch vor prothetischer Versorgung statt. Das einzige in dieser Untersuchung verlorene

Implantat nach prothetischer Belastung war mit 7,3 Monaten ausreichend lange eingeeilt. Auch das eingesetzte Augmentationsmaterial Cerasorb® sollte den Literaturangaben entsprechend ausreichend verknöchert sein, um einer prothetische Belastung erfolgreich standzuhalten. Die durchschnittliche Einheilzeit in der vorliegenden Studie betrug 8,3 Monate, wobei das zugrunde gelegte Konzept eine Belastung nach 6 Monaten anstrebte. Smiler et al. (1992) unterteilten die Heilungszeit nach den verschiedenen Transplantatmaterialien. In Untersuchungen von Stricker et al. (2003) lag bei einer Einheilzeit von durchschnittlich 4,6 Monaten bei der einzeitigen Sinusbodenelevation die Implantatüberlebensrate für 2 Jahre bei 99,5 %. Allerdings wurden keine Angaben über die Höhe des präoperativen Knochens gemacht. Analog zu den Ergebnissen dieser Studie kamen sie zu der Schlussfolgerung, dass es im Bezug auf die Implantatüberlebensrate nicht zwingend erforderlich ist, 6 Monate mit der Belastung der inserierten Implantate zu warten.

Wheeler et al. (1996) zeigten an histologischen Untersuchungen, dass je länger die Heilungszeit dauert, umso größer die Knochenvolumenzunahme ist. Vor dem Hintergrund, dass Vaskularisation und Knochenneubildung nur von den lateralen Sinuswänden ausgehen (Hürzeler 1997, Tarnow et al. 2000) und das Eindringen von Geflecht- und Lamellenknochen 6 Monate für eine Tiefe von 2-3 mm mit einer durchschnittlichen Knochenapposition von lamellären Knochen von $1,44 \pm 0,16 \mu\text{m}$ pro Tag voranschreitet (Smiler et al. 1992) sollte die belastungsfreie Einheilungszeit vom Volumen des eingebrachten Augmentats abhängen (Froum et al. 1998). Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen also das zugrundeliegende Konzept, bei dem bei geringem Augmentationsvolumen die Einheilzeit verkürzt werden kann. Bei großvolumigeren Aufbauten sollte die empfohlene Einheilzeit von 6-9 (Jensen et al. 1998) bzw. 6 Monaten (Hürzeler 1997, Kent und Block 1993, Bahat und Fontanessi 2001, Kahnberg et al. 2001, Raghoobar et al. 2001) eingehalten werden.

Es bleibt die Frage, wie sich eine verkürzte belastungsfreie Einheilzeit auf die antrale Knochenresorption auswirkt.

In der vorliegenden Studie konnte kein signifikanter Einfluss der Dauer der belastungsfreien Einheilzeit auf die verbliebene Augmentationshöhe nachgewiesen werden. Eine Knochenzunahme unmittelbar nach Belastung, wie es von Tetsch und Tetsch (2007) vermutet wird, der in der funktionellen Belastung

einen Stimulus für eine Knochenapposition sieht, konnte nicht gezeigt werden. Beim krestalen Knochenabbau konnte eher gegenteiliges gezeigt werden. Langfristig gesehen schien die belastungsfreie Einheilzeit keinen Einfluss auf den krestalen Knochenabbau zu haben.

4.2.3.8 Suprastrukturen

Der Indikationsbereich des Sinuslift erstreckt sich von der implantologischen Rehabilitation zahnloser Patienten über die Versorgung von Freiendsituationen und Schatlücken bis hin zum Einzelzahnersatz im Oberkieferseitenzahnbereich. Zu vermeiden ist selbstverständlich die okklusale Überlastung, die zur Lockerung der Implantate (Isidor 1997) führt. Bei der in dieser Studie durchgeführten klinischen Nachuntersuchung wurden keinerlei Primärkontakte festgestellt, so dass ein derartiger Einfluss ausgeschlossen werden konnte.

Da in der vorliegenden Studie nur ein prothetisch versorgtes Implantat verloren ging, konnten keine Aussagen über den Einfluss der Art der prothetischen Versorgung des Oberkiefers auf die Implantatüberlebensrate gemacht werden.

Nach den Untersuchungen von Hürzeler (1997) hatte die Kombination der die Suprastruktur tragenden Pfeiler keinen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate.

Die Analyse der knöchernen Resorption im Bereich des Augmentats ergab, dass zwischen einem Einzelzahnimplantat, bei dem die natürlichen Zähne einen Großteil der Belastung aufnehmen und einer allein durch Implantate mit Sinusliftoperation und prothetischer Brückenkonstruktion versorgten Freiendsituationen oder gar einer teleskopprothetischen Versorgung kein Unterschied besteht.

4.2.3.9 Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge

Spiekermann et al. (1994 b) postulierte ein Verhältnis von Kronenhöhe : Implantatlänge von 1 : 1 als Richtlinie bei prothetischer Versorgung von Implantaten. Je kürzer der Hebelarm im Vergleich zur Implantatschraube, desto günstiger gestalten sich die Belastungsverhältnisse. Das Drehmoment verstärkt sich um das Mehrfache bei zu langer Implantatkronen oder bei zu kurzer Implantatschraube. Mit einer durchschnittlichen Kronenhöhe von 10,15 mm und einer durchschnittlichen Implantatlänge von 9,84 mm entsprach dieses Verhältnis im untersuchten Patientengut ungefähr dem aufgestellten Postulat. Ein Implantat

aus der Gruppe 1 (Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge ≤ 1 und verblockte Suprakonstruktion) musste explantiert werden.

Radiologisch messbare Auswirkungen bei Überschreitung dieses Postulats konnten bezüglich der antral verbliebenen Augmentationshöhe nicht beobachtet werden. Bei Betrachtung des Knochen-Implantat-Interfaces konnte allerdings dargestellt werden, dass die höchsten Werte bei Implantaten mit einem Verhältnis Kronenhöhe : Implantatlänge von ≤ 1 gemessen werden konnten. Erstaunlicherweise traten die besten Werte in diesem Bereich für die unverblochten Implantate auf. Bei den Werten für das Knochen-Implantat-Interface > 1 war dieser Effekt umgekehrt. Hier ließen sich höhere Werte für das Knochen-Implantat-Interface bei den primär verblockten Suprakonstruktionen messen. Langfristig konnte bei allen Implantaten bis auf diejenigen mit einem Verhältnis Kronenhöhe zu Implantatlänge > 1 und unverblochten Suprakonstruktionen am Ende der Beobachtungszeit eine Stagnation des Knochenabbaus festgestellt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen folglich, dass dem von Spiekermann (1994) postulierten Verhältnis durchaus Bedeutung beigemessen und die Implantatlänge unter Beachtung der späteren Kronenhöhe gewählt werden sollte. Wird dies beachtet, kann man, wenn nicht andere prothetische Konstruktionsprinzipien es erfordern, auf eine primäre Verblockung zweier Implantate verzichten. Ist das Verhältnis nicht gegeben, sollte eine Verblockung der Implantate angestrebt werden.

4.2.3.10 Präoperatives Knochenangebot

Der untere Grenzwert für die simultane Implantation wurde in der Literatur in den letzten Jahren stets weiter nach unten korrigiert. Peleg et al. (1998) zeigten mit ihrer Methode, dass sogar Restknochenhöhen von nur 1 bis 2 mm in Kombination mit gleichzeitiger Implantation möglich sind. Jensen et al. (1998), Wallace und Froum (2003) sowie Stricker et al. (2003) konnten bei ihren Nachforschungen einen Zusammenhang zwischen Restknochenhöhe und Implantatverlust nicht ausreichend nachweisen. Tawil und Mawla (2001) schlussfolgerten jedoch in ihrer Untersuchung zur Sinusbodenelevation, dass Restknochenhöhen von weniger als 5 mm die Überlebensrate von Implantaten verkürzen. Tendenziell konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass bei geringen Ausgangsknochenhöhen eine erhöhte Implantatverlustrate festgestellt werden konnte. 38 Implantate wurden in dieser Studie simultan gesetzt bei einem Angebot von ortsständigem Knochen

von nur 4 mm. Vor dem Hintergrund, dass im Falle eines Implantatverlustes, das Sinusaugmentat in allen Fällen erhalten blieb, kann durchaus zu einer simultanen Implantation auch bei geringen Ausgangsknochenhöhen geraten werden.

Determinierender Faktor für Erfolg und Misserfolg scheint die Primärstabilität der Implanate zu sein. Sollte dies bei einer Simultanimplantation erreicht werden, so kann einzeitig vorgegangen werden (Kirsch et al. 1999).

In Bezug auf den Erfolg der Sinusbodenelevation und damit speziell der Resorption des antralen Augmentats lässt sich kein statistisch signifikanter Unterschied der verbliebenen Augmentationshöhen im Hinblick auf unterschiedlich hohe präoperative Ausgangsknochenhöhen darstellen. Vielmehr traten die höchsten verbliebenen Augmentationshöhen bei geringen präoperativen Knochenhöhen auf. Bei einem Knochenangebot von über 8 mm konnte im Intervall bis zum 6. postoperativen Monat eine statistisch signifikant stärkere Resorption festgestellt werden. Diese Beobachtung hängt wahrscheinlich wieder damit zusammen, dass bei geringen Ausgangsknochenhöhen vor allem das interne Verfahren mit häufigerem Einsatz von Kollagenmembranen bzw. der Verzicht auf ein Augmentationsmaterial zur Anwendung kamen.

Auch im Hinblick auf die knöchernen Resorptionsvorgänge kann deshalb gefolgert werden, dass aufgrund der Unabhängigkeit des antralen Augmentatvolumens vom Ausgangsknochenangebot eine einzeitige Implantation bei gegebener Primärstabilität in jedem Fall favorisiert werden kann.

4.2.3.11 Augmentationsmaterial

Die Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse reiht die verwendeten Augmentationsmaterialien mit Sinusbodenelevation ohne zusätzlichen Einsatz eines Augmentationsmaterial (100 %), Cerasorb® (94 %), kortikospongiöse Späne (92 %) sowie Cerasorb® und kortikospongiöse Späne (0,91 %) als Augmentationsmaterial bezüglich ihrer Überlebenswahrscheinlichkeiten hintereinander. Keines der Materialien schien klinisch hinsichtlich des Gesamterfolges den anderen statistisch signifikant überlegen zu sein. Die 100%ige Erfolgsrate beim Verzicht auf ein Augmentationsmaterial hängt zum einen mit der geringen Anzahl der zur Verfügung stehenden Fälle, wie auch mit der extrem hohen präoperativen Knochenhöhe hierfür, zusammen. Beim Vergleich der Erfolgsraten für die anderen Augmentationsmaterialien müssen die unterschiedlichen Beobachtungszeiten miteinbezogen werden.

Die Resultate stimmen mit den Ergebnissen der Sinus Consensus Conference (Jensen et al. 1998) überein. Lediglich allogene Augmentationsmaterialien zeigten höhere Verlustraten als erwartet.

Dennoch wird heute noch autogener Knochen teilweise aus dem Beckenkamm als Augmentationsmaterial bei der Sinusbodenaugmentation verwendet. Der Vorteil wird in der Fähigkeit autogenen Knochens gesehen, sowohl osteokondutives als auch osteoinduktives Potential zu besitzen (Moy et al. 1993, Buser et al. 1998) und damit ein qualitativ besseres Implantatbett zu generieren.

Szabo et al. (2005) führten eine intra-individuell vergleichende Studie bei 20 Patienten mit Sinusaugmentation unter Verwendung von Cerasorb im Vergleich zu autogenem Knochen durch. Nach histologischer und histomorphometrischer Untersuchung nach 6 Monaten schlossen sie, dass β -Tricalciumphosphate ein zufriedenstellendes Augmentationsmaterial, auch ohne Zusatz autologen Knochens, sei.

In Übereinstimmung damit konnte in der vorliegenden Studie auch im Hinblick auf die Augmentatresorptionsmessung kein positiver Effekt einer Beimischung kortikospongiöser Späne zum Cerasorb[®] festgestellt werden.

Im Vergleich von Cerasorb[®] mit der alleinigen Verwendung autologen Knochens zeigte das synthetische Augmentationsmaterial sogar die besseren Werte. Sowohl bei der Verwendung von Cerasorb[®] als auch Cerasorb[®] im Gemisch fiel die Resorption nach 6 Monaten geringer aus, als bei alleiniger Verwendung von kortikospongiösen Spänen. Im Vergleich von Cerasorb[®] alleine zu kortikospongiösen Spänen war dieser Unterschied sogar signifikant. Bei Cerasorb[®] und dem Gemisch konnte ab dem 24. Monat eine Stagnation der Resorption bei ca. 70 % verbleibender Augmentationshöhe beobachtet werden. Bei Verwendung von kortikospongiösen Spänen lag bis zum 48 Monat noch ein Abwärtstrend vor.

Außerdem konnte die Tendenz aufgezeigt werden, dass vermehrt beim Einsatz von kortikospongiösen Spänen langandauernde periorale Weichteilschwellungen auftraten. Auffällig war weiterhin, dass nur bei Patienten, bei denen kortikospongiöse Späne angewendet wurden eine bakterielle Sinusitis maxillaris auftrat. Diese erhöhte Komplikationsrate könnte sich damit begründen lassen, dass das enoral gewonnene autogene Knochenmaterial in vielen Fällen durch Speichel kontaminiert war und somit durch eine dadurch ausgelöste

Entzündungsreaktion im Transplantat einerseits zu erhöhten postoperativen Komplikationen führte, andererseits eine verstärkte Resorption des Augmentationsmaterials verursachte.

Für die alleinige Anhebung der Schneider'schen Membran konnte gezeigt werden, dass auch hier eine Knochenneubildung stattfindet. Allerdings genügten die hier vorliegenden Daten nicht um eine Aussage über das Ausmaß dieser knöchernen Augmentation zu treffen.

Gegenüber Cerasorb[®], das nach Szucs et al. (2000), Palti und Hoch (2002) und Artzi et al. (2004) schon nach 12-24 Monaten vollständig resorbiert, wird das bovine Hydroxylapatit Bio-Oss[®] in der Literatur als Augmentationsmaterial beim Sinuslift von vielen Autoren favorisiert, da es ein keramo-ossäres Augmentat bildet, das nur sehr langsam und unvollständig resorbiert wird (Artzi et al. 2004, Ewers et al. 2004, Hallmann et al. 2001, Schlegel und Donath 1998, Yildirm et al. 2000) und so den antralen Aufbau sehr lange stabilisiert. Maiorana et al. (2006) maßen einen antralen Knochenabbau von 0,5-1 mm nach 4 Jahren bei Augmentation mit BioOss[®]. McAllister et al. (1999) und Schlegel et al. (2003) konnten nach Sinusbodenaugmentation mit BioOss[®] bzw. einer Mischung aus Bio-Oss[®] und autologem Knochen zeigen, dass das prozentuale Knochenvolumen über den gesamten Versuchszeitraum erhalten blieb, während die Höhe eines rein autologen Knochentransplantats markant abnahm (Schlegel et al. 2003). Viele Autoren messen den Erfolg der Sinusbodenelevation an der Volumenstabilität des in den Sinus eingebrachten Augmentationsmaterials.

Solange der biologische Sinn der Kieferhöhlenpneumatisation noch nicht geklärt ist (van den Bergh et al. 2000), bleibt die Frage offen, ob dies als absoluter Erfolg gewertet werden kann, oder eine Überaugmentation mit einem stabilen schwer resorbierbaren Augmentationsmaterial einen Eingriff in die Kieferhöhle darstellt, der unter Berücksichtigung biomechanischer sowie struktureller Faktoren (Jarcho 1981) negative Folgen haben könnte.

Eine extreme Überaugmentation des eingebrachten Augmentationsvolumens um einen Resorptionspuffer zu schaffen birgt das Risiko einer Membranperforation, das nach Watzek mit steigendem Augmentationsvolumen ansteigt (Watzek 2007). Außerdem kann durch den Verzicht auf eine Überaugmentation des antralen Knochenvolumens die benötigte Menge an Augmentationsmaterial verringert werden. Damit ist auch die extraorale Knochenentnahme zur Erzielung

ausreichender Knochenvolumina (Raghoobar et al. 1993, Moy et al. 1993) für die Sinusbodenaugmentation nicht mehr notwendig.

Wie in den Kapiteln 4.2.2.1 ausgeführt, genügt dem Implantat vermutlich ein Knochenbett ähnlich dem der natürlichen Zähne, bei denen häufig keine breiten Knochenschichten zur Kieferhöhle über dem Zahn angelegt sind. Demzufolge ist zu überlegen, ob es nicht besser wäre ein Augmentationsmaterial wie Cerasorb® zu wählen, das vollständig knöchern resorbiert wird und so der Kieferhöhle über die Pneumatisation die Möglichkeit bietet naturidentische Verhältnisse herzustellen.

Vor diesem Hintergrund lässt sich folgern, dass viele Faktoren für den Einsatz eines β -TCP zur Sinusbodenelevation sprechen und auf den Einsatz autologen Materials verzichtet werden kann.

4.2.3.12 Intraoperative und postoperative Komplikationen

Mit einer Häufigkeit von 6,1% traten in der vorliegenden Studie weniger Perforationen beim Sinuslift auf als bei Vergleichswerten in der Literatur (Toffler 2004: 4,7 %, Block und Kent 1997: 20 %, Wilkert-Walter et al. 2002: 25 %, Shlomi et al. 2004: 28 %, Kübler et al. 2004: 29,8 %, Stricker et al. 2003: 37,87 %, Schwarz-Arad et al. 2004: 44 %). Gründe hierfür können einerseits die chirurgischen Erfahrungen des Operators darstellen, andererseits besteht vor allem beim internen Operationsverfahren die Möglichkeit, dass Schleimhautperforationen übersehen wurden und so nicht mit in die Statistik eingingen. Analog zu den Ergebnissen von Wilkert-Walter et al. (2002) und Schwartz-Arad et al. (2004) konnte in keinem Fall in dem eine Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut entdeckt und somit auch versorgt wurde im weiteren Verlauf ein Implantatverlust dokumentiert werden. Entsprechend kann geschlossen werden, dass ein suffizientes Komplikationsmanagement bei einer entdeckten Membranperforation einen Implantatverlust verhinderte. Verantwortlich für einen Implantatmisserfolg wären demnach möglicherweise unentdeckte Perforationen der Schneider'schen Membran, die verfahrensbedingt eher beim internen Operationsverfahren auftreten können. Eine schlechtere Implantatüberlebensrate für das interne Operationsverfahren, die als Folge eines Zusammenhangs zwischen unentdeckten Membranperforationen und dem Auftreten eines Implantatmisserfolgs erwartet worden wäre, konnte jedoch nicht gezeigt werden. Außerdem konnte beim internen Verfahren kein vermehrtes

Auftreten von Sinusitiden gezeigt werden, was ebenfalls als Folge unentdeckter Membranperforationen angenommen wird.

Die Sinusitis ist weiterhin, offenbar trotz Antibiotikaprophylaxe eine nennenswerte Komplikation nach dem Sinuslift, die in vielen Fällen zum Implantatverlust führt.

In der Literatur werden postoperative Sinusitisraten von 2-6 % angegeben (Wilkert-Walter et al. 2002: 2 %, Raghoobar et al. 1997: 5 %, Timmenga et al. 2001: 6 %). Mit 3,6 % (n = 5) war die Zahl der Patienten, bei denen in der vorliegenden Studie postoperativ eine Sinusitis auftrat, gering. Auch Timmenga et al. (2003 a) sahen keinen Einfluss der Sinusbodenelevation auf die Entstehung postoperativer Infektionen der Kieferhöhlen bei Patienten ohne vorherige Kieferhöhlenerkrankungen. Wie auch Studien von Raghoobar et al. (1997), (2001) und Schwarz-Arad et al. (2004) zeigten, konnte in der vorliegenden Studie kein Einfluss einer Membranperforation auf eine Sinusitis nachgewiesen werden.

Insgesamt zeigt dies, dass beim Auftreten von Membranperforationen keinesfalls die geplante Operation abgebrochen werden sollte (Fugazatto und Vlassis 2003). Verschiedene Autoren vermuten (Vlassis und Fugazatto 1999, van den Bergh et al. 2000), dass das regenerative Resultat von Knochenaugmentationsverfahren nach einer Sinusmembranperforation schlechter ist und fordern, dass nach Membranperforationen keine simultane Implantation stattfinden sollte (Shlomi et al. 2004). In der vorliegenden Studie konnte jedoch dargestellt werden, dass eine Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut keinerlei Auswirkungen auf die Resorption des antralen Augmentats hat. Die verbliebenen Augmentationshöhen wiesen ähnliche Werte auf wie bei intakter Schneider'scher Membran. Auch eine überstandene Sinusitis führte nicht zu einer verstärkten Augmentatresorption.

4.2.3.13 Parodontitis, Taschensondierungstiefe, Gingivaverhältnisse und ihr Zusammenhang mit dem krestalen radiologischen Alveolarkammabbau

Es wurde gezeigt, dass die Zusammensetzung der periimplantären Bakterienflora rund um Implantate mit Periimplantitis jener der subgingivalen Bakterienflora bei fortgeschrittener Parodontitis gleicht (Mombelli et al. 1987). Laut Gouvousis et al. (1997) können Infektionen von natürlichen Parodontien auf das periimplantäre Gewebe überspringen. Allerdings ergab die vorliegende Studie keinen Einfluss einer bestehenden Parodontitis weder auf Implantatmisserfolge noch auf den krestalen Knochenabbau als Zeichen einer fortschreitenden Periimplantitis. Auch

die Sondierungstiefe am Implantat von durchschnittlich etwa 2,8 mm, wie sie während der klinischen Untersuchung in dieser Studie gemessen wurde, darf angesichts des fortgeschrittenen Alters der Patienten nicht als Zeichen von Periimplantitis, sondern durchaus als physiologisch gewertet werden, zumal es sich um in puncto orale Hygiene aufgeklärte und motivierte Personen handelte, was dadurch unterstrichen wird, dass über die Hälfte der Implantate unauffällige Gingivabefunde und keine Plaquebesiedelung zeigte. Ein Gingivaindex nach Löe und Silness (1963) von Grad 3 konnte nur beim explantierten Implantat festgestellt werden. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass auch bei Taschentiefen über 3 mm in den meisten Fällen weder erhöhte Werte für den Gingivaindex noch für die Plaquebesiedelung festgestellt wurden. Die Breite der attached gingiva konnte ebenfalls nicht in Zusammenhang mit erhöhten Sondierungstiefen gebracht werden. Erhöhte Taschentiefen müssen demnach dadurch erklärt werden, dass sich bei präoperativ hoher Gingivadicke, wie dies oft bei zahnlosen Kiefern der Fall ist, schon von Anfang an höhere Taschentiefen ergeben, ohne dass die Ursache in einem periimplantären Knochenabbau zu finden ist. Die Sondiertiefenmessung alleine erlaubt daher keine aussagekräftigen Rückschlüsse über die periimplantäre Situation. Sie bietet sich für Verlaufskontrollen an, da Veränderungen des Sondierungsniveaus eine hohe Aussagekraft für die Frühdiagnostik der Periimplantitis haben (Rüdiger und Flemming 1995).

Radiologische Untersuchungen des marginalen Knochenabbaus eignen sich besser um den Zustand der periimplantären Knochenverhältnisse zu beschreiben. Insgesamt fand in der vorliegenden Untersuchung der größte durchschnittliche Knochenabbau mit 0,7 mm bis zum 6. postoperativen Monat statt. Wie anhand eines Vergleichs des subgingival einheilenden Camlog-Implantatsystems mit dem transgingival einheilenden ITI-Implantatsystems beobachtet werden konnte, ist dies vor allem bei den transgingival einheilenden Implantate des ITI-Systems der Fall. Bis zum 12. postoperativen Monat fand ein weiterer Knocheneinbruch von durchschnittlich 1,9 mm statt. Stricker et al. (2003) fanden im Gegensatz dazu einen durchschnittlichen Knochenverlust während des ersten Jahrs nach Funktion von 0,26 mm bei ITI-Implantaten mit SLA[®]-Oberfläche. Als Ursache für diesen Knochenabbau werden sowohl eine bakterielle Wirkung (Hermann et al. 2001, Dibart et al. 2005) oder der Einfluss der Kaubelastung (Hürzeler 1997) diskutiert. Die Breite der befestigten Gingiva kann, wie auch Flemming und Höltje (1988)

darlegten, nicht dafür verantwortlich gemacht werden. Nach ca. 18 Monaten scheint sich in der vorliegenden Untersuchung der Knochenabbau auf einen konstanten Wert von ca. 1,8 mm einzupendeln.

Berglundh und Lindhe (1996) konnten nachweisen, dass es nach Implantatinserktion zu einer Proliferation des Epithels kommt und dieses ein ca. 2 mm langes Saumepithel an der Grenze zur Implantatoberfläche bildet. Die höheren Werte für den Knochenabbau könnten deshalb damit zusammenhängen, dass die Implantate in der vorliegenden Studie mit der Implantatschulter auf Knochenniveau gesetzt wurden und die Proliferation des Saumepithels für den krestalen Knochenabbau im Rahmen von 1,8 mm verantwortlich war.

Der Wert für Retraktionen mit 108 rezessionsfreien Implantaten, fällt bei den hier zugrundeliegenden Messungen nicht zuletzt deswegen so günstig aus, da es durch die intraoperative Verwendung von Bohrschablonen nicht zu einer falschen Fräsung von Implantatbetten kommen konnte und eine primäre Integrität der facialen Knochenwand unterhalb des für den Sinuslift präparierten Knochenfensters gewährleistet war. In einem Fehlen dieser Knochenwand kann die Entstehung von Gingivaretraktionen begründet sein (Lange 1990).

Die Untersuchungen von Hermann et al. (1997) zeigten, dass sowohl die Positionierung des Überganges von glatter zu rauer Implantatoberfläche als auch die Lage des Mikropaltes in Relation zum Alveolarkamm das Ausmaß der krestalen Knochenresorption beeinflusst. Langzeituntersuchungen müssen diesen Trend allerdings noch bestätigen.

4.2.3.14 Mobilität

Der Periotestwert als Messgröße für die Implantatmobilität und ankylotische Osseointegration der Implantate war sowohl unabhängig von der präoperativ festgestellten Knochenqualität wie auch von den präoperativen Ausgangsknochenhöhen. Hanisch et al. (1997) berichteten über Periotestwerte zwischen $-0,4 \pm 1,8$ bei Implantaten in der augmentierten Kieferhöhle, Olson et al. (1997) gaben durchschnittliche Periotestwerte von $-3,36$, so dass davon ausgegangen werden kann, dass ein Implantat mit einem Periotestwert von -3 , entsprechend dem Mittelwert der in der vorliegenden Studie gemessenen Periotestwerte, als fest und osseointegriert angenommen werden kann.

4.2.3.15 Patientenzufriedenheit

Die enorme Zustimmung der Patienten, die auch Pröbster und Weber (1989) sowie (Kaptein et al. 1998) zeigen konnten, die trotz hohen Aufwandes und Kosten deutlich geäußert wurde, und die oft bestätigten geringen postoperativen Beschwerden sprechen abschließend für das dieser Untersuchung zugrunde liegende Konzept der simultanen implantologischen Versorgung des Oberkieferseitenzahnggebietes.

4.2.4 Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Sinuslifting minimalinvasiv und mit geringem Aufwand stellt eine etablierte und erfolgreiche ergänzende Behandlungsmethode zur Implantation dar.
- Über das Augmentationsmaterial Cerasorb® kann eine Regeneration des durch die Pneumatisation entstandenen Knochenverlustes in der Kieferhöhle stattfinden. Die Resorption des Kieferhöhlenbodens pendelt sich auf Höhe des Implantatapex ein. Die Titanimplantate scheinen ähnlich den natürlichen Zähnen den neuentstandenen Knochen zu stabilisieren. Eine Überaugmentations in Richtung Kieferhöhle ist nicht erforderlich.
- Bei Rauchern und Männern über 65 Jahren ist ein engmaschigeres Recall anzuraten.
- Internes oder externes Verfahren sind hinsichtlich des Implantationserfolg oder antralen Knochenabbau gleichwertig, jedoch können bei internem Verfahren geringere postoperative Beschwerden erwartet werden, weshalb dieses Verfahren vorzuziehen ist. Auch bei geringer Knochenhöhe kann das interne Augmentationsverfahren mit Erfolg eingesetzt werden.
- Nicht nur autologer Knochen kann zur Kieferhöhlensaugmentation eingesetzt werden. Cerasorb® als Augmentationsmaterial zeigte sehr gute Ergebnisse und ist der Beimischung bzw. alleinigen Verwendung von bei der Osteotomie mittels Knochenfalle gesammelter kortikospongiöser Späne vorzuziehen, da diese schneller resorbieren, zu langanhaltenden perioralen Schwellungen und vermehrtem Auftreten von Sinusitiden führen.
- Auf den Einsatz autologen Materials kann verzichtet werden.
- Perforationsdeckung mit Hilfe eines Kollagenvlieses stellt eine wirkungsvolle Methode des Komplikationsmanagements dar.

- Das Auftreten von Sinusitiden sollte durch eine entsprechende Antibiotikaphylaxe sowie den Verzicht auf kortikospongiöse Späne, die mittels einer Knochenfalle bei der Osteotomie gewonnen werden, verbeugt werden.
- Zum Sinuslift sollten schraubenförmige, im krestalen Bereich leicht konische Zylinderimplantate mit rauher Oberfläche bis zur Implantatschulter eingesetzt werden.
- Die Implantatlänge sollte entsprechend der Länge der späteren Krone gewählt werden, so dass ein Verhältnis von 1 : 1 nicht unterschritten wird, andernfalls ist eine primäre Verblockung des Implantates zwingend erforderlich.
- Die belastungsfreie Einheilzeit sollte vom Volumen des eingebrachten Augmentationsmaterial abhängen.
- Ist eine primärstabile Implantatinserion möglich, gleich welche Knochenhöhe und –qualität vorliegen, kann eine simultane Implantation erfolgen.
- Auch bei Restknochenhöhen unter 4 mm im Molarenbereich des Oberkiefers bedeutet die Sinusbodenelevation eine erfolgsversprechende Technik, die den Patienten eine Reduktion der Eingriffe und somit eine deutliche Verkürzung der Behandlungszeit bietet.

Langzeitstudien über 10 oder mehr Jahre, welche die mittels Sinuslift inserierten Implantate beobachten, sollten folgen.

5. Zusammenfassung

Die Sinusbodenelevation hat zu einer bedeutenden Erweiterung des Indikationspektrums enossaler dentaler Implantate beigetragen. Im Fokus der vorliegenden Studie standen die Erfolgsaussichten bei besonders minimalinvasivem Vorgehen und simultaner Implantation auch bei stark reduziertem Knochenangebot sowie der radiologische Knochenabbau des Implantatlagers nach Sinuslift.

Auf der Suche nach Möglichkeiten der Erfolgsmaximierung, Reduktion der Patientenbelastung und Verkürzung der Zeitspannen bis zur endgültigen prothetischen Rehabilitation wurden retrospektiv bei 138 Patienten und 231 Implantaten Einflüsse wie Risikofaktoren, Operationsverfahren, Implantattyp, präoperative Knochenqualität, Augmentationsmaterial sowie intraoperative und postoperative Komplikationen mit einer Beobachtungszeit von durchschnittlich 2,4 Jahren untersucht. Zusätzlich wurden im Zeitraum von Januar bis August 2007 170 der in die Studie aufgenommenen Implantate bei 104 Patienten klinisch auf Vorliegen einer Parodontitis, Beschwerden im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich, die mit der Operation in Zusammenhang stehen, die eingesetzten Suprakonstruktionen, Gingivaindex und Plaqueindex der Implantate, das Verhältnis von Kronenhöhe : Implantatlänge, Mobilität und Patientenzufriedenheit nachuntersucht. Auch die dabei erhobenen Parameter wurden im Hinblick auf die beiden Zielgrößen untersucht. Radiologisch wurden die präoperative Knochenhöhe, die absolute Knochenhöhe nach Augmentation, die reine Augmentationshöhe, die Knochenhöhe über dem Implantat, die Länge des Implantat-Knochen-Interfaces und der krestale Knochenabbau bei allen seit Sinusliftoperation angefertigten 912 Bildern metrisch ermittelt und verglichen.

Die Überlebensrate nach Kaplan-Meier von 93 % bestätigt dem angewandten Verfahren eine hohe Erfolgsrate. 11 der 12 Implantatverluste ereigneten sich vor prothetischer Belastung. Dies ist auf die risikobehaftete simultane Implantation auch bei geringem Knochenangebot zurückzuführen. Da auch in Fällen des Implantatverlustes das Augmentat im Sinus maxillaris nicht betroffen war und wie beim zweizeitigen Implantationsverfahren weiter vorgegangen werden kann, ist dieses Vorgehen dennoch zu empfehlen. Von den untersuchten Parametern schien nur das präoperative Knochenangebot Einfluss auf das Implantatüberleben zu haben. Auch bei Restknochenhöhen unter 4 Millimeter ist die Sinusbodenelevation eine

erfolgversprechende Technik. Der Einsatz bei der Osteotomie gesammelter kortikospongiöser Späne führte vermehrt zu Sinusitiden und langanhaltenden perioralen Weichteilschwellungen. In nur 6,1 % der Implantationen konnte eine Perforation der Schneider'schen Membran dokumentiert werden. Die Abdeckung mittels eines Kollagenvlieses erwies sich als erfolgreiche Behandlungsmaßnahme. Mithilfe des Knochenersatzmaterials Cerasorb® konnte radiologisch eine vollständige Regeneration der pneumatisierten Kieferhöhle erreicht werden. Nach 3 Jahren war die Resorption des Augmentats abgeschlossen. Der Knochenabbau stagnierte im Bereich des Implantatapex, ein neu entstandener kortikaler Kieferhöhlenboden wurde radiologisch beobachtet. Die Implantate konnten ähnlich den natürlichen Zähnen den neuentstandenen Knochen stabilisieren und die Repneumatisation aufhalten. Außerdem konnte gezeigt werden, dass der Einsatz autogenen Knochens nicht notwendig ist. Das Augmentationsmaterial Cerasorb® zeigte sehr gute Ergebnisse im Hinblick auf die radiologischen Umbauvorgänge des antralen Augmentats. Die Augmentation der Kieferhöhle mit Cerasorb® ist der Beimischung oder alleinigen Verwendung von bei der Implantatbettauflbereitung gewonnener autogener Späne vorzuziehen.

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass auch bei geringen Ausgangsknochenhöhen eine simultane Implantation mit Sinusliftoperation durchaus erfolgversprechend ist und versucht werden sollte. Derzeit stellt auch im Hinblick auf eine möglichst geringe Patientenbelastung der Einsatz von Cerasorb® als Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle ein suffizientes Therapieverfahren dar.

Da dieses Material aber lediglich osteokonduktiv wirkt und somit die Osteogenese nur vom Kieferhöhlenboden und den lateralen Kieferhöhlenwänden ausgeht, wäre es wünschenswert, um die Einheilzeiten des Augmentats weiter zu verkürzen, wenn eine osteoinduktive Potenz vom Augmentationsmaterial direkt ausginge. Mit Hilfe von Wachstumsbeschleunigern wird gegenwärtig versucht, diese osteoinduktive Komponente auch auf Knochenersatzmaterialien zu übertragen. So liefern die Knochenersatzmaterialien das osteokonduktive Skelett und Faktoren wie die BMPs (Bone morphogenetic proteins) den osteoinduktiven Anteil zur beschleunigten und vollständigen Durchbauung mit körpereigenem Knochen. Tierstudien konnten deren Suffizienz für die Sinuselevation bereits belegen. Ihr Einsatz in der Praxis scheitert aber noch an den hohen für eine Osteoinduktion notwendigen Konzentrationen und vor allem an den enormen Herstellungskosten.

6. Literaturverzeichnis

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR: The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1:11-25 (1986)
2. Aparicio C, Perales P, Rangert B: Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res* 3: 39-49 (2001)
3. Artzi Z, Weinreb M, Givol N, Rohrer MD, Nemcovsky CE, Prasad HS, Tal H: Biomaterial resorption rate and healing site morphology of inorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate in the canine: a 24-month longitudinal histologic study and morphometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 357-368 (2004)
4. Bahat O, Fontanessi RV: Efficacy of implant placement after bone grafting for three-dimensional reconstruction of the posterior jaw. *Int J Periodontics Restorative Dent* 21: 220-231 (2001)
5. Bain CA, Moy PK: The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8: 609-615 (1993)
6. Bain CA, Moy PK: The influence of smoking on bone quality and implant failure [Abstract]. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9: 123 (1994)
7. Bain CA: Smoking and implant failure - benefits of a smoking cessation protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 756-759 (1996)
8. Baumann A, Ewers R: Minimal invasiver Sinuslift. Grenzen und Möglichkeiten im atrophien Oberkiefer. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3: 70-73 (1999)
9. Bereiter H, Melcher GA, Gautier E, Huggler AH: Erfahrungen mit Bio-Oss, einem bovinen Apatit, bei verschiedenen klinischen Indikationsbereichen. In: Huggler AH, Kuner EH (Hrsg) *Aktueller Stand beim Knochenersatz. Hefte zur Unfallheilkunde*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S. 117-126 (1991)
10. Berglundh T, Lindhe J: Dimension of the peri-implant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 23: 971-973 (1996)
11. Betz T, Bill J, Kübler N, Pahnke J, Reuther JF: Die Wahl des Augmentationsmaterials bei der Sinusbodenelevation – Autologer

- Beckenkamm versus AAA-Bone. Mund Kiefer Gesichtschir 20: 114-118 (1996)
12. Block MS, Widner JS: Method for insuring parallelism of implants placed simultaneously with maxillary sinus bone grafts. J Oral Maxillofac Surg 49: 435-437 (1991)
 13. Block MS, Kent JN: Sinus augmentation for dental implants: The use of autogenous bone. J Oral Maxillofac Surg 55: 1281-1286 (1997)
 14. Boyne PJ, James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg 38: 613-616 (1980)
 15. Branemark PI: Einführung in die Osseointegration. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T: Gewebeintegrierter Zahnersatz – Osseointegration in klinischer Zahnheilkunde. Quintessenz, Berlin Chicago London, S. 11-76 (1985)
 16. Branemark PI, Grondahl K, Ohnell LO, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, Engstrand P, Nannmark U: Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 38: 70-85 (2004)
 17. Burchardt H: Biology of bone transplantation. Orthop Clin North Am 18: 187-196 (1987)
 18. Buser D, Hoffmann B, Bernard JP, Lussi A, Mettler D, Schenk RK: Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the mandible of miniature pigs. Clin Oral Implants Res 9: 137-150 (1998)
 19. Cacaci C, Neugebauer J, Schlegel A, Seidel F: Augmentationsverfahren in der Implantologie. In: Checklisten der Zahnmedizin – Orale Implantologie. Thieme Verlag, Stuttgart, S. 95 – 113 (2006)
 20. Carlsson GE, Bergman B, Hedegard B: Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate dentures. Acta Odont Scand 25: 45-75 (1967)
 21. Cawood JI, Howell RA: A classification of the edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Surg 17: 232-236 (1988)
 22. Chanavaz M: Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology – eleven years of surgical experience (1979-1990). J Oral Implantol 16: 199-209 (1990)

23. Chen L, Cha J: An 8-year retrospective study: 1100 patients receiving 1557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol* 76: 482-491 (2005)
24. Cordaro L: Bilateral simultaneous augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible. Report of a technique and preliminary results. *Clin Oral Implants Res* 14: 201-206 (2003)
25. Daftari TK, Whitesides TE, Heller JG, Goodrich AC, McCarey BE, Hutton WC: Nicotine on the revascularization of bone graft. An experimental study in rabbits. *Spine* 19: 904-911 (1994)
26. Dahlin C: Scientific background of guided bone regeneration. In: Buser D, Dahlin C, Schenk R.K. (Hrsg) *Guided bone regeneration in implant dentistry*. Quintessence, Chicago, S. 31-48 (1994)
27. De Leonardis D, Pecora GE: Augmentation of the maxillary sinus with calcium sulfate: one-year clinical report from a prospective longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 869-878 (1999)
28. De Smet E, van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I: The influence of plaque and/or excessive loading on marginal soft and hard tissue reactions around Branemark implants: a review of literature and experience. *Int J Periodontics Restorative Dent* 21: 381-393 (2001)
29. Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z: In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 20: 732-737 (2005)
30. Donath K, Kirsch A: Welche Bedeutung hat die primäre Stabilisation von Implantaten für die ossäre Integration während der Einheilphase? *Z Zahnärztl Implantol* 2: 11-17 (1986)
31. Engelke W, Deckwer I: Endoscopically controlled sinus floor augmentation. A preliminary report. *Clin Oral Implants Res* 8: 527-531 (1997)
32. Engelke W, Schwarzwaller W, Behnsen A, Jacobs HG: Subantrosopic laterobasal sinus floor augmentation (SALSA) an up-to-5-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18: 135-143 (2002)
33. Ewers R, Goriwoda W, Schopper C, Moser D, Spassova E: Histologic findings at augmented bone areas supplied with two different bone substitute materials combined with sinus floor lifting. Report of one case. *Clin Oral Implants Res* 15: 96-100 (2004)

34. Flemming TF, Hölzje WJ: Periimplantäre Mukosa und Knochen bei Titan-Implantaten. Die Rolle von Plaque, Zahnstein, befestigter Gingiva und Suprakonstruktion. *Z Zahnärztl Implantol* 4: 153-157 (1988)
35. Foitzik C, Merten HA: Knochenersatz- und Knochenaufbaumaterialien in der Implantologie und bei der Behandlung von Kieferknochendefekten. In: Heinenberg BJ (Hrsg) Innovationen für die Zahnheilkunde. Bd. 3, Teil 26, Spitta Verlag GmbH, Balingen, S. 1- 50 (1999)
36. Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, Rohrer MD, Cho SC: Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix (OsteoGraf/N) with and without autogenous bone: a clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis – Part 2 of an ongoing prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 18: 529-543 (1998)
37. Fugazzotto PA, Vlassis J: Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13: 52-58 (1998)
38. Fugazzotto PA, Vlassis J: A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *J Periodontol* 74: 1534-1541 (2003)
39. Furusawa T, Mizunuma K: Osteoconductive properties and efficacy of resorbable bioactive glass as a bone-grafting material. *Implant Dent* 6: 93-101 (1997)
40. Garg AK: Augmentation Grafting of the Maxillary sinus for Placement of Dental Implants: Anatomy, Physiology, and Procedures. *Implant Dent* 8: 36-45 (1999)
41. Gerngross H, Burri C, Kinzl L, Merk J, Müller GW: Komplikationen an den Entnahmestelle autologer Spongiosatransplantate. *Aktuelle Traumatol* 12: 146-152 (1982)
42. Gómez-Román G, D'Hoedt B, Axmann D, Schulte W: Visual-metric measurement of peri-implant bone defects on radiographs. A reliability study. *Z Zahnärztl Implantol* 12: 104-109 (1996)
43. Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S: The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG Interim Report No. 5 Dental Implant Clinical Research Group. *Implant Dent* 3: 165-168 (1994)

44. Gottsauner A, Hardt N: Technik und Erfahrungen mit der Sinuslift-OP und enossalen Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 9: 184-187 (1993)
45. Gouvousis J, Sindhusake D, Yeung S: Cross-infection from periodontitis sites to failing implant sites in the same mouth. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12 : 666-673 (1997)
46. Haas R, Haimbock W, Mailath G, Watzek G: The relationship of smoking on peri-implant tissue: a retrospective study. *J Prosth Dent* 76: 592-596 (1996)
47. Hallman M, Lundgren S, Sennerby L: Histologic analysis of clinical biopsies taken 6 months and 3 years after maxillary sinus floor augmentation with 80% bovine hydroxyapatite and 20% autogenous bone mixed with fibrin glue. *Clin Implant Dent Relat Res* 3: 87-96 (2001)
48. Hanisch O, Cortella CA, Boskovic MM, James RA, Slots J, Wikesjö UME: Experimental peri-implant tissue breakdown around hydroxyapatite-coated implants. *J Periodontol* 68: 59-66 (1997)
49. Hanisch O, Lozada JL, Holmes RE, Calhoun CJ, Kan JY, Spiekermann H: Maxillary sinus augmentation prior to placement of endosseous implants. A histomorphometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 329-336 (1999)
50. Hansson HA, Albrektsson T, Branemark PI: Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *J Prosth Dent* 50: 108-113 (1983)
51. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D: Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68: 1117-1130 (1997)
52. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL: Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 72: 1372-1383 (2001)
53. Hürzeler MB: Versorgung der augmentierten Kieferhöhle mit implantatgetragenen Zahnersatz. Eine tierexperimentelle und klinische Studie. *Med Habilitationsschrift, Universität Freiburg* (1997)
54. Isidor F: Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clin Oral Implants Res* 8: 1-9 (1997)

55. Jaffin RA, Berman CL: The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 62: 2-4 (1991)
56. Jarcho M: Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics. *Clin Orthop Relat Res* 157: 259-278 (1981)
57. Jensen J, Sindet-Pedersen S: Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 49: 1277-1287 (1991)
58. Jensen OT: Guided bone graft augmentation. In: Buser D, Dahlin C, Schenk RK (Hrsg) *Guided Bone Regeneration in Implant Dentistry*. Quintessence, Chicago, S. 235-264 (1994)
59. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ: Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13 (Suppl): 11-45 (1998)
60. Kahnberg KE, Ekestubbe A, Grondahl K, Nilsson P, Hirsch JM: Sinus lifting procedure. I. One-stage surgery with bone transplant and implants. *Clin Oral Implants Res* 12: 479-487 (2001)
61. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL, Goodacre CJ: Effects of smoking on implant success in grafted maxillary sinuses. *J Prosth Dent* 82: 307-311 (1999)
62. Kaptein ML, Hoogstraten J, de Putter C, de Lange GL, Blijdorp PA: Dental implants in the atrophic maxilla: measurements of patients' satisfaction and treatment experience. *Clin Oral Implants Res* 9: 321-326 (1998)
63. Keller EE, Eckert SE, Tolman DE: Maxillary antral and nasal one-stage inlay composite bone graft: preliminary report on 30 recipient sites. *J Oral Maxillofac Surg* 52: 438-447 (1994)
64. Keller EE, Tolman DE, Eckert SE: Maxillary antral-nasal inlay autogenous bone graft reconstruction of compromised maxilla: a 12-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 707-721 (1999)
65. Kent JN, Block MS: Diskussion zu Raghoobar GM, Brouwer TJ, Reintsema H, Van Oort RP: Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 51: 1203-1205 (1993)

66. Khoury F: Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 557-564 (1999)
67. Kirsch A, Ackermann KL, Hürzeler MB, Hutmacher D: Sinus Grafting with porous hydroxyapatite. In: Jensen OT (Hrsg) *The sinus bone graft*. Quintessence, Chicago, S. 79-94 (1999)
68. Kramer FJ, Schliephake H, Wichmann M: Enossale Implantate zur kaufunktionellen Rehabilitation des extrem atrophierten zahnlosen Oberkiefers. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3: 19-23 (1999)
69. Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H: Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implications. *J Craniomaxillofac Surg* 25: 261-265 (1997)
70. Kübler AC, Neugebauer J, Karapetian V, Oh JH, Scheer M, Zöller JE: Der Einsatz einer resorbierbaren Membran im Rahmen der Sinusbodenelevation. *Mund Kiefer Gesichtschir* 8: 256-260 (2004).
71. Kübler NR, Will C, Depprich R, Betz T, Reinhart E, Bill JS, Reuther JF: Vergleichende Untersuchungen zur Sinusbodenelevation mit autogenem oder allogenen Knochengewebe. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3: 53-60 (1999)
72. Kurz LT, Garfin SR, Booth RE: Harvesting autogenous iliac bone grafts. A review of complications and techniques. *Spine* 14: 1324-1331 (1989)
73. Lambert PM, Morris HF, Ochi S: The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants. *Ann Periodontol* 5: 79-89 (2000)
74. Lange DE: Gingivo-alveoläre Atrophie (Rezession) In: *Parodontologie in der täglichen Praxis*. 4. Aufl., Quintessenz, Berlin Chicago London, S. 265-267 (1990)
75. Langer B, Lagner L: Use of Allografts for Sinus Grafting. In: Jensen OT (Hrsg) *The sinus bone graft*. Quintessence, Chicago Berlin London, S. 69-78 (1999)
76. Lekholm U, Zarb GA: Kieferanatomie. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (Hrsg) *Gewebeintegrierter Zahnersatz - Osseointegration in klinischer Zahnheilkunde*. Quintessenz, Berlin Chicago London, S. 197-199 (1985)

77. Lekholm U, Wannfors S, Isaksson S, Adielsson B: Oral implants in combination with bone grafts. A 3-year retrospective multicenter study using the Branemark implant system. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28: 181-188 (1999)
78. Leonetti JA, Rambo HM, Thronsdon RR: Osteotome sinus elevation and implant placement with narrow size bioactive glass. *Implant Dent* 9: 177-182 (2000)
79. Löe H, Silness: Periodontal disease in pregnancy. Prevalence and severity. *Acta Odont Scand* 21: 533-551 (1963)
80. Lundgren S, Moy P, Johansson C, Nilsson H: Augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible: a histologic and histomorphometric study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 760-766 (1996)
81. Maiorana C, Sigurta D, Mirandola A, Garlini G, Santoro F: Sinus elevation with alloplasts or xenogenic materials and implants: an up-to-4-year clinical and radiologic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 21: 426-432 (2006)
82. Martin LS, McDougal JS, Loskoski SL: Disinfection and inactivation of the human T lymphotropic virus type III/Lymphadenopathy-associated virus. *J Infect Dis* 152: 400-403 (1985)
83. Marx RE, Morales MJ: Morbidity from bone harvest in major jaw reconstruction: a randomized trial comparing the lateral anterior and posterior approaches to the ilium. *J Oral Maxillofac Surg* 46: 196-203 (1988)
84. McAllister BS, Margolin MD, Cogan AG, Buck D, Hollinger JO, Lynch SE: Eighteen-month radiographic and histologic evaluation of sinus grafting with anorganic bovine bone in the chimpanzee. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 361-368 (1999)
85. McDermott NE, Chuang SK, Woo VV, Dodson TB: Maxillary sinus augmentation as a risk factor for implant failure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 21: 366-374 (2006)
86. McFall WT: Tooth loss in 100 treated patients with periodontal disease. A long-term study. *J Periodontol* 53: 539-549 (1982)
87. Misch CE, Dietsh F: Bone-grafting materials in implant dentistry. *Implant Dent* 2: 158-167 (1993)
88. Misch CE, Dietsh F: Endosteal implants and iliac crest grafts to restore severely resorbed totally edentulous maxillae – a retrospective study. *J Oral Implantol* 20: 100-110 (1994)

89. Misch CM: The pharmacologic management of maxillary sinus elevation surgery. *J Oral Implantol* 18: 15-23 (1992)
90. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E, Land NP: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 2: 145-151 (1987)
91. Mosely LH, Finseth F, Goody M: Nicotine and its effect on wound healing. *Plast Reconstr Surg* 61: 570-575 (1978)
92. Moy PK, Lundgren S, Holmes RE: Maxillary sinus augmentation: histomorphometric analysis of graft materials for maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 51: 857-862 (1993)
93. Nevins M, Fiorellini JP: The maxillary sinus floor augmentation procedure to support implant protheses. In: Nevins M, Mellonig JT (Hrsg) *Implant Therapy: Clinical Approches and Evidence of Success*. Bd. 2, Quintessence, Chicago Berlin London, S. 171-195 (1998)
94. Niedermeier W, Schulz A, Arpak N, Nergiz I, Bostanci H: Belastungsabhängige Reaktionen des periimplantären Knochens. *Implantologie* 4: 325-337 (1997)
95. Nkenke E, Radespiel-Troger M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Winkler G, Neukam FW: Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. *Clin Oral Implants Res* 13: 514-521 (2002)
96. Olson JW, Dent CD, Dominici JT, Lambert PM, Bellome J, Bichara J, Morris HF: The influence of maxillary sinus augmentation on the success of dental implants through second stage surgery. *Implant Dent* 6: 225-228 (1997)
97. Olson JW, Dent CD, Morris HF, Ochi S: Long-term assessment (5 to 71 months) of endosseous dental implants placed in the augmented maxillary sinus. *Ann Periodontol* 5: 152-156 (2000)
98. O'Mahony A, Bowles Q, Woolsey G, Robinson SJ, Spencer P: Stress distribution in the single-unit osseointegrated dental implant: finite element analyses of axial and off-axial loading. *Implant Dent* 9: 207-218 (2000)
99. Osborn JF: Biowerkstoffe und ihre Anwendung bei Implantaten. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 89: 1138-1139 (1979)
100. Östrup LT, Fredrickson JM: Distant transfer of a free living bone graft by microvascular anastomoses. An experimental study. *Plast Reconstr Surg* 54: 274-285 (1974)

101. Palti A: Atlas zu modernen augmentativen Maßnahmen in der Implantologie – Teil 1. Implantologie-Journal 2: 33-36 (1998)
102. Palti A, Hoch T: A concept for the treatment of various dental bone defects. Implant Dent 11: 73-78 (2002)
103. Peleg M, Mazor Z, Chaushu G, Garg AK: Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement in the severely atrophic maxilla. J Periodontol 69: 1397-1403 (1998)
104. Peterson LJ: Antibiotic prophylaxis against wound infections in oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg 48: 617-620 (1990)
105. Pikos MA: Block autografts for localized ridge augmentation: Part I. The posterior maxilla. Implant Dent 8: 279-285 (1999 a)
106. Pikos MA: Maxillary sinus membrane repair: report of a technique for large perforations. Implant Dent 8: 29-34 (1999 b)
107. Pröbster L, Weber H: Implantatgehaltener Zahnersatz im zahnlosen Unterkiefer in der subjektiven Bewertung des Patienten. Z Zahnärztl Implantol 5: 194-197 (1989)
108. Quinnan GV, Wells MA, Wittek AE, Phelan MA, Mayner RE, Feinstone S, Purcell RH, Epstein JS: Inactivation of human T-cell lymphotropic virus, type III by heat, chemicals, and irradiation. Transfusion 26: 481-483 (1986)
109. Raghoobar GM, Brouwer TJ, Reintsema H, Van Oort RP: Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants. A preliminary report. J Oral Maxillofac Surg 51: 1198-1203 (1993)
110. Raghoobar GM, Vissink A, Reintsema H, Batenburg RH: Bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. Br J Oral Maxillofac Surg 35: 119-125 (1997)
111. Raghoobar GM, Timmenga NM, Reintsema H, Stegenga B, Vissink A: Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants results after 12-124 months. Clin Oral Implants Res 12: 279-286 (2001)
112. Rangert B, Sennerby L, Nilson H: Load factor analysis for implants in the resorbed posterior maxilla. In: Jensen OT (Hrsg) The sinus bone graft. Quintessence, Chicago Berlin London, S. 167-176 (1999)
113. Reinhardt C, Kreusser B: Retrospektive Studie nach Implantation mit Sinuslift und Cerasorb-Augmentation. Dent Implantol 4: 18-26 (2000)

114. Resnick L, Veren K, Salahuddin SZ, Tondreau S, Markham PD: Stability and inactivation of HTLV-III/LAV under clinical and laboratory environments. *J Am Med Assoc* 255: 1887-1891 (1986)
115. Roberts WE: Bone tissue interface. *J Dent Educ* 52: 804-809 (1988)
116. Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH, Fugazzotto PA: The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 853-858 (1999)
117. Rüdiger S, Flemming F: Periimplantäre Diagnostik. *Implantologie* 4: 301-313 (1995)
118. Saadoun AP, LeGall ML: Clinical results and guidelines on Steri-Oss endosseous implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 12: 486-95 (1992)
119. Sailer HF: A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. *J Craniomaxillofac Surg* 17: 299-305 (1989)
120. Schenk RK: Bone Regeneration: Biologic Basis. In: Buser D, Dahlin C, Schenk RK (Hrsg) *Guided bone regeneration in implant dentistry*. Quintessence, Chicago: 49-100 (1994)
121. Schlegel AK, Donath K: Bio-Oss – A resorbable bone substitute? *J Long Term Eff Med Implants* 8: 201-209 (1998)
122. Schlegel KA, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J: Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18: 53-58 (2003)
123. Schliephake H, Neukam FW, Wichmann M: Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy. *J Oral Maxillofac Surg* 55: 1227-1233 (1997)
124. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F: The reactions of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 9: 15-25 (1981)
125. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Mühlbradt L, Scholz F, Bretsch J, Frey D, Gudat H, König M, Markl M, Quante F, Schief A, Topkaya A: Periotest - neues Messverfahren der Funktion des Parodontiums. *Zahnärztl Mitt* 11: 1229-1240 (1983)
126. Schulte W, Donath K: Nebenwirkungen und Gefahren der Hydroxylapatit-Implantation. *Zahnärztl Mitt* 10: 977-982 (1991)

127. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E: The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol* 75: 511-516 (2004)
128. Shlomi B, Horowitz I, Kahn A, Dobriyan A, Chaushu G: The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: a radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 559-562 (2004)
129. Shulman LB, Jensen OT, Block MS, Iacono VJ: A Consensus Conference on the Sinus Graft. In: Jensen OT (Hrsg) *The Sinus Bone Graft*. Quintessence, Chicago Berlin London, S. 209-227 (1999)
130. Silness J, Loe H: Periodontal disease in pregnancy. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odont Scand* 22 : 121-135 (1964)
131. Simonds RJ, Holmberg SD, Hurwitz RL, Coleman TR, Bottenfield S, Conley LJ, Kohlenberg SH, Castro KG, Dahan BA, Schable CA, Rayfield MA, Rogers MF: Transmission of human immunodeficiency virus type 1 from a seronegative organ and tissue donor. *N Engl J Med* 326: 726-732 (1992)
132. Smiler DG, Johnson PW, Lozada JL, Misch C, Rosenlicht JL, Tatum OH, Wagner JR: Sinus lift grafts and endosseous implants. Treatment of the atrophic posterior maxilla. *Dent Clin North Am* 36: 151-186 (1992)
133. Spiekermann H, Donath K, Jovanovic S, Richter J : Implantologie – Anzahl und Länge der Implantate. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg) *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Bd. 10, Thieme, New York Stuttgart, S. 215 (1994 a)
134. Spiekermann H, Donath K, Jovanovic S, Richter J : Implantologie – Implantat-Kronen-Relation. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg) *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Bd. 10, Thieme, New York Stuttgart, S. 95 (1994 b)
135. Spiekermann H, Donath K, Jovanovic S, Richter J : Implantologie – Transplantations-Implantations-Materialien – Immunologische Einteilung. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg) *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Bd. 10, Thieme New York Stuttgart, S. 12-14, (1994 c)
136. Stricker A, Voss PJ, Gutwald R, Schramm A, Schmelzeisen R: Maxillary sinus floor augmentation with autogenous bone grafts to enable placement of SLA-surfaced implants: preliminary results after 15-40 months. *Clin Oral Implants Res* 14: 207-212 (2003)

137. Strietzel FP : Sinusbodenelevation und -augmentation. Evidenzgestützte Aussagen zu Prognose und Risikofaktoren. Mund Kiefer Gesichtschir 8: 93-105 (2004)
138. Summers RB: A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. Compendium 15:152-162 (1994)
139. Summers RB: Conservative osteotomy technique with simultaneous implant insertion. Dent Implantol Update 7: 49-53 (1996)
140. Summers RB: Sinus floor elevation with osteotomes. J Esthet Dent 10: 164-171 (1998)
141. Szabo G, Huys L, Coulthard P, Maiorana C, Garagiola U, Barabas J, Nemeth Z, Hrabak K, Suba Z: A prospective multicenter randomized clinical trial of autogenous bone versus beta-tricalcium phosphate graft alone for bilateral sinus elevation: histologic and histomorphometric evaluation. Int J Oral Maxillofac Implants 20: 371-381 (2005)
142. Szucs A, Suba A, Martonffy K, Hrabak K, Gyulai-Gaal, S, Dori F, Szabo G: A beta-tricalcium-foszfát (CERASORB) jelentősege a preprotetikai sebeszetben. Fogorv Sz 93: 45-52 (2000)
143. Tallgren A: The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. J Prosth Dent 27: 120-132 (1972)
144. Tarnow DP, Wallace SS, Froum SJ, Rohrer MD, Cho SC: Histologic and clinical comparison of bilateral sinus floor elevations with and without barrier membrane placement in 12 patients: Part 3 of an ongoing prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent 20: 117-125 (2000)
145. Tatum H: Lecture presented at the Alabama Implant Study Group (1977)
146. Tatum H: Maxillary and sinus implant reconstructions. Dent Clin North Amer 30: 207-229 (1986)
147. Tawil G, Mawla M: Sinus floor elevation using a bovine bone mineral (Bio-Oss) with or without the concomitant use of a bilayered collagen barrier (Bio-Gide) a clinical report of immediate and delayed implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants 16: 713-721 (2001)
148. Terheyden H, Jepsen S, Vogler S, Tucker M, Rueger DC: Rekombinantes humanes Osteogenic Protein 1 im Modell der Unterkieferaugmentation der

- Ratte. Die Morphologie des neugebildeten Knochens in Abhängigkeit vom Trägertyp. Mund Kiefer Gesichtschir 1: 272-275 (1997)
149. Tetsch J, Tetsch P: Verlaufskontrolle nach externen Sinusbodenelevationen – Planimetrische Auswertung von 1063 Orthopantomogrammen. (Vortrag bei der 4. Gemeinschaftstagung der ÖGI, der DGI und der SGI) (2007 persönliche Mitteilung)
150. Tetsch P: Präoperative Diagnostik. In: Enossale Implantationen in der Zahnheilkunde. Carl Hanser Verlag, München Wien, S. 98-102 (1984)
151. Tetsch P, Ackermann KL, Behneke N, Galandi M, Geis-Gerstorfer J, Kerschbaum T, Krämer A, Krekeler G, Nentwig GH, Richter EJ, Schulte W, Spiekermann H, Strunz V, Wagner W, Watzek G, Weber H: Konsensus-Konferenz zur Implantologie, 18.10.1989 in Mainz. Z Zahnärztl Implantol 6: 5-14 (1990)
152. Timmenga NM, Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A: Maxillary sinusitis after augmentation of the maxillary sinus floor: a report of 2 cases. J Oral Maxillofac Surg 59: 200-204 (2001)
153. Timmenga NM, Raghoobar GM, Liem RSB, van Weissenbruch R, Manson WL, Vissink A: Effects of maxillary sinus floor elevation surgery on maxillary sinus physiology. Eur J Oral Sci 111: 189-197 (2003 a)
154. Timmenga NM, Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A: Maxillary sinus floor elevation surgery. A clinical, radiographic and endoscopic evaluation. Clin Oral Implants Res 14: 322-328 (2003 b)
155. Toffler M: Osteotome-mediated sinus floor elevation: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 19: 266-273 (2004)
156. Tolman DE, Laney WR: Tissue-integrated dental prostheses: the first 78 month of experience at the Mayo Clinic. Mayo Clin Proc 68: 323 (1993)
157. Tulasne JF: Sinus grafting with calvarial bone. In: Jensen OT (Hrsg) The sinus bone graft. Quintessence, Chicago Berlin London, S. 107-116 (1999)
158. Ulm C, Solar P, Matejka M, Watzek G: Die Atrophie des zahnlosen und teilbezahnten Processus alveolaris maxillae. Implantologie: 305-313 (1993)
159. Ulm C, Kneissel M, Schedle A, Solar P, Matejka M, Schneider B, Donath K: Characteristic features of trabecular bone in edentulous maxillae. Clin Oral Implants Res 10: 459-467 (1999)
160. Underwood AS: An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. J Anat Physiol 44: 354-369 (1910)

161. van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB: Anatomical aspects of sinus floor elevations. Clin Oral Implants Res 11: 256-265 (2000)
162. van Steenberghe D, Naert I, Bossuyt M, De Mars G, Calberson L, Ghyselen J, Branemark PI: The rehabilitation of the severely resorbed maxilla by simultaneous placement of autogenous bone grafts and implants: a 10-year evaluation. Clin Oral Investig 1: 102-108 (1997)
163. Vlassis JM, Fugazzotto PA: A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. J Periodontol 70: 692-699 (1999)
164. Wallace SS, Froum SJ: Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. Ann Periodontol 8: 328-343 (2003)
165. Watzek G, Mailath-Pokorny G: Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg) Zahnärztliche Chirurgie. Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 127-168 (2000)
166. Watzek G: Die Sinusliftoperation – Basis. Praxis. Perspektiven. (Vortrag bei der 4. Gemeinschaftstagung der ÖGI, der DGI und der SGI) (2007 persönliche Mitteilung)
167. Wehrbein H, Diedrich P: Die fortschreitende Pneumatisation der basalen Kieferhöhle nach Extraktion und Lückenschluß. Fortschr Kieferorthop 53: 77-83 (1992)
168. Wheeler SL, Holmes RE, Calhoun CJ: Six-year clinical and histologic study of sinus-lift grafts. Int J Oral Maxillofac Implants 11: 26-34 (1996)
169. Wheeler SL: Sinus augmentation for dental implants: the use of alloplastic materials. J Oral Maxillofac Surg 55: 1287-1293 (1997)
170. Wilkert-Walter C, Jänicke S, Spüntrup E, Laurin T: Kieferhöhlenuntersuchung nach Sinusbodenelevation kombiniert mit autologer Onlay-Osteoplastik. Mund Kiefer Gesichtschir 6: 336-340 (2002)
171. Yildirim M, Spiekermann H, Biesterfeld S, Edelhoff D: Maxillary sinus augmentation using xenogenic bone substitute material Bio-Oss in combination with venous blood. A histologic and histomorphometric study in humans. Clin Oral Implants Res 11: 217-229 (2000)
172. Zarb GA, Schmitt A: Osseointegration and the edentulous predicament. The 10-year-old Toronto study. Brit Dent J 170: 439 - 444 (1991)

7. Anhang

Erhebungsbogen:

Universität Ulm

Auswertungsbogen zur Dissertation von Barbara Beyrle:

Die Sinusliftoperation mit simultaner Implantation bei reduziertem

Knochenangebot – eine retrospektive, klinische Studie

Patient:

Name: _____ Vorname: _____ Geb.Dat.: _____

Geschlecht: männlich ☐ weiblich ☐

Adresse: Straße:

Wohnort:

Tel.Nr.: privat: _____ beruflich: _____

mobil: _____

Dokumentation:

1. allgemeine Eigenanamnese

Atemwegserkrankungen _____

Blutkrankheiten _____

Infektionskrankheit _____

mangelhafte Immunabwehr _____

Herz-/ Kreislauferkrankungen _____

Stoffwechselerkrankungen _____

Knochenerkrankungen _____

Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises _____

Raucher _____ Zigaretten pro Tag _____

parodontale Vorerkrankung _____ wann behandelt _____

Bruxismus

ständige Medikamenteneinnahme: _____

2. Befund präoperativ

Schaltlücke Seite (S) ☐ rechts ☐ links ☐

Einzelzahnücke (EZL) ☐ rechts ☐ links ☐

Freiende unilateral (FEU) ☐ rechts ☐ links ☐

Freiende bilateral (FEB) ☐

Zahnlos (Z) ☐

3. **Implantation** Regio: _____ Datum: _____

Regio: _____ Datum: _____

Einflussnehmende Merkmale	17	16	15	14	13	23	24	25	26	27
3.1 Position (x)										
3.2 Frühimplantation (f) / Spätimplantation (sp)										
3.3 Art der Augmentation: Interner Sinuslift (int)/ externer Sinuslift (ext)										
3.4 Einheilungsmodus: einzeitig (e)/ zweizeitig (z)										
3.5 Augmentationsmaterial in der Kieferhöhle Keines (K), kortikospongiöse Knochenspäne (KKS), Cerasorb (C)										
3.6 Zusätzliche krestale Augmentation Keines (K), kortikospongiöse Knochenspäne (KKS), Cerasorb (C)										
Ort: _____										
3.7 Implantattyp Bonefit (BF)/Camlog (CL) Mit differenzierter Bezeichnung Bonefit: RN/WN, Camlog: SL/RL										
3.8 Implantatdurchmesser (mm) Bonefit 4,1; 4,8 Camlog 4,3; 5,0										
3.9 Besonderheiten intraoperativ keine (-), Perforation Kieferhöhlenschleimhaut (PKs), Sonstiges										
3.12 Komplikationen postoperativ keine (-), Sinusitis maxillaris (SSM), Sonstige:										
3.13 Explantation (Ex) Grund: _____										
3.14 Festgestellte Knochenqualität (Definition s.unten) Klasse 1 (D1), Klasse 2 (D2), Klasse 3 (D3), Klasse 4 (D4)										



1



2



3



4

Klasse D1 = hauptsächlich kompakter Knochen
 Klasse D2 = dicke Schicht kompakter Knochen
 Klasse D3 = dünne Schicht kompakter Knochen und gute Spongiosadichte
 Klasse D4 = dünne Schicht kompakter Knochen und geringe Spongiosadichte

4. **Prothetische Versorgung** _____ Datum: _____
Datum: _____

Einzelzähnersatz ☐

Brückenersatz: Klassen nach Hürzeler: Klasse 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐

Teleskopierende Totalprothese/ Teleskopgestützte Teilprothese ☐

Klasse	Beschreibung
1	Implantate im augmentierten Sinus sind mit Implantaten, die sich im ortständigen Knochen befinden, kombiniert
2	Implantate im augmentierten Sinus sind durch die Suprakonstruktion mit natürlichen Pfeilerzähnen verbunden
3	Suprastruktur, ausschließlich getragen von Implantaten im augmentierten Sinus
4	Implantate im augmentierten Sinus sind mit Implantaten im ortständigen Knochen und natürlichen Pfeilerzähnen kombiniert

Klinische Befunde: Datum:

5. Befund postoperativ:

NAP V2 druckdolent ja ☐ nein ☐

Häufiger Schnupfen rechts ☐ links ☐

Schmerzen: Ja : ☐ Seit: Wo: Verlauf:

auslösender Reiz: Verdachtsdiagnose:

Nein: ☐

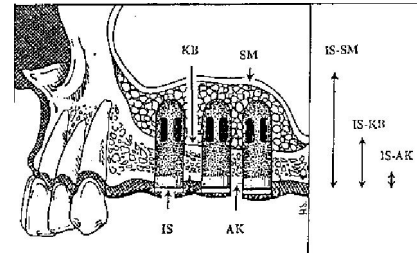
6. Klinische Untersuchung Gesamtzustand Gebiss

[illegible]

7. Klinische Untersuchungen Implantat: Datum:

[illegible]

8. Röntgenologische Untersuchung



Vermessung direkt nach Implantation:

Datum: _____

Implantat	17	16	15	14	13	23	24	25	26	27
8.1.1 Implantatlänge original (mm)										
8.1.2 Implantatlänge Röntgenbild (mm)										
8.1.3 IS-SM (mesial/distal)										
8.1.4 IS-KB (mesial/distal)										
8.1.5 SM-KB (mesial/distal)										
8.1.6 IS-AK (mesial/distal)										

Vermessung nach Freilegungs-OP: Datum: _____

Implantat	17	16	15	14	13	23	24	25	26	27
8.1.1 Implantatlänge original (mm)										
8.1.2 Implantatlänge Röntgenbild (mm)										
8.1.3 IS-SM (mesial/distal)										
8.1.4 IS-KB (mesial/distal)										
8.1.5 SM-KB (mesial/distal)										
8.1.6 IS-AK (mesial/distal)										

Messung heutige Nachuntersuchung :

Implantat	17	16	15	14	13	23	24	25	26	27
8.1.1 Implantatlänge original (mm)										
8.1.2 Implantatlänge Röntgenbild (mm)										
8.1.3 IS-SM (mesial/distal)										
8.1.4 IS-KB (mesial/distal)										
8.1.5 SM-KB (mesial/distal)										
8.1.6 IS-AK (mesial/distal)										

9. Beurteilung des Patienten:

subjektive Einschätzung des Implantaterfolgs des/der Patienten/in:

Schmerzen post implantationem: Stark ☐ schwach ☐ keine ☐

Zufriedenheit des/der Patient/in:

Sehr gut ☐ gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐

mangelhaft ☐ ungenügend ☐

Bereicherung Ja ☐ Nein ☐

Wiederholung Ja ☐ Nein ☐

8. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. U. Keller für die freundliche Überlassung des Themas dieser Arbeit und die intensive Betreuung. Seine sorgfältige Korrektur und seine wertvollen Anmerkungen haben sehr zur Vollendung dieser Arbeit beigetragen.

Auch allen Mitarbeiterinnen der Praxis Prof. Dr. U. Keller, die mich bei der klinischen Nachuntersuchung der Patienten unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle danken. Insbesondere gilt mein Dank Frau Michaela Ilgen für die freundliche Hilfe bei der Einbestellung der Patienten.

Meinen Eltern danke ich für ihre Geduld, ihr Verständnis, ihre Unterstützung und die immerwährende Ermutigung während der Erstellung dieser Dissertation.

Nicht zuletzt sei den Patienten gedankt, die in dieser Studie erfasst wurden, regelmäßige Recall-Termine wahrnahmen und bereitwillig an der Untersuchung teilnahmen.

9. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Barbara Beyrle
Geburtsdatum	20.09.1981
Geburtsort	Aalen
Staatsangehörigkeit	deutsch

Schul Ausbildung

1988 – 1992	Gartengrundschole Ebnat, Kreis Aalen
1992 – 2001	Ernst-Abbe-Gymnasium Oberkochen
26.6.2001	Abitur

Hochschulausbildung

2001-2006	Studium der Zahnmedizin an der Universität Ulm
4.10.2002	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
13. 4.2004	Zahnärztliche Vorprüfung
1.12.2006	Zahnärztliche Prüfung
12.12.2006	Approbation als Zahnärztin

Berufstätigkeit

seit 1.2.2007	Vorbereitungsassistentin in der Praxis Prof. Dr. U. Keller
---------------	--