

Master Thesis

Ergebnisse dentaler Implantationen nach Sinusbodenelevationen

**Eine retrospektive Studie von 1628 Implantaten aus einem 14-
jährigen Zeitraum**

Dr. Jan Tetsch, Münster



STEINBEIS-HOCHSCHULE BERLIN

in Zusammenarbeit mit



Deutsche Gesellschaft für Implantologie e. V.

**Master of Science in Oral Implantology (M.Sc.)
Jahrgang 2005/2006**

Ergebnisse dentaler Implantationen nach Sinusbodenelevationen

Eine retrospektive Studie von 1628 Implantaten aus einem 14-jährigen Zeitraum

Dr. Jan Tetsch, Münster

**Zeitraum der Projektarbeit
01.07.2005 bis 30.06.2007**

**Betreuer 1:
Dr. Günter Dhom**

**Betreuer 2:
Prof. Dr. Heinrich Hanika**

Erklärungen

Eigenständigkeitserklärung:

Ich habe die vorliegende Abschlussarbeit im Rahmen des 1. Studienganges „Master of Science in Oral Implantology“ 2005/2006 selbständig verfasst und keine anderen als die in der Danksagung angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und keine anderen als die in der Danksagung angegebenen Hilfen erhalten.

Münster, den 30.06.2006

.....
Dr. Jan Tetsch

Genehmigungsvermerk:

Die vorliegende Arbeit

„Ergebnisse dentaler Implantationen nach Sinusbodenelevationen

**Eine retrospektive Studie von 1620 Implantaten aus einem 14-jährigen
Zeitraum“**

**entstand in der Praxis Dr. Jan Tetsch und Prof. Dr. Dr. P. Tetsch in Münster
(Scharnhorststr. 19, 48151 Münster).**

Mit der Einreichung dieser Arbeit als Master-Thesis bin ich einverstanden.

Münster, den 30.06.2006

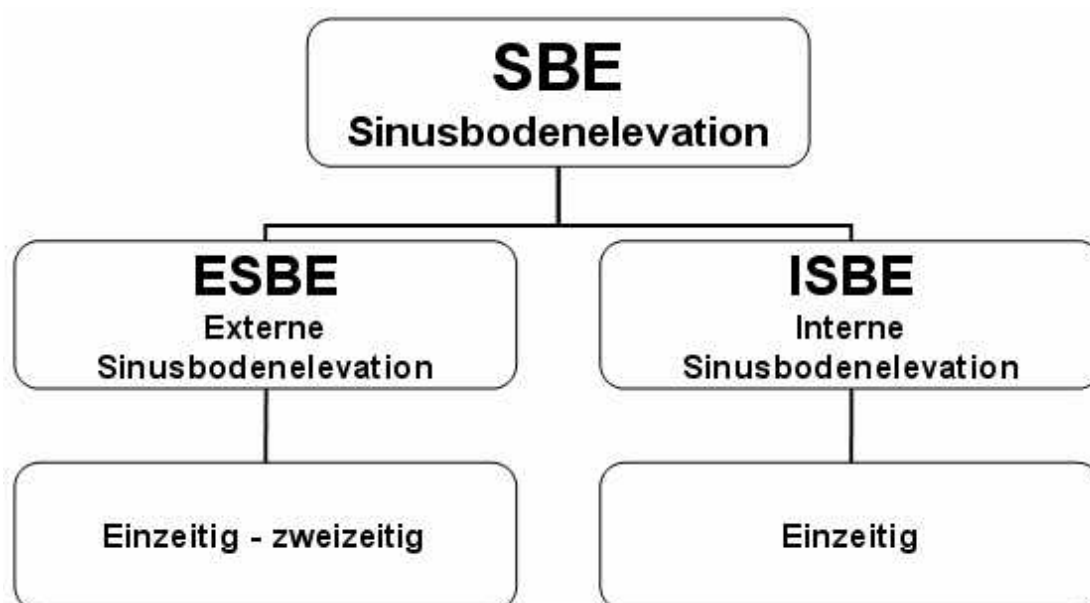
.....
Prof. Dr. Dr. P. Tetsch

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
I Erklärungen	3
II Genehmigungsvermerk	3
III Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung und Begriffsbestimmung	5
1.1 Externe Sinusbodenelevation (ESBE)	5
1.2 Interne Sinusbodenelevation (ISBE)	13
2 Material und Methode	15
3 Patientenübersicht	18
4 Auswertungen	23
4.1 Morphologische Voraussetzungen	23
4.1.1 Apikales Knochendefizit	23
4.1.2 Vertikales Knochenangebot	25
4.1.3 Transversales Knochenangebot	27
4.1.4 Knochenqualität	28
4.1.5 Augmentationen	29
4.1.6 Augmentationshöhe	30
4.2 Spezifische intraoperative Komplikationen	32
4.2.1 Septierung der Kieferhöhle	32
4.2.2 Pathologische KH-Veränderungen	34
4.2.3 Mund-Antrum-Verbindung	35
4.3 Spezifische postoperative Komplikationen	40
4.3.1 Primäre Wundheilungsphase	40
4.3.2 Regenerationsphase	42
4.3.3 Versorgungsphase	54
4.3.4 Postprothetische Komplikationen	56
4.4 Implantatverluste	58
5 Diskussion	63
6 Zusammenfassung	72
7 Englische Zusammenfassung	73
8 Literaturverzeichnis	75
9 Danksagung	83
10 Lebenslauf	84

1 Einleitung und Begriffsbestimmungen

Sinusbodenelevationen haben das Spektrum der Implantologie in den letzten 20 Jahren entscheidend erweitert. Synonym werden die Begriffe „subantrale Augmentation“, „Sinusbodenaugmentation“ und „Sinuslift-operation“ verwendet. Dieses Verfahren wurde erstmals 1980 von *Boyne* und *James* beschrieben. Von *Tatum* (1986) stammt das heute üblicherweise eingesetzte Verfahren. Es wurde seit dieser Zeit vielfältig variiert (*Smiler* u. *Holmes* 1987, *Kent* et al. 1989, *Sailer* et al. 1989, *Jensen* et al. 1990, *Hochwald* und *Davis* 1992, *Streckbein* 1992, *Khoury* et al. 1993, *Ackermann* et al. 1994, *Summers* 1994, *Hürzeler* 1997, *Meier* et al. 1999).



1.1 Externe Sinusbodenelevation (ESBE): Einzeitig – zweizeitig

Bei der sogenannten „externen Sinusbodenelevation“ erfolgt der operative Zugang über die laterale Kieferhöhlenwand. Es wird ein Knochendeckel präpariert, wobei die Kieferhöhlenschleimhaut nach Möglichkeit nicht perforiert wird. Der Knochendeckel wird mit der abgelösten Kieferhöhlenschleimhaut nach kranial rotiert. Dadurch entsteht unterhalb des Knochendeckels und der Kieferhöhlenschleimhaut ein Hohlraum, der mit Knochen oder Ersatzmaterialien bzw. einem Gemisch aus beiden aufgefüllt wird.

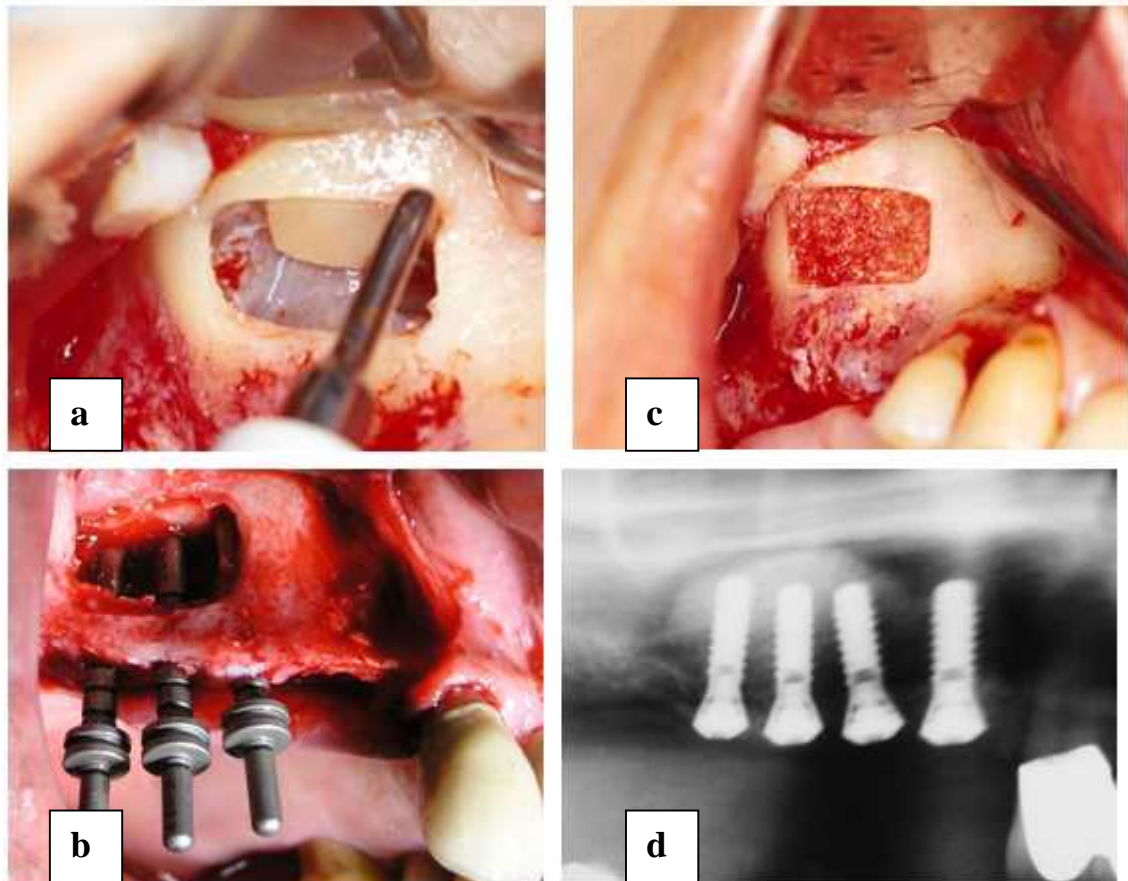


Abb. 1 Präparation und Mobilisation des fazialen Knochenfensters (a)
 Messsonden im Subantralraum, horizontaler Knochendeckel (b)
 Gefüllter Subantralraum mit Bonechips und Bio-Oss® (c)
 Postoperatives Orthopantomogramm (d)

Bei gegebener Primärstabilität ist eine sofortige Insertion von Implantaten möglich (einzeitiges Verfahren). Als Grenzwert werden dafür 4 – 5 mm angegeben (Neukam und Buser 1996). Neben dem vertikalen Knochenangebot ist aber sicher auch die Knochenqualität dafür entscheidend, ob ein Implantat im ortsständigen Knochen sicher stabilisiert werden kann.



Abb. 2 Postoperatives Orthopantomogramm nach Sinusbodenelevation mit einem Gemisch aus partikulärem Knochen und Bio-Oss®

Ist nicht genug geeigneter Knochen vorhanden, wird ein zweizeitiges Vorgehen notwendig. Zunächst wird das Transfermaterial eingebracht. Nach dessen Einheilung und knöcherner Integration des internen Augmentates (ca. 6 Monate nach dem Ersteinriff) können die Implantate inseriert werden. Die Röntgenaufnahmen zeigen den Zustand nach zweizeitiger subantraler Augmentation und den Zustand 11 Jahre nach der Implantation.

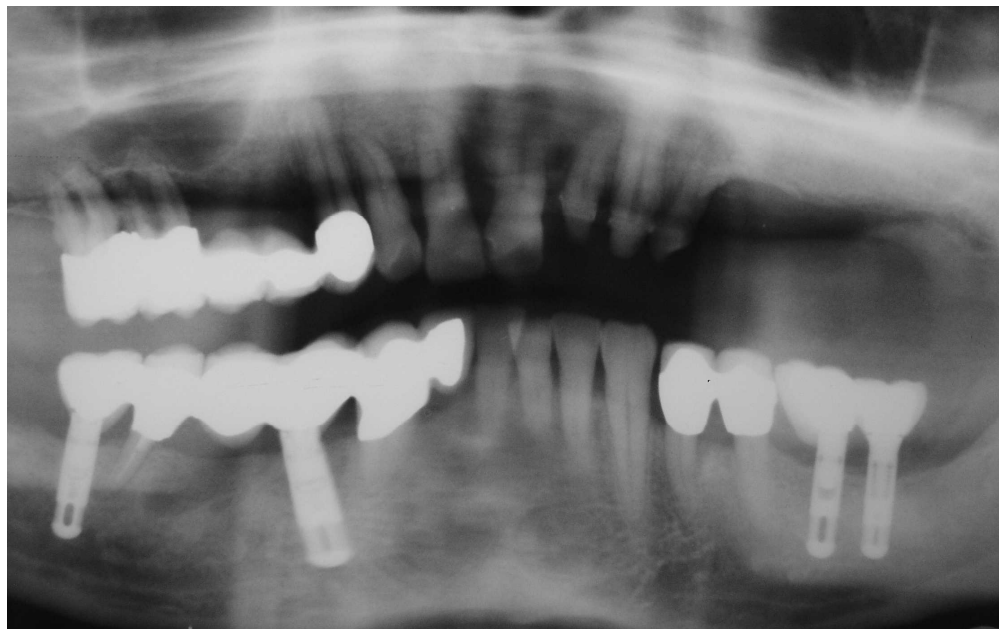


Abb. 3 Zustand nach zweizeitiger Sinusbodenelevation (oben) und 11 Jahre nach der Implantation (unten)

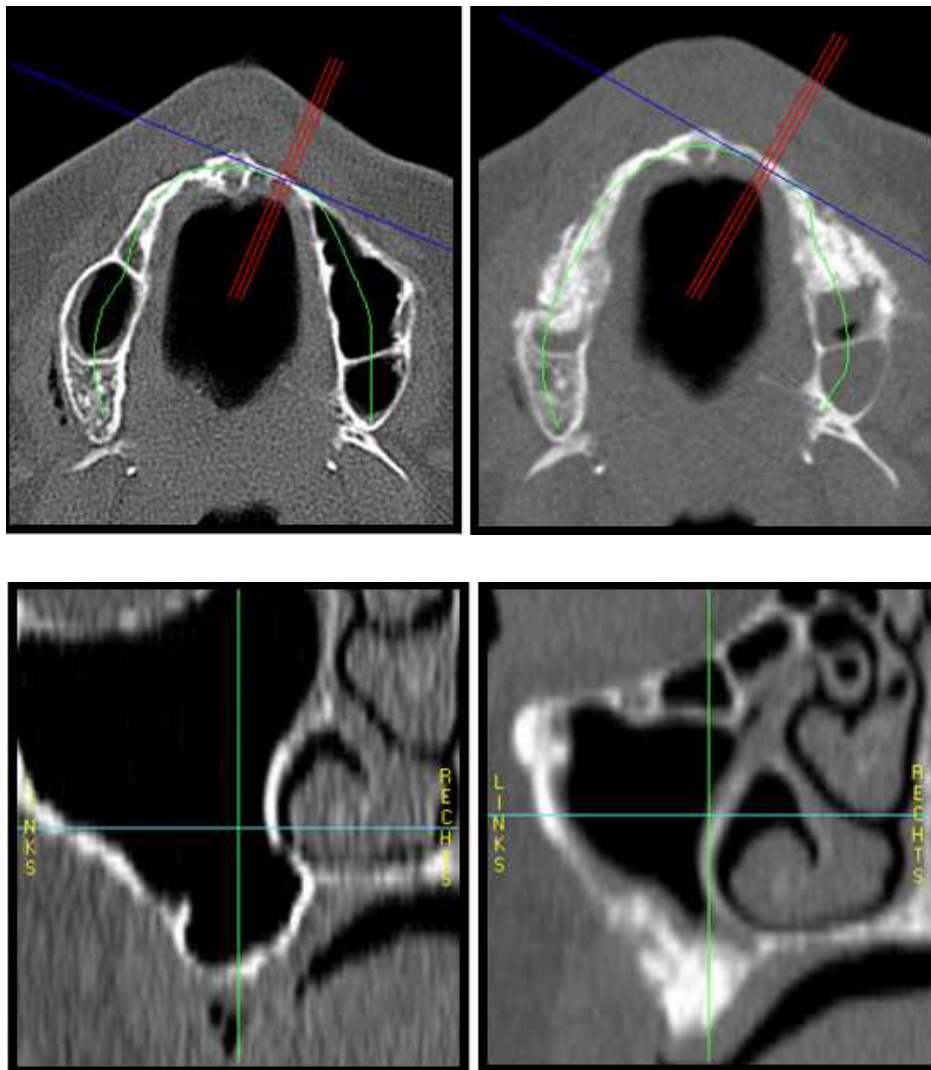


Abb. 4 Transversalschichten und Schnittbilder eines Compertomogrammes vor (links) und nach (rechts) zweizeitiger Sinusbodenelevation

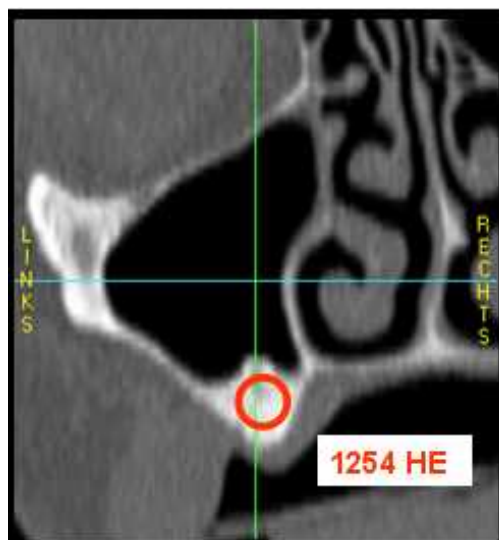


Abb. 5 Schnittbild nach ESBE mit Bio-Oss[®] und sehr hohen HE-Werten 5 Monate post op

Erstaunlich sind die sehr hohen Dichtewerte, die im CT nach Augmentationen mit den Knochenersatzmaterialien gemessen werden können (Abb. 5).

Der Vorteil des Zuganges über die laterale Kieferhöhlenwand besteht in der Schonung der knöchernen Integrität im Bereich der späteren Implantat-hals-Ebene (Neukam und Buser 1996, Schlegel et al. 2004).

Dieses Verfahren ermöglicht nicht nur die Implantation künstlicher Pfeiler bei den schwierigen morphologischen Voraussetzungen im Oberkiefer-seitenzahnbereich, es kann in Grenzsituationen auch dazu beitragen, dass ausreichend lange Implantate inseriert werden können. Schliephake et al. veröffentlichten 1996 in einer Studie über 399 Implantate einen signifi-kanten Einfluss der Implantatlänge auf die Verweildauer. Implantate mit einer Länge von mehr als 7 mm hatten eine deutlich bessere Prognose. Zu ähnlichen Ergebnisse kommen Hermann et al. (2005), die in einer randomisierten Studie die prognostischen Faktoren für den Erfolg von Implantaten untersuchten, Von Schlegel et al. (2004) wird daher eine Mindestlänge von 10 mm im Oberkiefer empfohlen.

Als ideales Material zur Auffüllung des Subantralraumes gilt autologer Knochen, da er nicht nur osteogene sondern auch osteoinduktive Eigen-schaften besitzt. Er steht aber nur in Ausnahmefällen in ausreichender Menge zur Verfügung, wenn ausschließlich das bei der Präparation des Knochendeckels und der Implantatkavitäten anfallende Material eingesetzt wird. Die Entnahme aus anderen Lokalisationen (z. B. Unterkiefer) führen zu einer perioperativen Morbidität und damit zu einer weiteren Belastung des Patienten. Dennoch wird man nicht immer auf diese Maßnahme verzichten können. Die folgenden Abbildungen zeigen die Operations-schritte bei einer Blocktransplantation zur Augmentation des Subantralraumes. Der Block wurde aus dem Kieferwinkel entnommen und mit einer Zugschraube sicher fixiert. Neben dem Block wurden Bonechips und ein Knochenersatzmaterial (Bio-Oss[®]) zur Defektauffüllung verwendet.

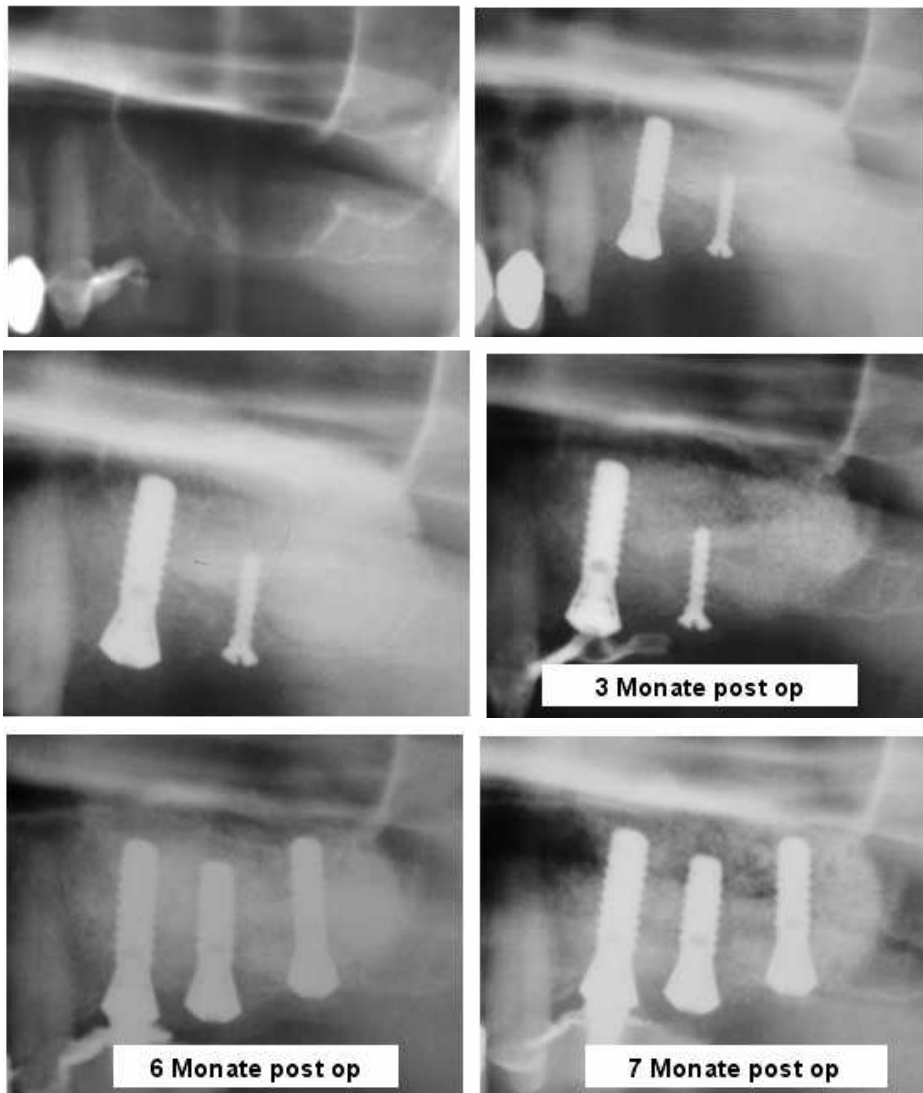
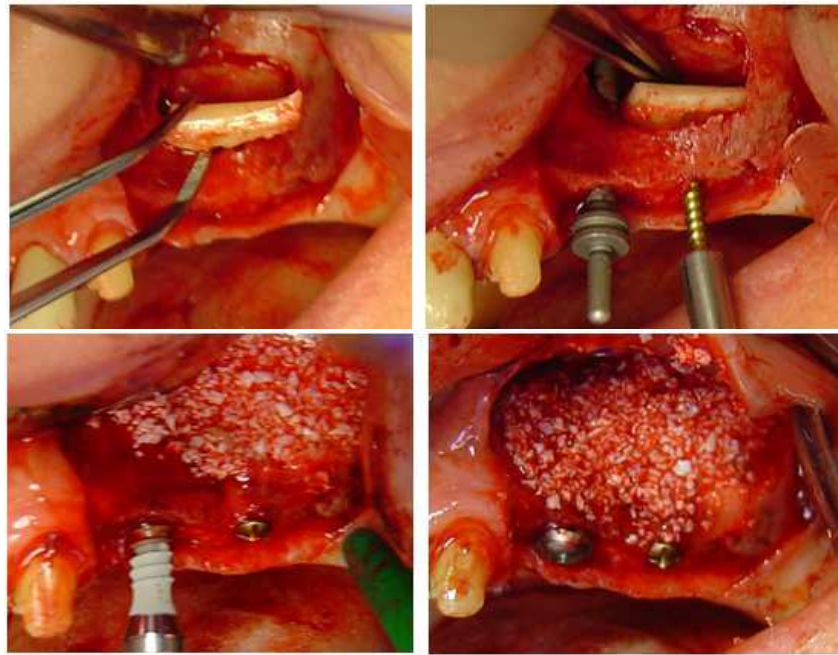


Abb. 6 Zweizeitige Sinusbodenelevation mit Knochenblocktransplantation und Restfüllung mit Bio-Oss®.

Knochenersatzmaterialien

Häufig wird daher auf Knochenersatzmaterialien ausgewichen, die unbegrenzt verfügbar sind. Eigene Erfahrungen bestehen in der Verwendung von BioOss[®] und Cerasorb[®].

Im ersten Fall (BioOss[®]) handelt es sich um ein Material, das aus spongiösem Rinderknochen gewonnen wird. Es ist Kalziumkarbonatapatit, das mit dem des menschlichen Knochens chemisch und physikalisch identisch ist. In einem patentierten Verfahren werden Bestandteile entfernt, die Krankheiten übertragen oder immunologische Reaktionen hervorrufen können. Dies gelingt durch eine mehrstündige Hitzebehandlung bei Temperaturen über 300 Grad C und chemische Reinigungsmethoden. Das Präparat behält das natürliche Porensystem des Knochens mit variierenden Porengrößen bis zu mehreren 100 µm. Die Oberfläche liegt aufgrund der weitmaschigen interkonnektierenden Poren bei über 90 cm² pro g und entspricht damit der menschlichen Spongiosa. Durch den schonenden Herstellungsprozess bleibt die Kristallstruktur erhalten. Es handelt sich um den biologischen Apatit des Knochens mit weniger Hydroxylgruppen und mehr Carbonat-Ionen im Vergleich zu synthetischen Materialien. Kalzium- und Phosphat-Ionen liegen in einem Verhältnis von 2 : 1 vor (CaP-Index = 2,03). Es wurde ausschließlich Spongiosa-Granulat der Partikelgröße 0,25 – 1 mm eingesetzt.

Wir verwenden dieses Material als Granulat zur Rekonstruktion nicht oder wenig belasteter Areale (z. B. Anlagerungsplastiken bei Defiziten, Konturierung des Alveolarforsatzes, Sinusbodenelevation).



Abb. 7 Rasterelektronische Aufnahme von denaturierter boviner Spongiosa (Bio-Oss[®])

Das Material wird knöchern durchbaut und führt somit makromorphologisch, funktionell und histologisch zu einer weitgehenden Restitutio ad integrum. Da bei osteogenen Knochenersatzmaterialien immunologische Reaktionen und die Übertragung von Krankheitserregern nicht mit letzter Sicherheit

ausgeschlossen werden können (Hönig et al. 1999), wurde in einem über zweijährigen Zeitraum überwiegend ein vollsynthetisches phasenreines β -Tricalciumphosphat (Cerasorb®) verwendet, das durch die chemische Synthese aus anorganischen Komponenten, eine Hochtemperatur-Sinterung und Hitzesterilisation hergestellt wird. Der überwiegend auf chemischer Löslichkeit beruhende Abbau des phasenreinen β -TCP soll am Einsatzort und in der Umgebung zu keinem Zeitpunkt zu zellschädigenden oder unphysiologischen pH-Werten führen. Das Resorptionsverhalten ist durch die Phasenreinheit als β -Phase auf einen Zeitraum von 6 bis 15 Monaten eingestellt. Der Zerfall der einzelnen Partikel ist sowohl durch Diffusion und Auftrennung der Sinterhalse als auch durch Resorption der Gitterstrukturen dem Knochenwachstum angepasst. Als osteokonduktives Material wird es aufgrund dieser Resorptionskinetik vollständig durch ortsständigen Knochen ersetzt. Untersuchungen von Merten et al. (2003) zeigen im Tierexperiment, dass das Material bereits kurz nach der Implantation durch Gefäßeinsprossungen an die Blutzirkulation des Lagergewebes angebunden und sowohl knöchern umbaut als auch durchbaut wird. Dies führt zu einer frühfunktionellen Integration des keramoossären Regenerates. Die große innere Oberfläche fördert die Resorption und die konsekutive knöcherne Substitution der Keramik. Im Tierversuch war nach einem Jahr die TCP-Keramik zu über 90 % durch neuen Knochen ersetzt.

Das verwendete β -Tricalciumphosphat lag in einer Partikelgröße von 500 – 1000 μm vor.

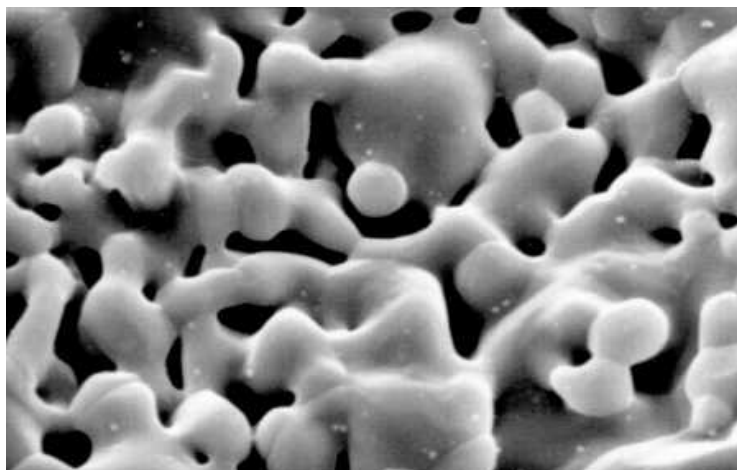


Abb. 8 Rasterelektronische Aufnahme von phasenreinem β -Tricalciumphosphat (Cerasorb®)

1.2 Interne Sinusbodenelevation (ISBE)

Ein anderes Vorgehen wird bei der sog. „internen oder indirekten Sinusbodenelevation“ gewählt. Dies Verfahren wurde von *Summers* (1994) als gering invasive Osteom-Technik entwickelt und in einer multizentrischen Studie durch *Rosen et al* (1999) als erfolgssicheres Verfahren beurteilt. Hier wird auf die Präparation eines Knochendeckels in der fazialen Kieferhöhlenwand verzichtet und die Kieferhöhlenschleimhaut von einer Implantatkavität angehoben. Wie für die externe Sinusbodenelevation wurden spezielle Instrumentarien auch für dieses Vorgehen entwickelt. Der Vorteil liegt in dem schonenden Vorgehen und den daraus resultierenden geringeren postoperativen Problemen. Der Nachteil besteht in der Tatsache, dass die Kieferhöhlenschleimhaut ohne Sichtkontrolle angehoben werden muss. Daher bestehen erhöhte Risiken hinsichtlich der Schleimhautverletzungen und damit der Kieferhöhleneröffnung. Aus diesem Grund wurde im eigenen Vorgehen auf die Verwendung von Knochentransplantationen oder Knochenersatzmaterialien verzichtet. In jüngster Zeit wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem mit Hilfe eines Ballonkatheters das Risiko der Kieferhöhleneröffnung verringert werden soll (Balloon-Lift-Control – BLC) (*Benner et al. 2005*).

Mit der Elevation wird in geringem Umfang Knochen nach kranial verlagert, wenn speziell entwickelte Instrumentarien eingesetzt werden.

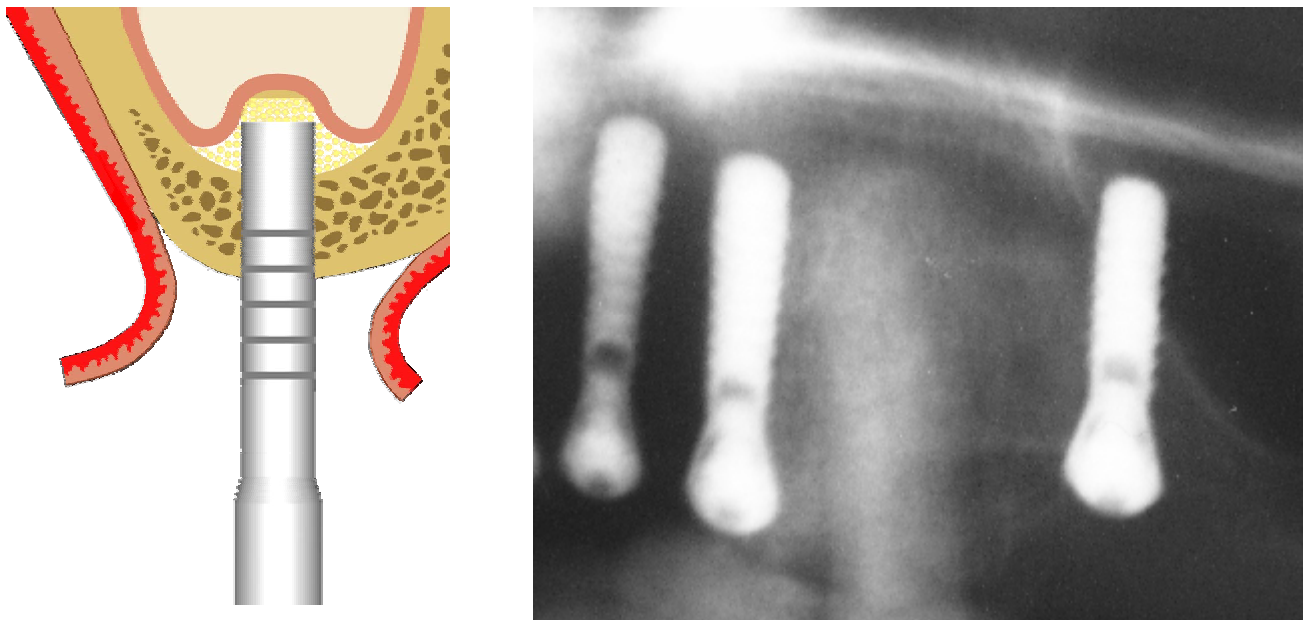


Abb. 9 Schematische Darstellung der internen Sinusbodenelevation (ISBE) (links). Postoperative Röntgenaufnahme nach der Implantation regio 24

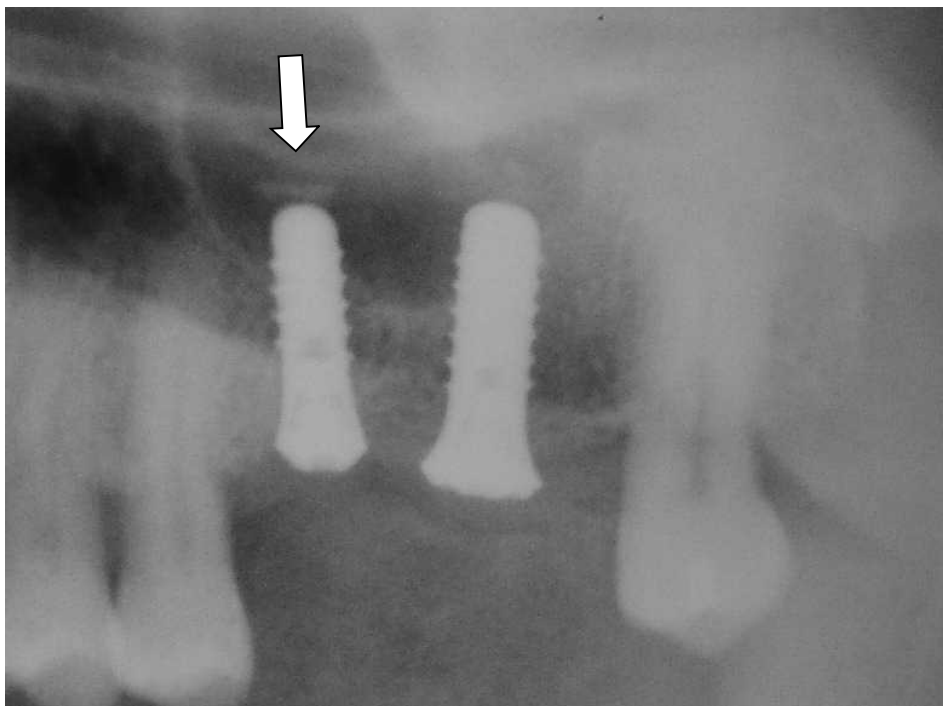


Abb. 10 Zustand nach interner Sinusbodenelevation. Basales kortikales Segment über der Implantatbasis (Pfeil)

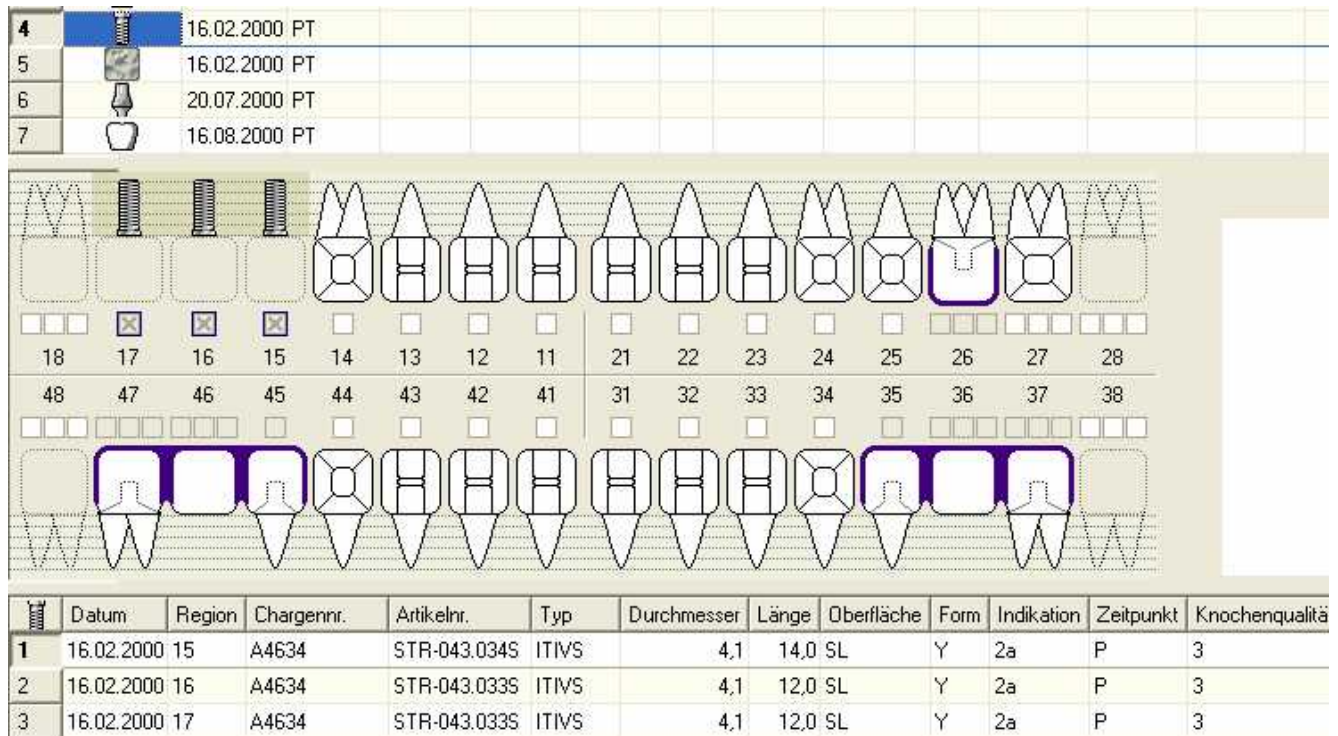
2 Material und Methode

In dem Zeitraum vom 1993 bis 31.05.2006 wurden 1628 Implantate bei 726 Patienten in Verbindungen mit Sinusbodenelevationen inseriert. Die Eingriffe wurden in der Praxis (Scharnhorststr. 19, 48151 Münster/Westf.) von zwei erfahrenen Operateuren durchgeführt (Dr. Jan Tetsch, Prof. Dr. Dr. Tetsch). Neben den Aufzeichnungen in der Karteikarte erfolgte eine spezielle Dokumentation in einer Implantat-Datenbank (IDB), die seit 1990 in unserer Praxis eingesetzt wird. Sie wurde im Rahmen einer Dissertation von *Bleymüller* 1994 veröffentlicht und wurde von *Tetsch* u. *Tetsch* 1996 detailliert beschrieben. Sie basiert auf dem Windows-Datenbank-System MS-ACCESS, einem besonders leistungsfähigen und benutzerfreundlichen Programm. Es bietet alle Möglichkeiten der Dokumentation und Auswertung der relevanten Befunde. IDB enthält eine große Anzahl von Variablen, da nur so eine befriedigende wissenschaftliche Auswertung gewährleistet ist.

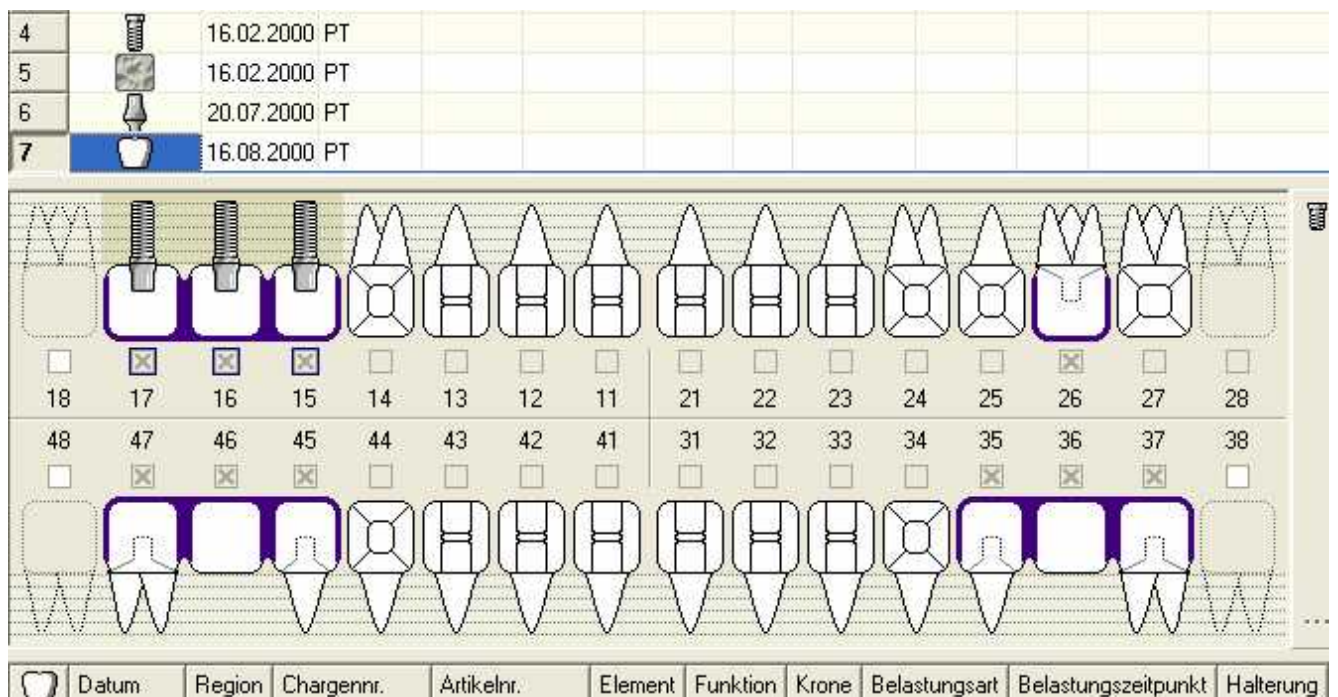
Voraussetzung ist eine konsequente Eingabe der Daten, die in unserer Praxis routinemäßig täglich durchgeführt wird. Die im Einzelnen erfassten Daten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

IDB - Implantat-Daten-Bank				
Stammdaten	Op-Daten	Prothetik	Recall	Explantation
Name	Regio	Datum	Datum	Datum
Anschrift	Implantationsart	Regio	Mobilität	Regio
Telefon	Implantattyp	Konstruktion	Komplikationen	Ursache
Versicherung	Diagnose	I-getragen	Therapie	Folgeschäden
Geschlecht	Indikation	I-gestützt	Taschentiefe	Liegedauer
Geb.Datum	Op-Datum	Form	Hygieneindex	
letzte Kontrolle	I-Durchmesser	Zusatzeingabe	Gingivaindex	
Untersuchungsintervall	I-Länge		SFR	
Letztes Rö	Knochenlamelle		Fixierte Gingiva	
Implantatzahl	Knochendefizit		Knochensituation	
Zusatzeingaben	Einheilungsmodus		Röntgenbefund	
Grunderkrankungen	Belastung			
Medikamente	Augmentation			
	Augmentationsmaterial			
	Komplikationen			
	Therapie			
	Zusatzeingabe			

Im Rahmen dieser Projektarbeit erfolgte die Übertragung der Werte in das von der DGI empfohlene Programm „ImpDat[®]“ (Version 3.0). Alle relevanten Daten können über ein Zahnschema sehr einfach eingegeben werden. Abfragen und statistische Auswertungen sind praktisch ohne Einschränkungen möglich.



Datenerfassung im ImpDat® - Programm nach einer Implantation im rechten Oberkiefer in Verbindung mit einer Sinusbodenelevation



Dokumentation der prothetischen Versorgung nach einer ca. 4-monatigen Einheilphase

Es besteht die Möglichkeit die Daten für Feldstudien zu exportieren, so dass gesicherte Ergebnisse aus großen Fallzahlen erzielt werden können.

Zusätzlich standen 371 prä- und postoperative Röntgenaufnahmen von 120 Patienten nach unterschiedlichen Zeiträumen zur Verfügung, die im Rahmen

dieser Studie ausgewertet werden sollten. Alle Aufnahmen wurden in dem gesamten Zeitraum mit einem Orthopantomographen (Orthophos[®], Siemens) angefertigt. Bei der Auswertung interessierte zunächst der Gewinn an vertikalem Knochenangebot, der metrisch erfasst werden konnte. Soweit keine computertomographischen Untersuchungen durchgeführt wurden, standen Messaufnahmen zur Verfügung, aus denen das vertikale Knochenangebot präoperativ ermittelt werden konnte. Bei den postoperativen Orthopantomogrammen dienten die bekannten Implantat-dimensionen als bekannte Messgröße zur Bestimmung des vorhandenen vertikalen Knochenangebotes. Aus diesen Röntgenaufnahmen sollte auch versucht werden, Änderungen der Strukturen im Beobachtungszeitraum zu analysieren.

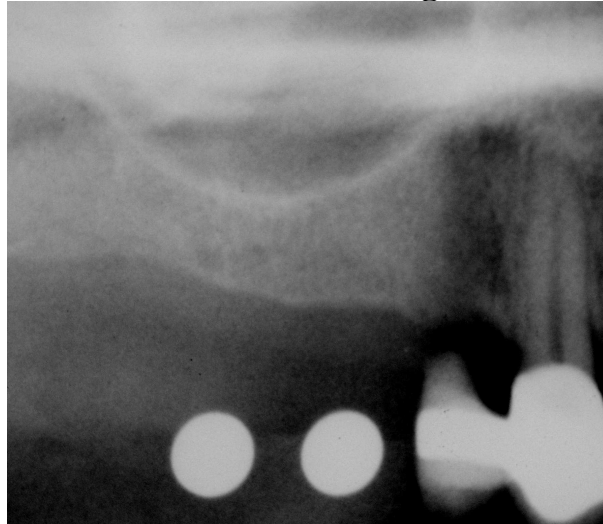


Abb. 11 Ausschnitt eines Orthopantomogrammes mit Messkugeln

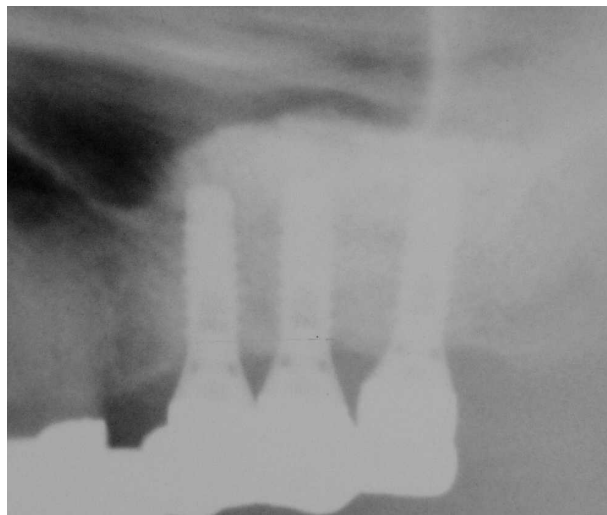


Abb. 12 Ausschnitt eines postoperativ angefertigten Orthopantomogrammes

Die mit einer Schieblehre gemessenen Distanzen wurden zunächst in Effektivwerte umgerechnet und anschließend in ein Tabellen-Kalkulationsprogramm (Microsoft-Excel[®] 2003) eingegeben und statistisch aufbereitet. Aus den Daten des IDB- bzw. ImpDat[®]-Programmes, den Karteikarten und den

postoperativen Röntgenaufnahmen wurden Auswertungen hinsichtlich der aufgetretenen Komplikationen und der Implantatverluste durchgeführt.

Nr.	Geb.Datum	W/M	Op-Datum	Region	Distanz 1	Imp-Länge	Ap. Defizit	SBE	Kontroll-Dat.	Distanz 2
11	02.05.1954	w	25.04.2000	15	8	12	4 E	25.04.2001	14	
11	02.05.1954	w	25.04.2000	16	6	10	4 E	25.04.2001	13	
11	02.05.1954	w	25.04.2000	17	5	10	5 E	25.04.2001	12	
73	04.11.1953	m	04.11.1999	26	4	10	6 I	20.10.2003	11	
73	04.11.1953	m	04.11.1999	27	5	10	5 I	20.10.2003	11	
115	01.09.1941	w	08.04.2003	15	7	12	5 E	18.07.2005	14	
115	01.09.1941	w	08.04.2003	16	6	12	6 E	18.07.2005	14	
115	01.09.1941	w	08.04.2003	17	5	12	7 E	18.07.2005	14	
4457	14.03.1950	m	22.09.2005	15	10	12	2 I	06.06.2006	14	
4457	14.03.1950	m	22.09.2005	16	8	12	4 I	06.06.2006	13	
4068	17.09.1954	m	15.03.2004	24	10	12	2 E	16.02.2006	14	
4068	17.09.1954	m	15.03.2004	25	8	12	4 E	16.02.2006	14	
4068	17.09.1954	m	15.03.2004	26	7	12	5 E	16.02.2006	14	
4068	17.09.1954	m	15.03.2004	27	5	10	5 E	16.02.2006	14	

Auszug einer Excel-Tabelle (2003) zur Erfassung der Daten und prä- und postoperativen Distanzen

3 Patientenübersicht

Seit 1993 hat die Zahl der Implantationen bei Sinusbodenelevationen kontinuierlich zugenommen.



Abb. 13 Sinusbodenelevationen pro Jahr

Die Geschlechtsverteilung entspricht dem Gesamtkollektiv. Es überwiegen die weiblichen Patienten mit 62,1 %.

Die Altersverteilung zeigt einen kontinuierlichen Anstieg vom 15. bis zum 69. Lebensjahr.

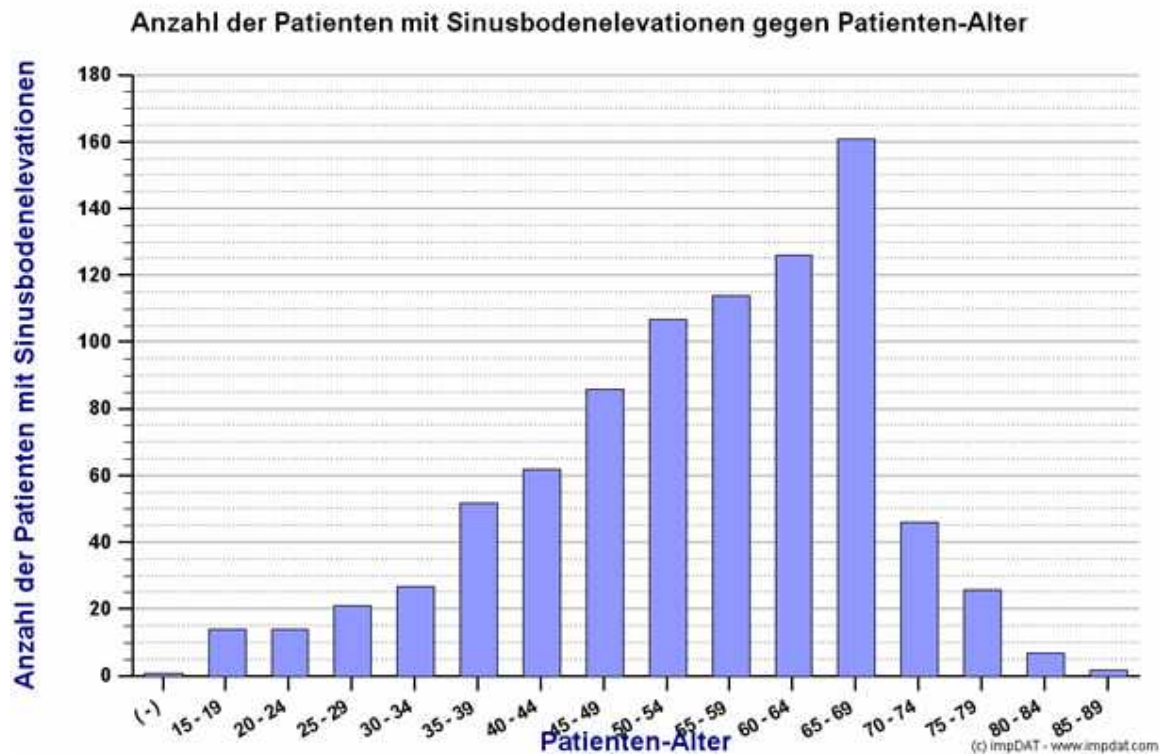


Abb. 14 Altersverteilung

Während in den ersten Jahren ausschließlich externe Sinusboden-elevationen (ESBE) durchgeführt wurden, hat in den vergangenen 5 Jahren das interne Vorgehen soweit zugenommen, dass heute beide Verfahren praktisch in gleicher Häufigkeit vertreten sind (Abb. 15).

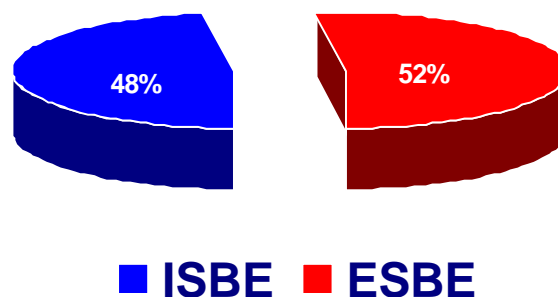


Abb. 15 Externe (ESBE) und interne (ISBE) Sinusbodenelevationen

Erwartungsgemäß hoch ist der Anteil der Freundsituationen bei den Indikationen zur Implantation. Mit 20,7 % ist der Anteil der zahnlosen Patienten und mit 13,7 % der der Schaltlücken noch relativ hoch. Einzelzähne spielen nur eine untergeordnete Rolle (6,1%).

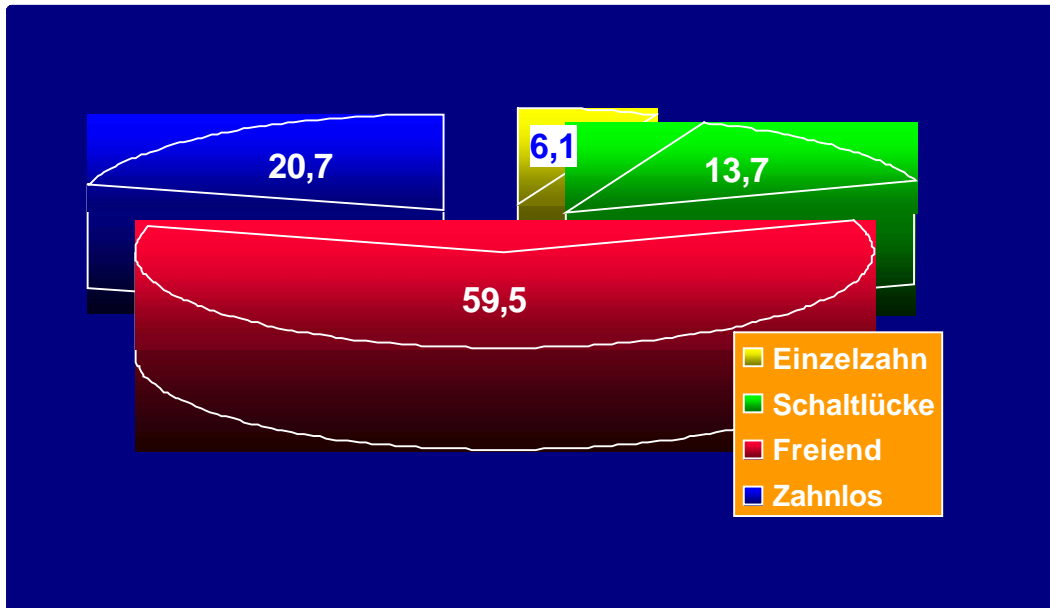


Abb. 16 Indikationen bei Sinusbodenelevationen

Unter den verwendeten Implantatsystemen spielen die ITI-Vollschrauben® (Fa. Straumann) die größte Rolle. Sie wurden 1370 mal eingesetzt. Die übrige Verteilung entspricht den verwendeten Implantattypen im Gesamtkollektiv.

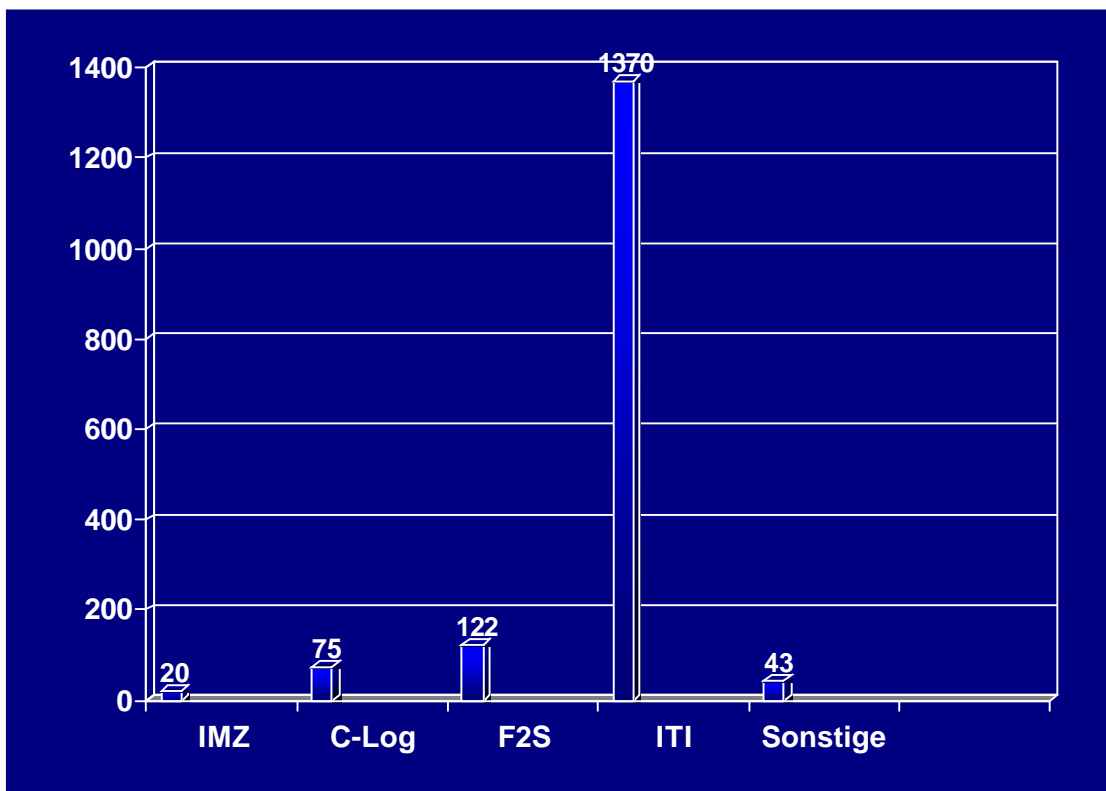


Abb. 17 Verteilung der verwendeten Implantat-Systeme

Die weit überwiegende Zahl der Implantate wurde im Prämolaren- und Molarenbereich inseriert. Ein Maximum findet sich jeweils in der Region der ehemaligen Zähne 14/24 bis 16/26.

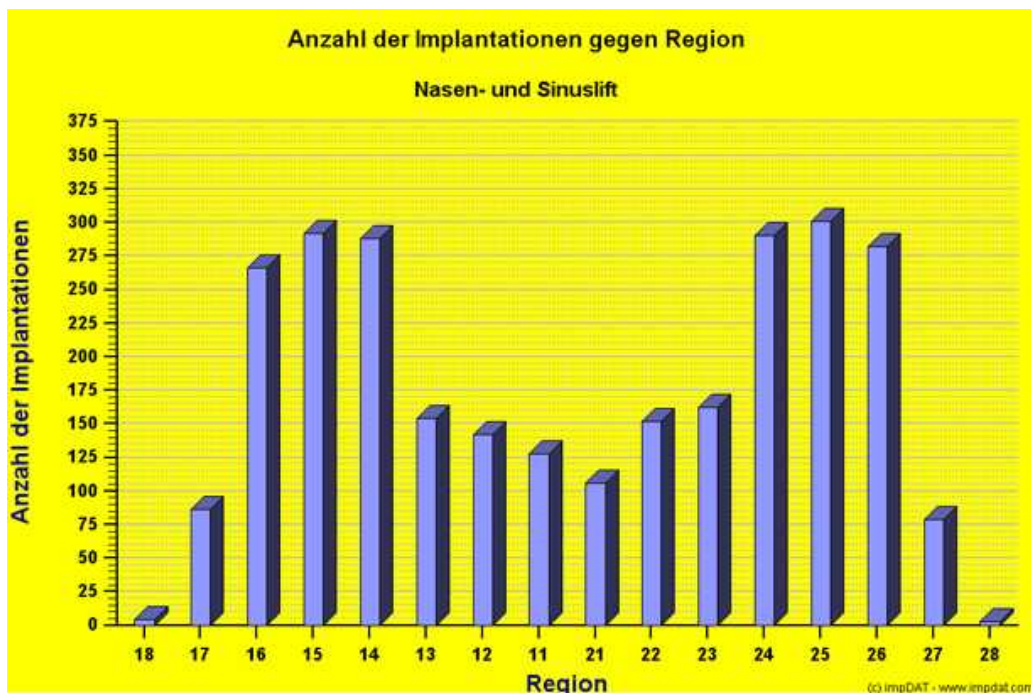


Abb. 18 Verteilung der Implantate in den ehemaligen Zahnregionen

Die Anzahl der pro Patient eingesetzten Implantate lag zwischen einem und 12 Implantaten.

Von besonderem Interesse sind die verwendeten Implantatlängen. Nur in 20 Fällen wurden in Verbindung mit weiteren Pfeilern 8 mm lange Implantate verwendet. Das Maximum liegt bei den 12 mm langen Implantaten.

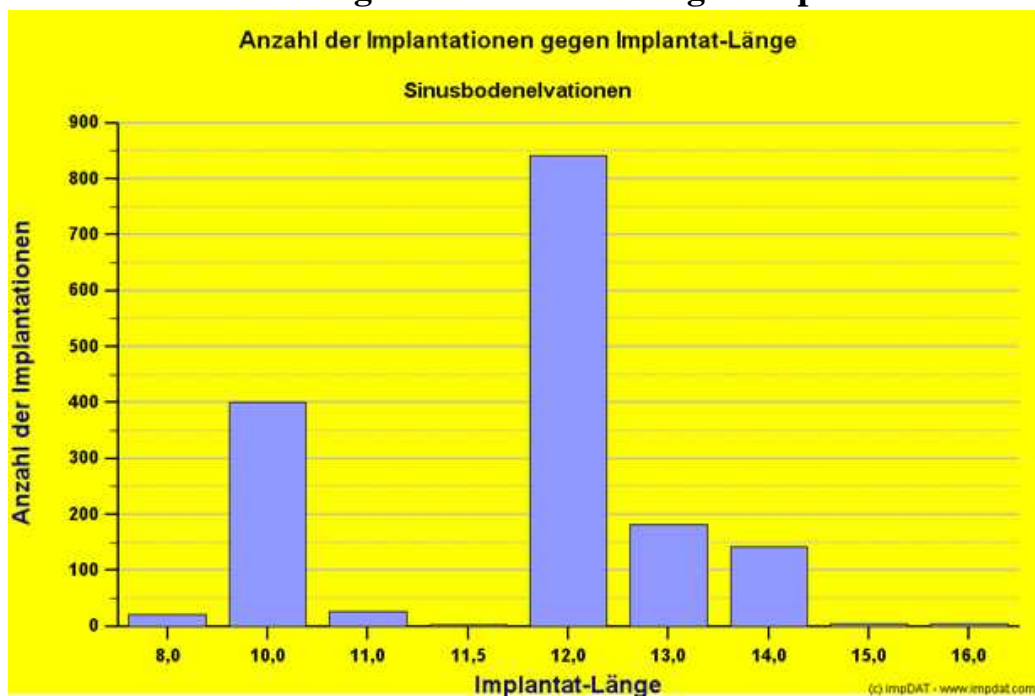


Abb. 19 Implantatlängen in mm

Auch die Auswertung des Implantat-Durchmessers ist von Interesse. Sie belegt das zur Verfügung stehende begrenzte Knochenangebot. Durchmesserreduzierte Implantate (3,3 mm) wurden in 542 Fällen verwendet.

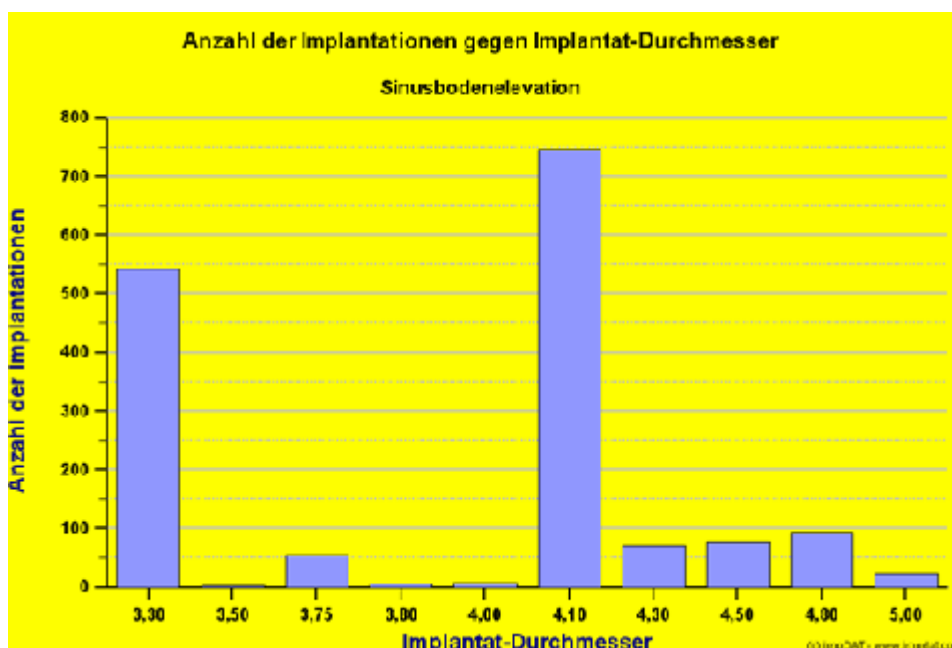


Abb. 20 Implantatdurchmesser in mm

Routinemäßig werden Defizite protokolliert. Dabei wird der apikale Implantatüberstand gemessen und in dem IDB-Programm vermerkt. Die Auswertung der Mittelwerte zeigt, dass zum Teil erhebliche Implantatüberstände bestanden.

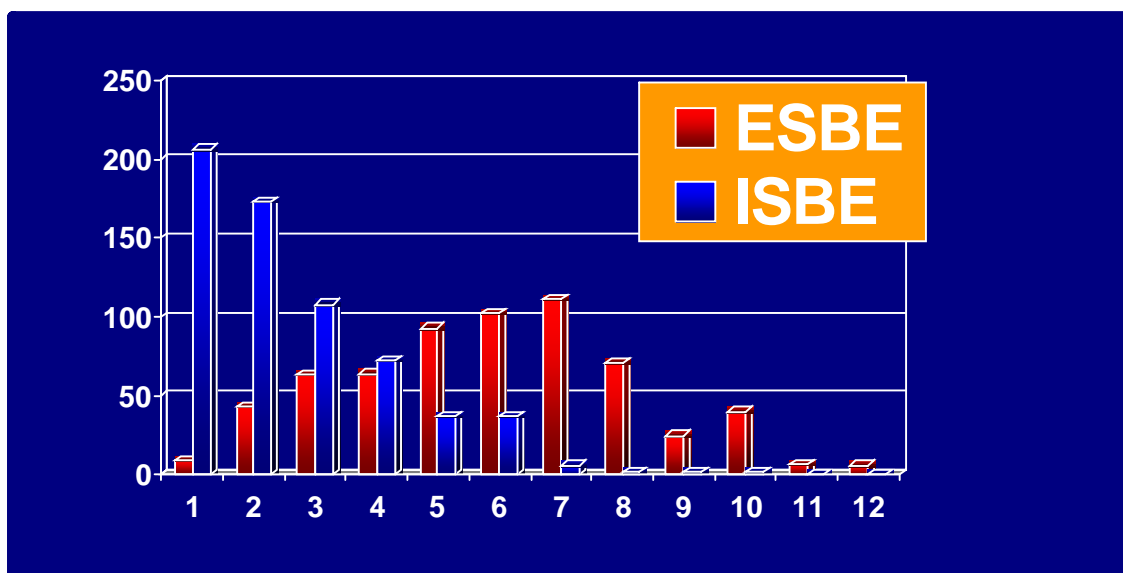


Abb. 21 Apikale Knochendefizite in mm

Sie unterscheiden sich grundsätzlich bei den externen und internen Sinusbodenelevationen.

4 Auswertungen

Morphologische Voraussetzungen

4.1.1 Apikales Knochendefizit

Die Länge der eingesetzten Implantate in Verbindung mit den protokollierten apikalen Knochendefiziten gibt bereits einen Hinweis auf die vorhandene Knochensituation. Überwiegend wurden 10, 12, 13 und 14 mm lange Implantate verwendet, wobei das Maximum mit 842 Implantaten bei 12 mm lag. Mit zunehmender Implantatlänge stieg aber auch das apikale Defizit an. Die Mittelwerte zeigen, dass sich der Implantatüberstand von 8 mm Implantatlänge zu den 15 mm langen Implantaten mehr als verdoppelt. Bei einem 8 mm langen Implantat sind durchschnittlich 4,5 mm im ortsständigen Knochen verankert. Trotz des weitaus größeren Überstandes bei den 15 mm langen Implantaten sind es hier noch über 7 mm, die im ortsständigen Knochen stabilisiert werden.

Die weitere Analyse der Einzelwerte in den verschiedenen Implantatregionen im Seitenzahnbereich des Oberkiefers zeigt signifikante Abhängigkeiten der apikalen Defizite von den morphologischen Gegebenheiten. Während das Maximum der geringfügigeren Defizite der Region der Eckzähne und Prämolaren liegt, finden sich die höheren Werte in der Molarenregion. Dies ist zu erwarten, da der Recessus alveolaris der Kieferhöhle in dieser Region die größte Ausdehnung nach kaudal erreicht.

Die statistische Aufbereitung der Einzelwerte zeigt die Tabelle. Die Differenzen zwischen den einzelnen Regionen sind hoch signifikant ($p < 0,005$). Die Mittelwerte und die Mediane zeigen bei geringen Standardabweichungen den kontinuierlichen Anstieg von der Prämolaren- zur Molarenregion.

Statistische Analyse der apikalen Knochendefizite

Gesamt				
Regio	14/24	15/25	16/26	17/27
Anzahl	178	302	324	118
Mittelwerte	3,55	4,38	5,33	5,6
Median	3	4	5	6
Standardabweichung	1,93	2,16	2,39	2,14
Maximum	10	11	11	11
Minimum	1	1	1	1

Noch höher liegen die Werte, wenn die externen Sinusbodenelevationen (ESBE) isoliert ausgewertet werden. Die apikalen Defizite liegen hier zwischen 4,1 mm

im Bereich des ersten Prämolaren und steigen zu den Molaren auf über 6 mm an.

Statistische Analyse der apikalen Knochendefizite

ESBE					
Regio	14/24	15/25	16/26	17/27	
Anzahl	106	180	210	92	
Mittelwerte	4,12	5,16	6,2	6,19	
Median	3	5	6	6,5	
Standardabweichung	2,57	2,3	2,29	1,93	
Maximum	10	11	11	11	
Minimum	1	1	1	1	

Anders verhält es sich, wenn die internen Sinusbodenelevationen (ISBE) isoliert betrachtet werden. Die Voraussetzungen waren hier günstiger, der apikale Implantatüberstand entsprechend geringer. In allen Regionen liegen die Werte signifikant niedriger als im Gesamtkollektiv bzw. bei den externen Sinusbodenelevationen.

Statistische Analyse der apikalen Knochendefizite

ISBE					
Regio	14/24	15/25	16/26	17/27	
Anzahl	72	122	114	26	
Mittelwerte	2,7	3,24	3,73	3,54	
Median	2	3	3	3	
Standardabweichung	0,91	1,23	1,64	1,48	
Maximum	5	7	9	8	
Minimum	1	1	2	2	

Die graphische Darstellung dieser Ergebnisse verdeutlicht den Anstieg der Werte in den drei Gruppen entsprechend den morphologischen Voraussetzungen von der Prämolaren- zur Molarenregion und die unterschiedlichen Knochenangebote, die zur Entscheidung zwischen der ISBE und ESBE geführt haben.

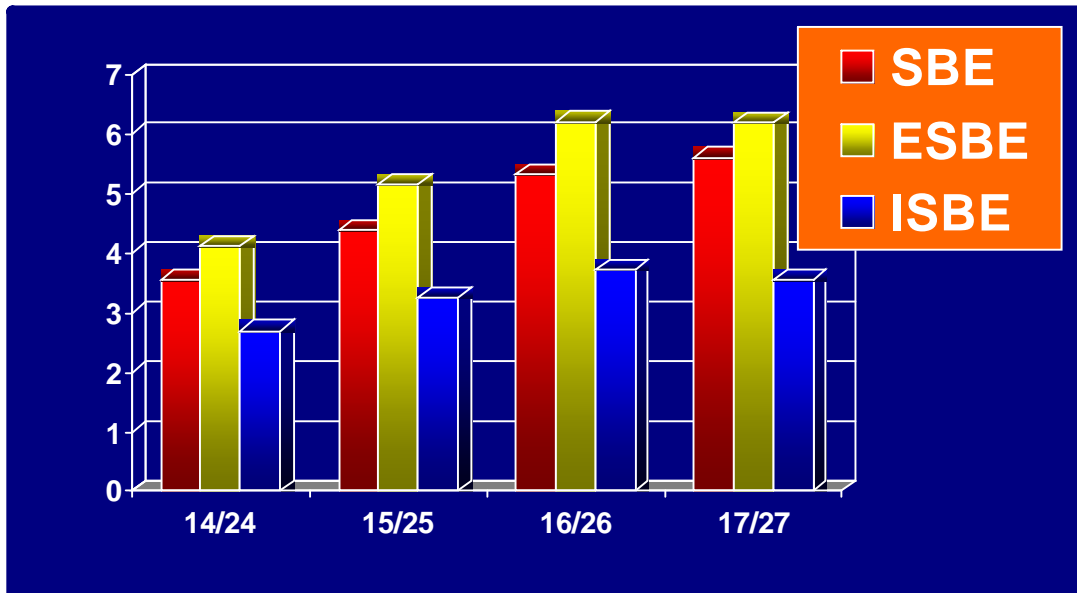


Abb. 22 Apikale Knochendefizite in mm in den bevorzugten Implantatregionen

4.1.2 Vertikales Knochenangebot

Bei der überwiegenden Zahl der operierten Patienten stand präoperativ ein Computertomogramm zur Verfügung, das hinsichtlich des Knochenangebotes und der Knochenqualität ausgewertet wurde. Ergebnisse dieser Studie wurden bereits 1998 von *Pfannenstiel* im Rahmen einer Dissertation publiziert. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten 120 prä- und postoperative Orthopantomogramme analysiert werden. Präoperativ wurde das Knochenangebot metrisch ermittelt. Dabei dienten Messkugeln als Referenzkörper zur Berechnung der effektiven Distanzen.

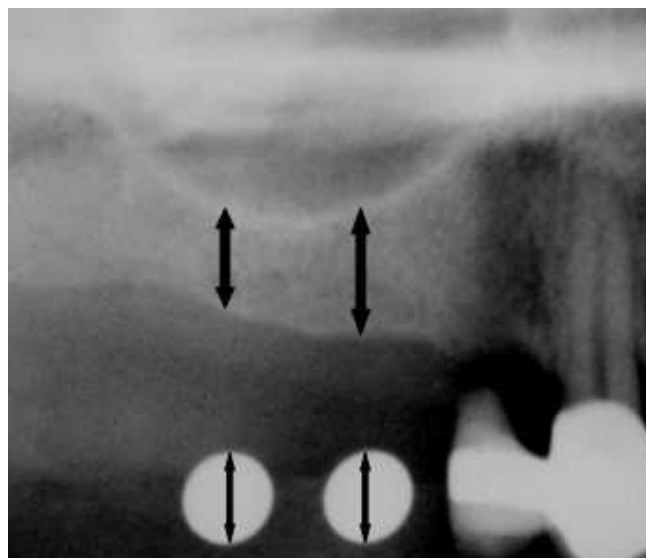


Abb. 23 Messstrecken im Ausschnitt eines Orthopantomogrammes
Gemessen wurde die Distanz von der Oberkante des knöchernen Alveolarfortsatzes bzw. Kieferkörpers bis zur kortikalen Begrenzung der

Kieferhöhle, die in den meisten Fällen deutlich nachweisbar war. Aus dem Vergrößerungsfaktor, der sich aus der bekannten Originalgröße der Messkugeln errechnen lässt, kann das effektive vertikale Knochenangebot exakt bestimmt werden. Es wurden jeweils die Distanzen in den Regionen bestimmt, in denen Implantate inseriert werden sollten. Die errechneten Werte wurden in einem Tabellen-Kalkulationsprogramm (Microsoft Excel 2003) protokolliert und statistisch aufbereitet.

Die graphische Darstellung zeigt die typische Situation des Oberkieferseitenzahnbereiches.

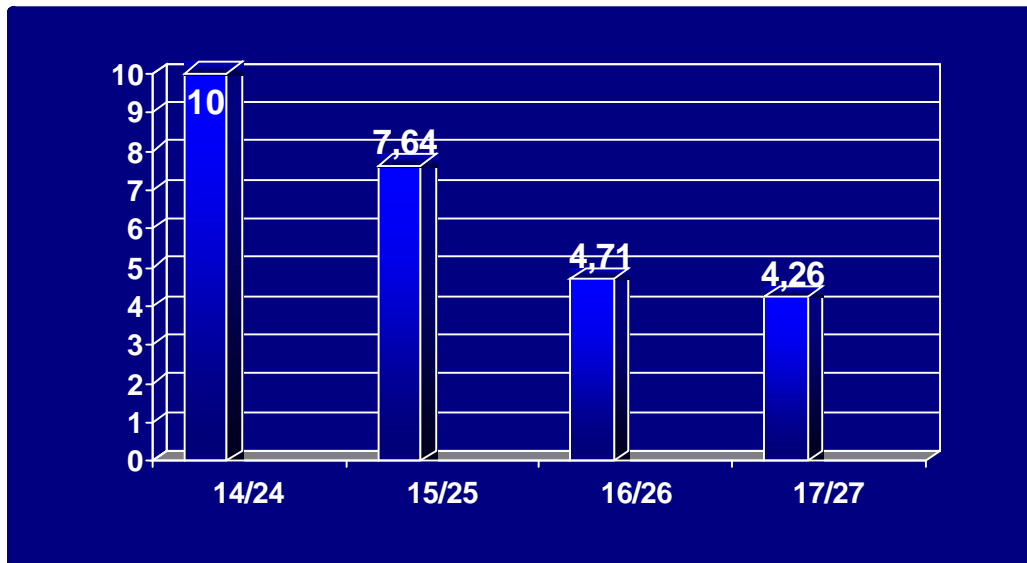


Abb. 24 Durchschnittliches vertikales Knochenangebot in den Implantatregionen

Von der Region des ersten Prämolaren bis zum zweiten Molaren nehmen die Werte ab. Während die Mittelwerte in der Regio 14/24 noch 10 mm betragen, sind es im Molarenbereich nur noch ca. 4 mm. Der Durchschnittswert für die gesamte betroffene Region liegt bei ca. 6 mm. Damit sind Insertionen ausreichend dimensionierter Implantate ohne augmentative Maßnahmen nur in Ausnahmefällen möglich.

Vertikales Knochenangebot (n=50)					
regio	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
14/24	10	11	2,44	6	14
15/25	7,64	8	2,44	4	11
16/26	4,71	5	1,81	2	8
17/27	4,26	4	1,6	2	8
Gesamt	6,11	5	2,93	2	14

4.1.3 Transversales Knochenangebot

Das transversale Knochenangebot lässt sich klinisch durch Schleimhautdickenmessungen und durch computer- oder volumetomographische Untersuchungen ermitteln. Hier eignen sich neben den cross sectionals die Transversalschichten, um in verschiedenen Höhen die Breite zu bestimmen. In einer veröffentlichten Studie (*Pfannenstiel 1998*) wurden bei 100 teil- und unbezahnten Oberkiefern in drei verschiedenen Höhen Messungen des transversalen Knochenangebotes durchgeführt:

Schnittebene 1 = 0,1 – 2,0 mm infracrestal

Schnittebene 2 = 2,1 – 5,0 mm infracrestal

Schnittebene 3 = 5,1 – 9,0 mm infracrestal

Die Mittelwerte liegen in der ersten Schnittebene zwischen 3 und 5 mm, wobei sie von mesial nach distal zunehmen. Sie nehmen auch nach kranial zu und betragen in der zweiten Schnittebene im Prämolarenbereich 6 mm und im Molarenbereich 8 mm. In der cranialsten Ebene erhöhen sich diese Werte auf 8 mm im Prämolaren- und 10 mm im Molarenbereich. In dieser Ebene wird allerdings häufig der Recessus alveolaris der Kieferhöhle ange-schnitten.

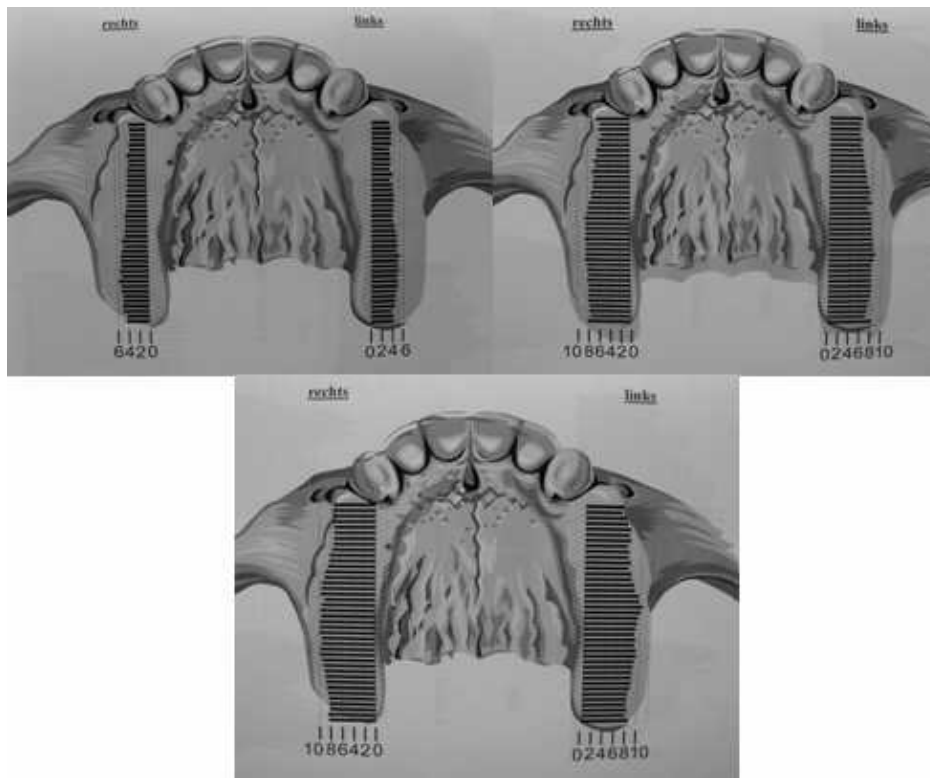


Abb. 25 Schematische Darstellung verschiedener Schnittebenen im Computertomogramm

Für implantologische Eingriffe liegt die Problematik hinsichtlich des transversalen Knochenangebotes lediglich im crestalen Bereich. Dies erklärt die relativ große Zahl der durchmesserreduzierten Implantate.

4.1.4 Knochenqualität

Neben dem reduzierten Knochenangebot ist die Knochenqualität für den Erfolg von Implantationen im Oberkieferseitenzahnbereich entscheidend. Die Dichte nimmt von mesial nach distal ab und erreicht im Molarenbereich ein Minimum. Mit Hilfe computertomographischer Untersuchung kann die Knochendichte durch Vergleich von Grauwerten analysiert werden. In den entsprechenden Bearbeitungs- und Auswertungsprogrammen für unser Fachgebiet stehen Messsonden zur Verfügung, die Aufschluss über die Knochenqualität geben. Der Computertomograph wird täglich geeicht, wobei Wasser mit dem Hounsfield-Wert 0 und Luft mit dem Wert -1024 identisch ist. Aus diesen Werten können Vergleichsanalysen aller Grauwertstufen durchgeführt werden. Die folgende Graphik zeigt die Mittelwerte dieser Auswertung von 100 Patienten.

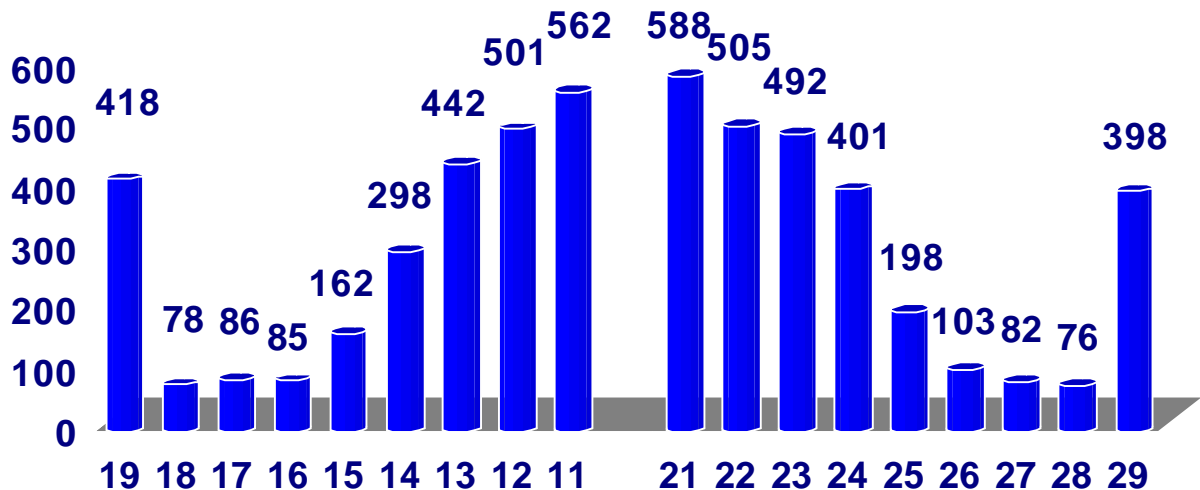
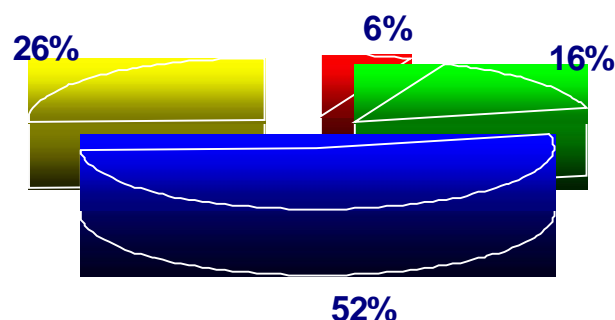


Abb. 26 Mittelwerte der Hounsfield – Einheiten in den einzelnen Zahnregionen des Oberkiefers (n = 100)

Im frontalen Kieferabschnitt finden sich Werte, die gute Voraussetzungen für Implantationen bieten. Die sehr niedrigen Werte in der Prämolaren- und Molarenregion bieten keine günstigen Bedingungen und machen augmentative und kondensierende Maßnahmen notwendig.

4.1.5 Augmentationen

Knochen gilt allgemein als das beste Augmentationsmaterial – das Vorgehen wird auch als „Goldstandard“ bezeichnet. Der Knochen hat neben den osteogenen auch osteoinduktive Eigenschaften. Im eigenen Vorgehen wurden nur 45 Implantate in Verbindung mit ausschließlicher Knochentransplantation bei externen Sinusbodenelevationen inseriert.



■ Knochen ■ Cerasorb + K ■ Bio-Oss + K ■ Bio-Oss

Abb. 27 Augmentationsmaterialien (K = partikulärer Knochen)

Der Schwerpunkt liegt in der Mischung von Bonechips, die aus dem Operationsgebiet mit Hilfe von Bone-Collektoren gesammelt werden, mit Knochenersatzmaterialien. Die größte Erfahrung besteht dabei mit der bovinen Spongiosa (Bio-Oss[®]). Diese Mischungsverhältnisse können im Einzelnen nicht näher quantifiziert werden, da intraoperativ die entsprechenden Mengenverhältnisse nicht gemessen werden können. Bio-Oss[®] und Bonechips wurden bei 943 Implantaten in Verbindung mit Sinusbodenelevationen eingesetzt. In 192 Fällen stand kein Knochen zur Verfügung. In diesen Fällen wurde Bio-Oss[®] ohne Zusatz verwendet. In 138 Fällen kam ein Gemisch aus Cerasorb[®] mit Bonechips zum Einsatz.

4.1.6 Augmentationshöhe

Postoperativ werden keine Computertomogramme angefertigt, um die Strahlenbelastung der Patienten nicht unnötig zu erhöhen. Mit Hilfe der postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen lässt sich aber der Höhengewinn relativ exakt messen, da die Implantate mit bekannten Dimensionen als Referenzgrößen zur Verfügung stehen. In vielen Fällen ist der nach kranial rotierte Knochendeckel auf den Aufnahmen zu erkennen.

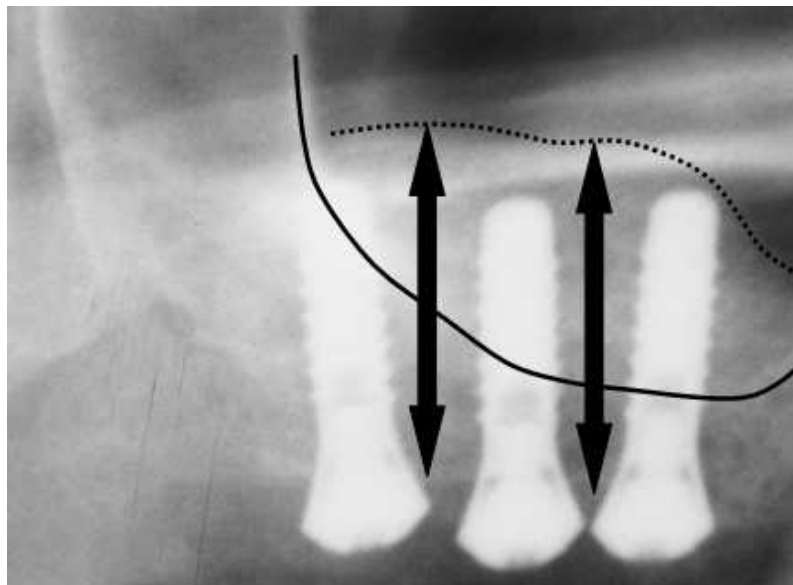


Abb. 28 Messstrecken zur Bestimmung der postoperativen Gesamthöhe

Es wurden 254 postoperative Orthopantomogramme vermessen, die eine zuverlässige Auswertung ermöglichten. Die Daten wurden – wie bei der präoperativen Messung – in einem Tabellen-Kalkulationsprogramm erfasst und statistisch aufbereitet (Microsoft-Excel[®]).

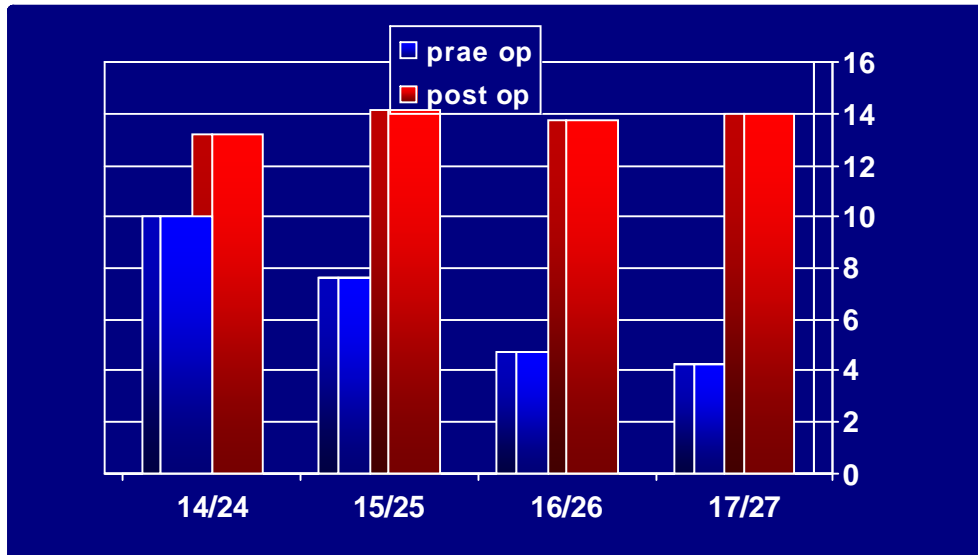


Abb. 29 Ausgangshöhe (blau) und Gesamthöhe nach Augmentation (rot)

Die Abbildung zeigt den beträchtlichen Höhengewinn, der durchschnittlich durch die Augmentation erzielt wurde. Dies belegen auch die statistischen Daten.

Postoperatives vertikales Knochenangebot (n=50)				
regio	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Höhengewinn
14/24	13,18 mm	13 mm	2,11	3,8 mm
15/25	14,16 mm	14 mm	1,46	6,52 mm
16/26	13,77 mm	14 mm	2,08	9,06 mm
17/27	13,95 mm	14 mm	1,87	9,69 mm
Gesamt	13,96 mm	14 mm	1,87	7,85 mm

Durchschnittlich wurde ein Höhengewinn von ca. 8 mm erzielt. Er nimmt von mesial nach distal zu und erreicht im Molarenbereich Werte von durchschnittlich 9 mm.

4.2 Spezifische intraoperative Komplikationen

4.2.1 Septierung der Kieferhöhle

Septen der Kieferhöhle können das operative Vorgehen erheblich erschweren. Sie lassen sich im Orthopantomogramm nicht immer sicher nachweisen und ihr Verlauf ist auf diesen Aufnahmen nicht zu beurteilen. Da sie das operative Vorgehen erheblich beeinflussen können, ist die Kenntnis über das Vorliegen von großer Bedeutung. Eine sichere Beurteilung ist nur im Computertomogramm, im Volumentomogramm oder MRT möglich.

Eine Auswertung unserer Computertomogramme zeigte, dass in 37 % der untersuchten Fälle Kieferhöhlensepten nachweisbar waren, die den Zugangsweg in der facialen Kieferhöhlenwand bestimmten. Von einigen Septen wurde der Sinus maxillaris in vollständig voneinander getrennten Kammern geteilt.

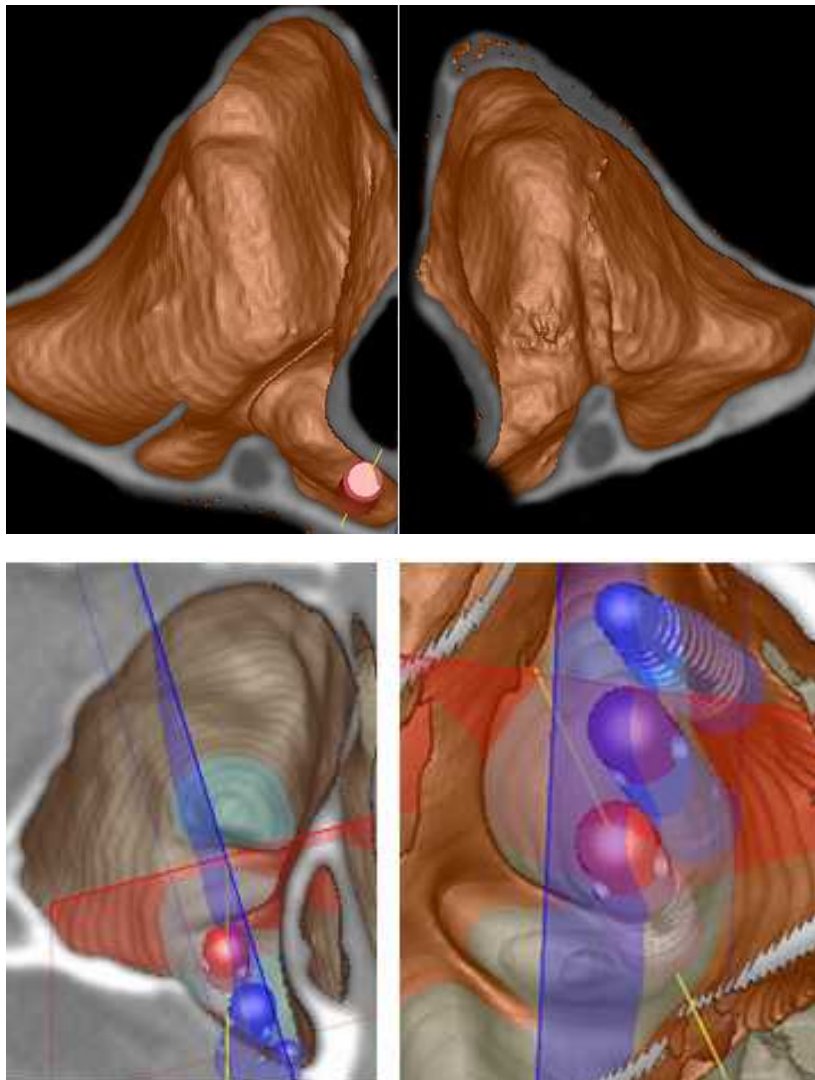


Abb. 30 Septen der Kieferhöhle in verschiedenen Ausprägungen

Nur in seltenen Ausnahmefällen lassen sich diese Septen im Orthopantomogramm erkennen (Abb. 31). Bei entsprechend ungünstigem Verlauf wurde

ein zweifacher Zugang gewählt, wobei eine Brücke in der fazialen Kieferhöhlenwand bestehen blieb. Dieses Vorgehen wurde in 11 Fällen notwendig. In anderen Fällen kam es zu einer Schleimhautperforation über dem Septum, die weitergehende Maßnahmen erforderte (Abb. 31 und 32).

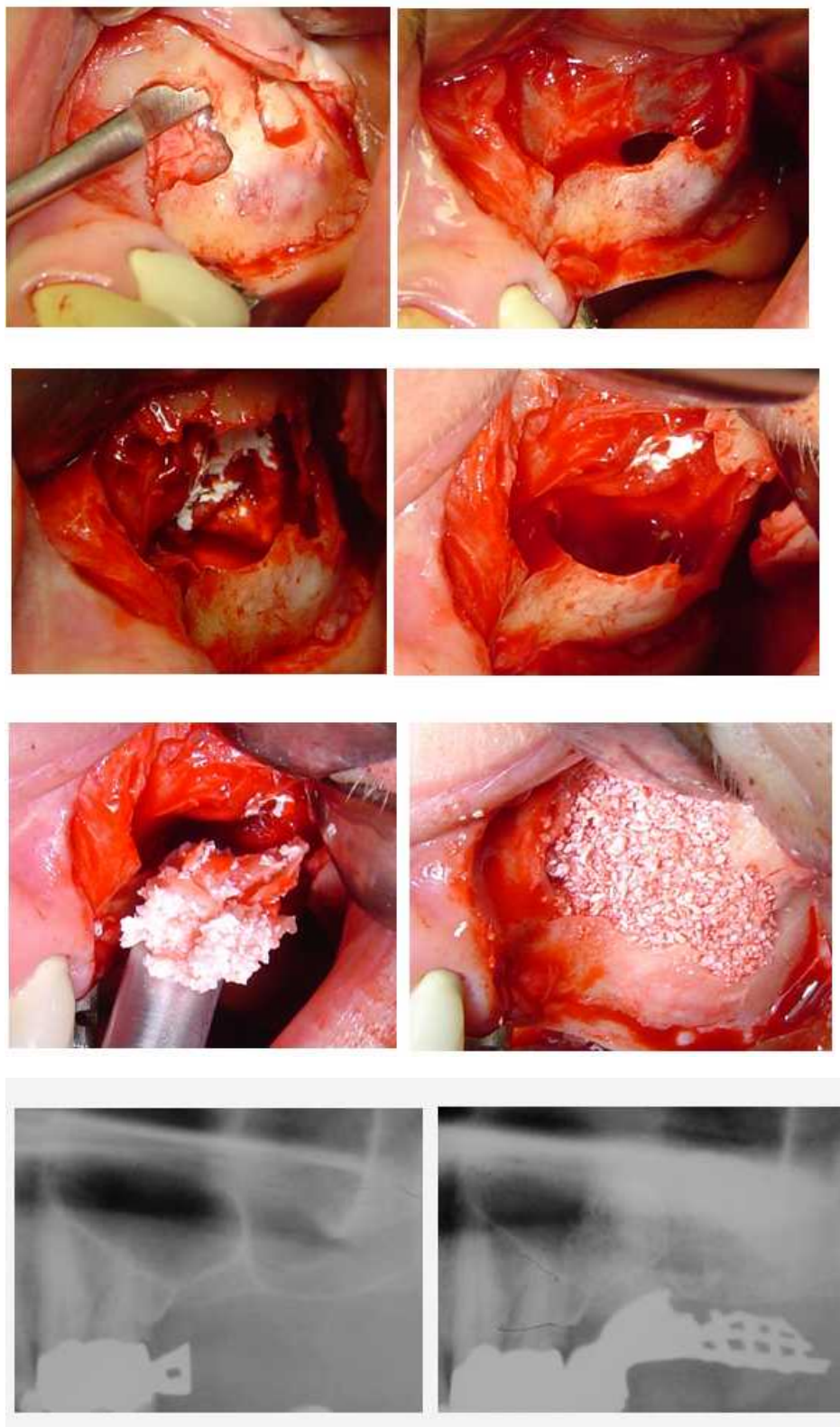


Abb. 31 Sinusbodenelevation bei Vorliegen eines Septums mit Verletzung der Schneiderschen Membran

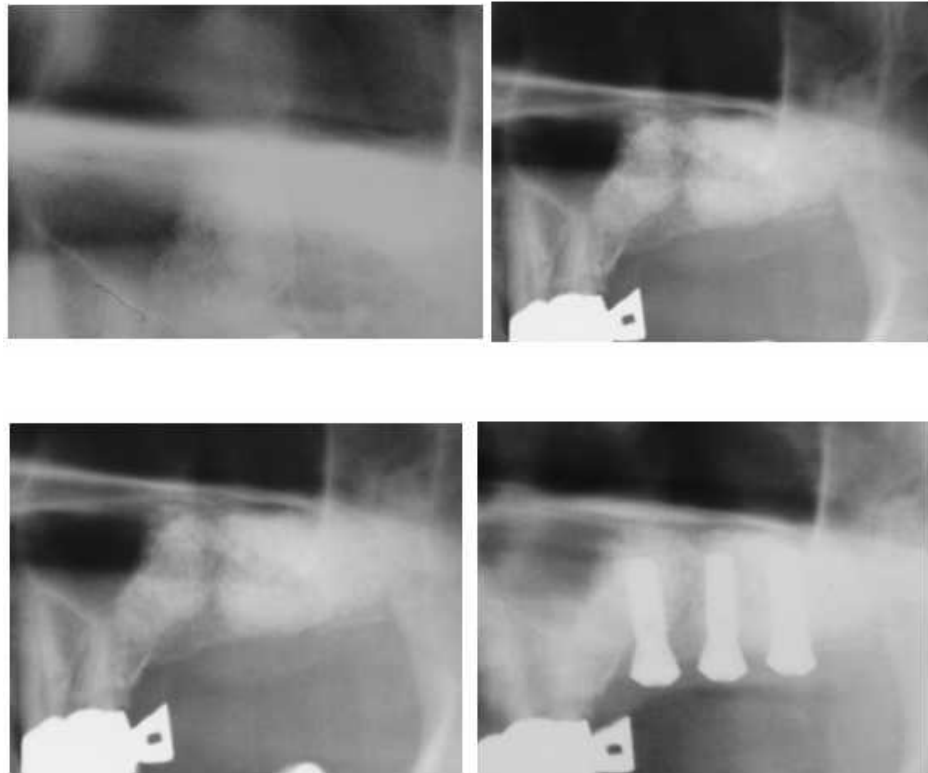


Abb. 32 Zustand nach Sinusbodenelevation und sekundärer Implantation. Der Verlauf des Septums ist in den Aufnahmen nach der Augmentation zu erkennen (rechts oben und links unten)

4.2.2 Pathologische KH-Veränderungen

Bei einer Auswertung von 177 Kieferhöhlen fanden sich nur 66 ohne einen pathologischen Befund (Pfannenstiel 1998). Fast 25 % der Patienten wiesen Schleimhautveränderungen mit starker bis vollständiger Verschattung auf. Eine Auswertung erfolgte nach folgenden Kriterien:

Keine Verschattung = 0 mm sichtbar
Geringe Verschattung = 1-3 mm sichtbar
Mäßige Verschattung = 4 – 6 mm sichtbar
Starke Verschattung = > 7 mm
Totale Verschattung = ohne Restaufhellung

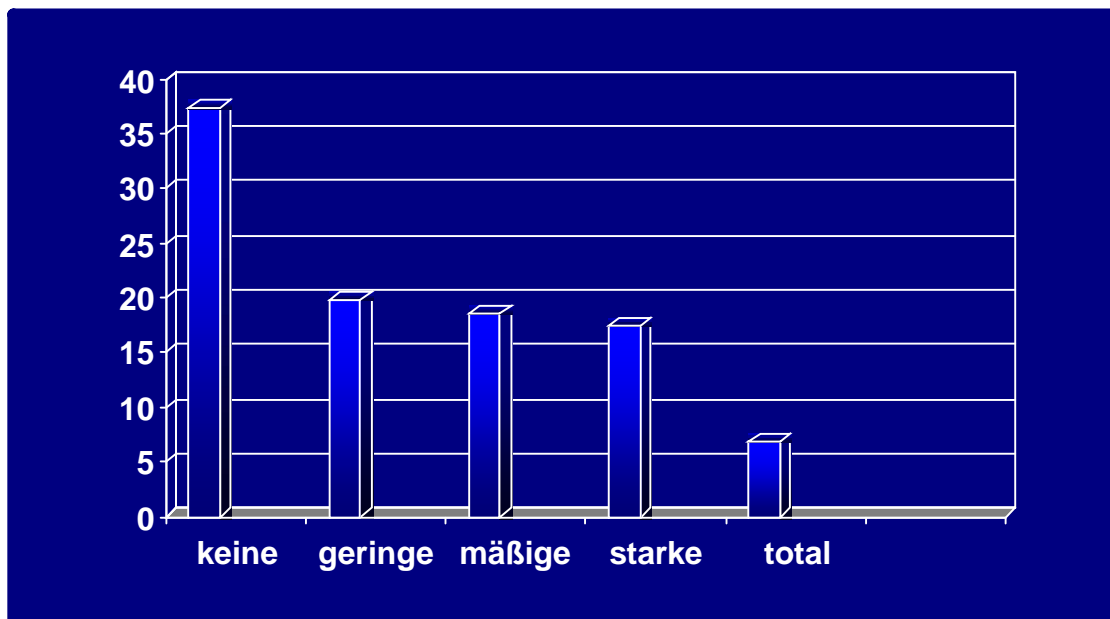


Abb. 33 Verschattungen der Kieferhöhle

Neben randständigen und diffusen Verschattungen wurden halbkugelige Vorwölbungen beobachtet, bei denen Dichtemessungen den Verdacht auf das Vorliegen von Mukozelen bestätigte. Die Präparation der KH-Schleimhaut muss in diesen Fällen unter besonderen Kautelen erfolgen. Bei den Kieferhöhleneröffnungen (siehe Abschnitt 4.2.3) wurden in 4 Fällen Mukozelen diagnostiziert. Nicht in jedem Fall wird die Präparation der Schleimhaut durch entzündliche Veränderungen schwieriger. Bei einer chronischen Sinusitis maxillaris kann eine verdickte Schleimhaut die Präparation sogar einfacher gestalten.

4.2.3 Mund-Antrum Verbindungen (MAV)

Eine für die Sinusbodenelevation spezifische Komplikation ist die Eröffnung der häufig sehr dünnen und fragilen Schneider'schen Membran. Im eigenen Vorgehen wurde eine derartige Komplikation bei externem Zugang in 96 Fällen beobachtet. Interessant ist die Tatsache, dass Perforationen in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes signifikant häufiger auftraten als in der zweiten Hälfte. In dem Zeitraum 1993 – 1999 betrug der Anteil 11,3 % und nahm in dem Zeitraum von 2000 – 2006 auf 6,9 % ab. Dies wird auf die größere Operationserfahrung und den Einsatz eines Piezo-Chirurgie-Gerätes zurückgeführt, mit dem eine selektive Knochenbearbeitung durchgeführt und das Risiko von Weichteilverletzungen erheblich minimiert wird. Der Abtrag des Knochengewebes erfolgt mit Hilfe spezieller Ansätze durch Mikrovibrationen mit einer Frequenz von 29 kHz. Das Gerät arbeitet mit einer Leistung von 2,8 bis 16 Watt. Die Auslenkungen der Arbeitsansätze liegen in der Vertikalen

zwischen 20 und 60 μm , in der Horizontalen betragen sie 50 – 200 μm . Die Geschwindigkeit der Auslenkungen beträgt ca. 20 km/h.

Nicht alle diese Perforationen sind auf Operationsfehler zurückzuführen. In einigen Fällen bestand bereits vor dem Eingriff eine nicht erkannte Mund-Antrum-Verbindung. In 8 Fällen waren Wurzelspitzenresektionen und in 12 Fällen Kieferhöhlenoperationen vorausgegangen, die anamnestisch nicht erfasst wurden, da sich die Patienten nicht an den Eingriff erinnern konnten. In 14 weiteren Fällen lagen Mukozelen vor, die bereits bei leichter Berührung einrissen.

Ursachen der Kieferhöhleneröffnungen

Ursache	Anzahl
Operationsfehler	26
Voroperierte Kieferhöhle	12
Wurzelspitzenresektion	8
Kieferhöhlensepten	8
Mukozele	14
Kieferhöhleninfektion	7
Residualzyste	1
Unbekannt	20

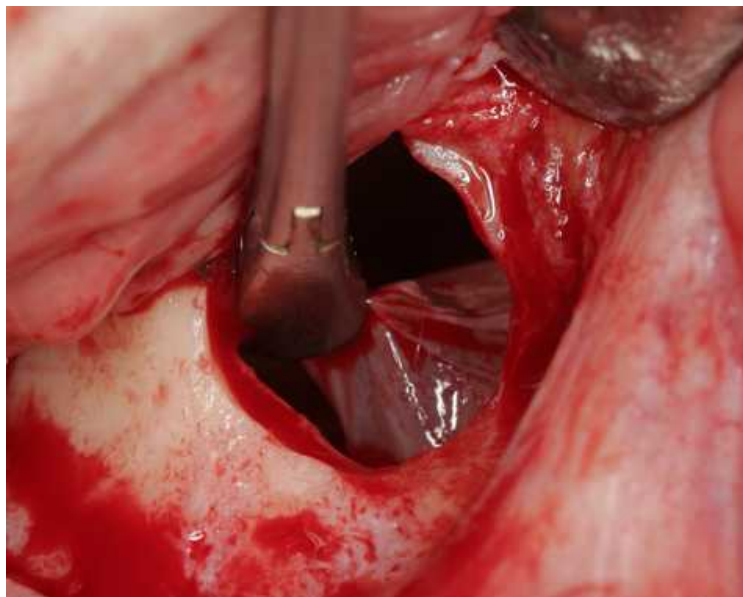


Abb. 34 Verletzung der Schneiderschen Membran bei Vorliegen einer Mukozele

In allen Indikationen wurden die KH-Schleimhautperforationen gefunden.

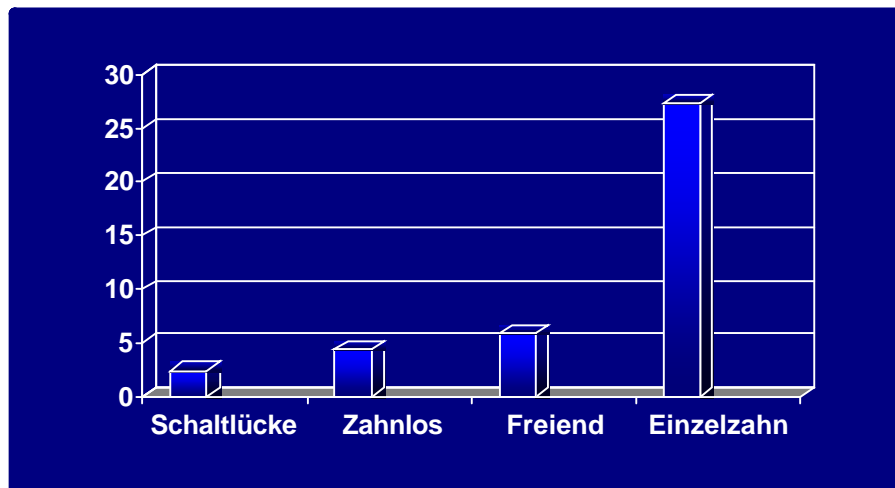


Abb. 35 Prozentuale Verteilung der KH-Eröffnungen (n=96) auf die einzelnen Indikationen

Auffällig ist der sehr hohe Anteil bei den Einzelzahnimplantaten. Während sich die anderen Indikationsgebiete des Operationsverfahrens nur geringfügig unterscheiden, fallen die häufig in einem sehr umschriebenen Bereich durchgeführten Sinusbodelevationen aus dem Rahmen. Die Ursache wird hier in den zwangsläufig kleinen Knochenfenstern gesehen. Nachbarwurzeln dürfen nicht verletzt werden und zwingen zu diesem Vorgehen. Das Risiko steigt vor allem durch die Präparation der KH-Schleimhaut über den begrenzten Zugangsweg. In vielen Fällen muss weit unterminierend und ohne direkte Sichtkontrolle gearbeitet werden. Das erklärt die hohe Komplikationsrate.

Es wurden punktförmige von großflächigen Perforationen unterschieden. Diese Unterscheidung ist insofern relevant, da sie andere therapeutische Maßnahmen erfordern.

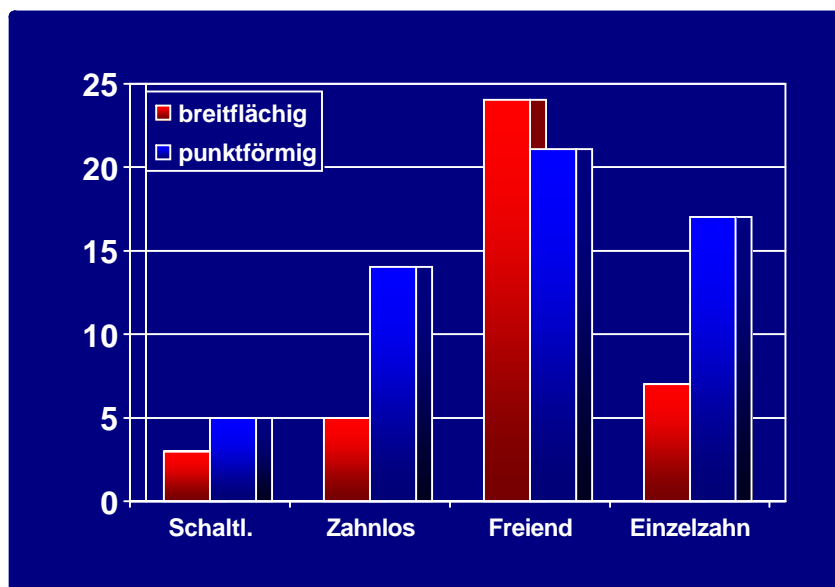


Abb. 36 Breitflächige und punktförmige KH-Perforationen in den einzelnen Indikationen

In insgesamt 57 Fällen wurden punktförmige Eröffnungen beobachtet. In diesen Fällen wird die Schleimhaut mit extremer Vorsicht weiter mobilisiert, um ein weiteres Einreißen zu verhindern. Da nach der Mobilisation und der Verlagerung nach kranial ein großer Schleimhautüberschuß besteht, wird auf weitere Maßnahmen verzichtet. Kleine Perforationen werden sich in den aufgefalteten Arealen spontan verschließen.

Anders verhält es sich bei den großflächigen Eröffnungen. Hier werden spezielle Maßnahmen notwendig, da sonst mit Verlust des Augmentationsmaterialies gerechnet werden muss. Diese umfangreichen Schleimhautverletzungen wurden in 44 Fällen beobachtet.

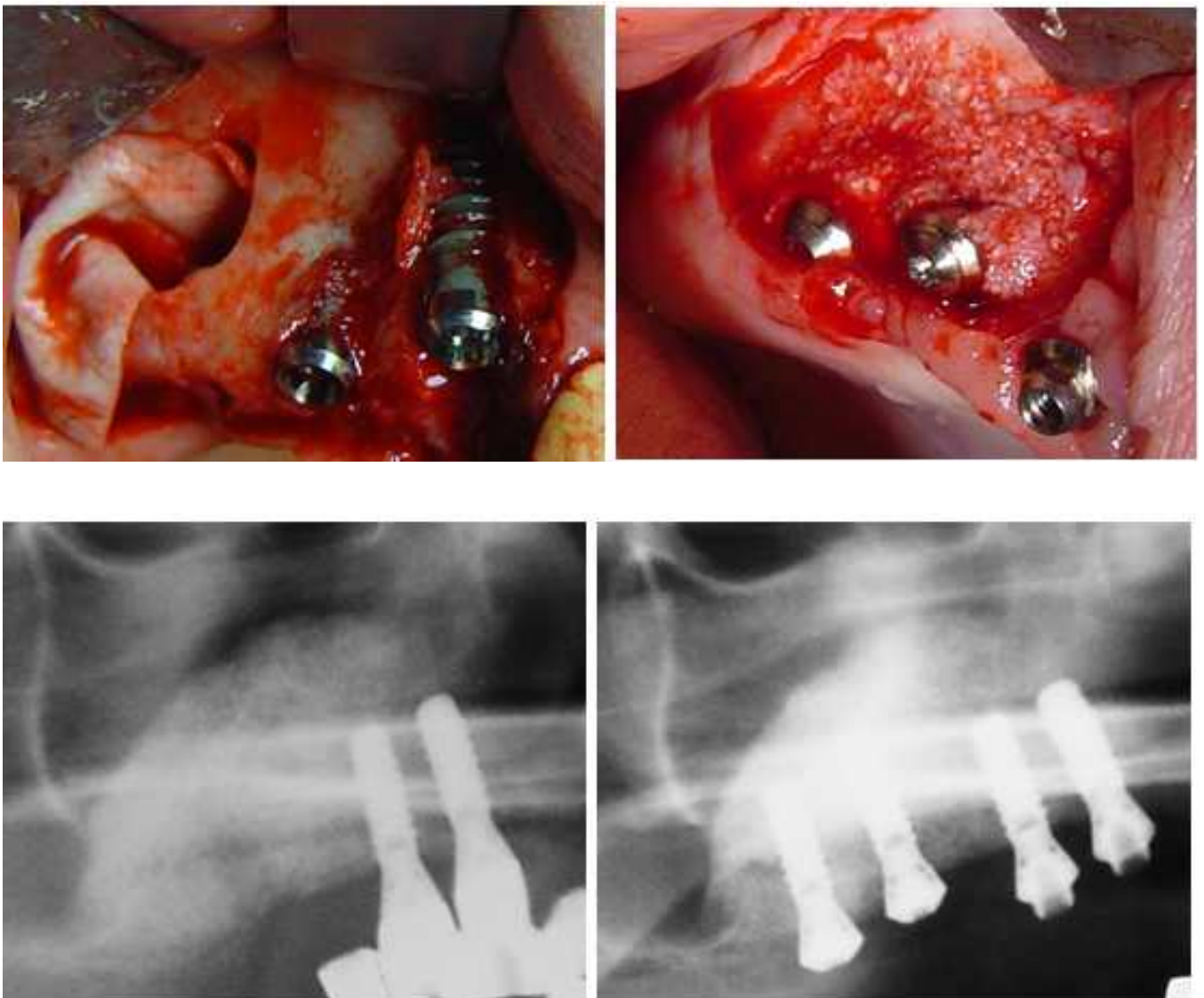


Abb. 37 Breitflächige Eröffnung der Kieferhöhle und Defektdeckung durch eine Membran. Zustand 6 Monate nach dem Ersteingriff (rechts oben) und nach Insertion zweier zusätzlicher Implantate im augmentierten Bereich bei stabilen Knochenverhältnissen.

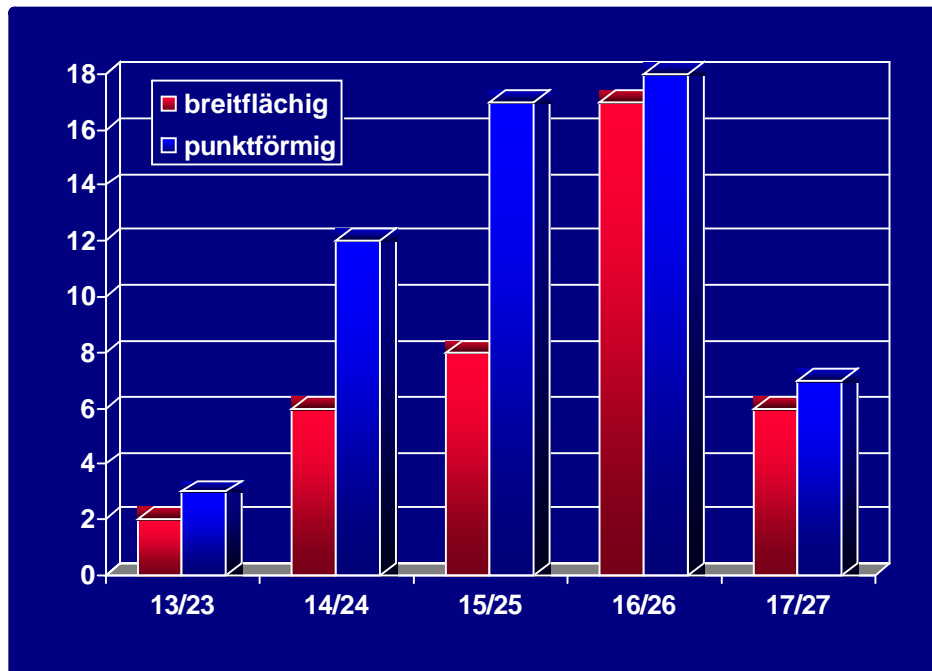


Abb. 38 Eröffnung der Kieferhöhle in dem einzelnen Regionen

Die Perforationen verteilen sich auf alle Indikationen. Auch hier ist der hohe Anteil der Einzelzahnimplantate zu beobachten.

Die Abbildung 38 zeigt die Verteilung auf die jeweiligen Zahnregionen. Sie entspricht weitgehend derjenigen der Sinusbodenelevationen. Der niedrigste Wert liegt mit 6,5 % in der regio 15/25, der höchste mit 9,3 % bei 17/27. Hier mag die schlechtere Übersicht in den distalen Kieferabschnitten eine Rolle spielen. Die Differenzen sind aber statistisch nicht signifikant.

Die Therapie der großflächigen Mund-Antrum-Verbindungen bestand in 3 Fällen in dem Einsatz von Knochenblock-Transplantaten, die aus dem Unterkiefer entnommen und in der Empfängerregion durch Schrauben fixiert wurden. In den übrigen Fällen wurde durch den Einsatz von resorbierbaren Kollagenmembranen (Biogide®) eine neue Begrenzung zu der eröffneten Kieferhöhle geschaffen. Die Membranen wurden an der kranialen Begrenzung des Knochenfensters in Bohrlöcher durch resorbierbare Nähte fixiert und in den Defekt eingeschlagen. Eine weitere Fixation erfolgte – je nach den morphologischen Voraussetzungen – am unteren Rand des Knochenfensters oder in der Tiefe des Recessus alveolaris durch Titannägel an der palatinalen Kieferhöhlenbegrenzung. Diese Maßnahmen führen zu einer erheblichen Verlängerung der Operationszeit und sind technisch nicht ganz einfach. Voraussetzung für eine sichere Fixierung der Membran ist eine gute Übersicht, die in vielen Fällen dazu zwingt, das primär geschaffene Knochenfenster zu erweitern.

4.3 Spezifische postoperative Komplikationen

4.3.1 Primäre Wundheilungsphase

Implantologische Eingriffe sind gegenüber anderen dento-alveolären Eingriffen mit signifikant geringeren postoperativen Problemen verbunden. Untersuchungen von *Schäflein* (1996) zeigten, dass 30 % der Patienten nach einer Implantation postoperativ kein Analgetikum benötigten. Nach Weisheitszahnentfernungen, Wurzelspitzenresektionen lag dieser Wert bei 5 %. Es ließ sich ein Zusammenhang zwischen Operationsdauer und der Anzahl der nach den Eingriffen konsumierten Analgetika-Tabletten erkennen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt in einer neueren Untersuchung *Homann* (2002), die eine Untersuchung über den klinischen Einsatz von plättchenreichem Plasma (PRP) durchführte. *Tetsch* und Mitarbeiter (2004) publizierten Ergebnisse zum postoperativen Beschwerdeprofil nach dem Einsatz von PRP bei implantologischen Eingriffen.

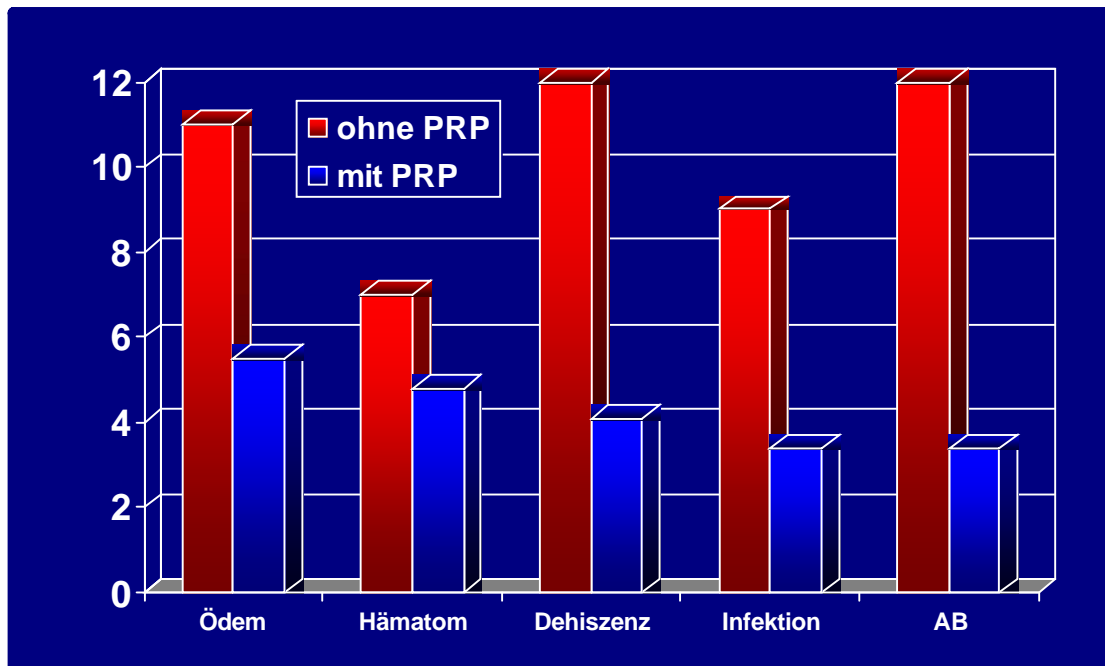


Abb. 39 Postoperative Komplikationen mit und ohne PRP
(Angaben in Prozent)

Ausgeprägte Wundödeme, Hämatome, Nahtdeszidenzen, Wundinfektionen und die Notwendigkeit, Antibiotika (AB) zu verordnen, sind nach den Eingriffen selten. Beeindruckend ist die weitere Reduktion, die durch das PRP-Verfahren erreicht werden kann.

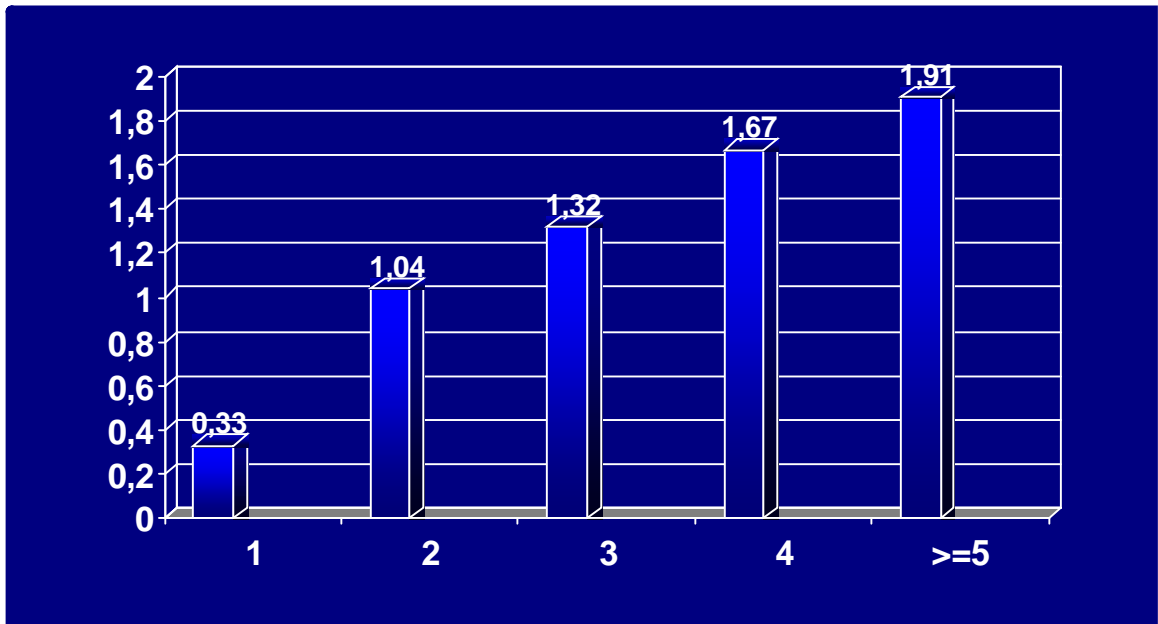


Abb. 40 Durchschnittlicher postoperativer Analgetika-Konsum in Abhängigkeit von der Anzahl der inserierten Implantate. Durchschnittswerte von 250 Patienten

Der postoperative Analgetika-Konsum hängt entscheidend von der Operationsdauer ab. Die Graphik belegt diese Tatsache bei zunehmender Implantatzahl, die zwangsläufig mit einer längeren Op-Dauer verbunden ist.

In einer prospektiven Studie wurden 100 Patienten untersucht, bei denen Sinusbodenelevationen durchgeführt wurden.

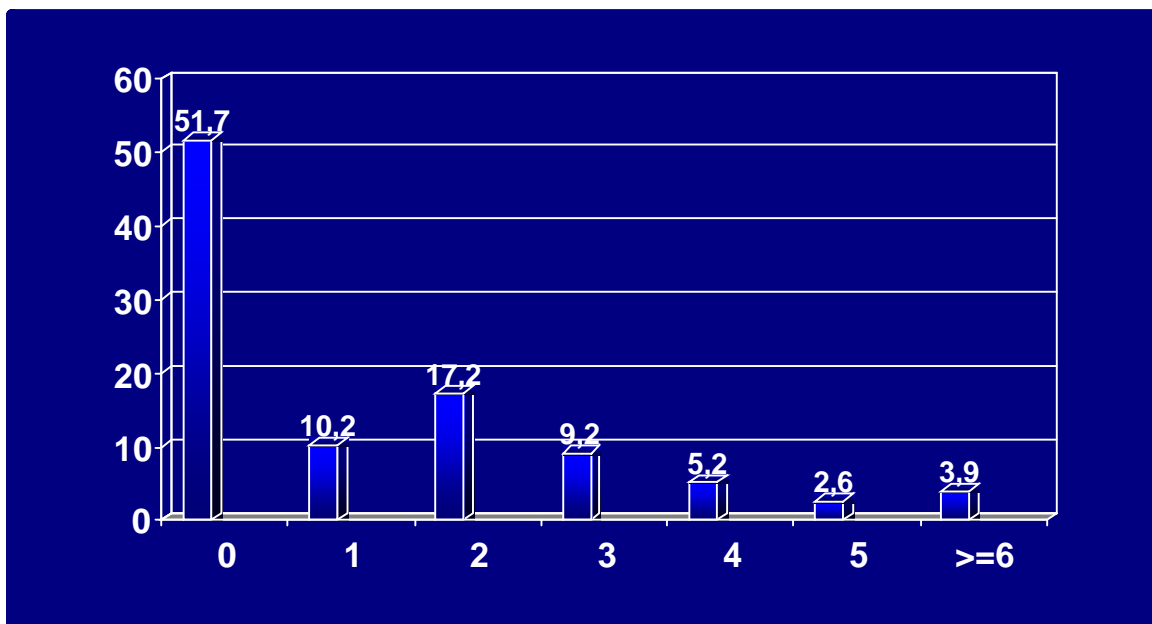


Abb. 41 Postoperativer Analgetika-Konsum nach Sinusbodenelevationen

Erstaunlich ist, dass selbst nach diesen umfangreicheren Eingriffen in über 50 % der Fälle postoperativ kein Analgetikum eingenommen werden musste.

Dennoch muss mit einer gewissen Komplikationsrate gerechnet werden. Daher ist die Aufklärung besonders wichtig, wenn umfangreichere chirurgische Maßnahmen geplant sind. Vor allem nach Eintritt von intraoperativen Komplikationen, wie sie in dem vorangegangenen Abschnitt beschrieben wurden, verlängert sich die Operationszeit und damit auch das postoperative Beschwerdeprofil.

4.3.2 Regenerationsphase

Nach internen Sinusbodenelevationen wurden röntgenologisch nur in Ausnahmefällen Veränderungen beobachtet. Da während des Eingriffes auf die Transplantation von Knochenersatzmaterialien verzichtet und nur in sehr geringem Ausmaß Knochenpartikel über die basale knöcherne Kieferhöhlenbegrenzung transportiert wurden. Dennoch konnten in einigen Fällen Änderungen der Knochenstruktur beobachtet werden.

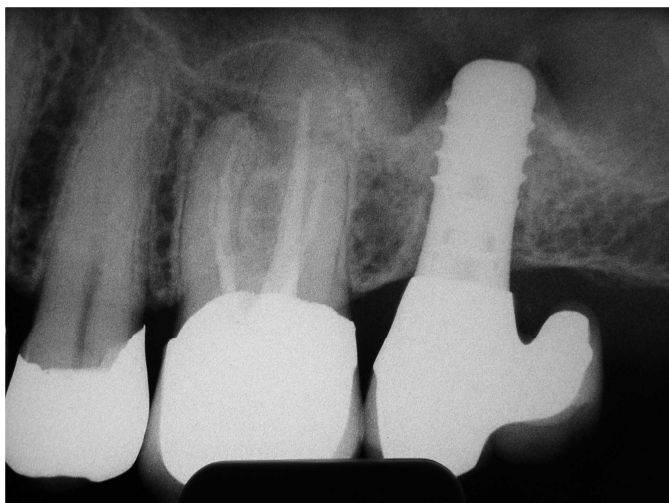


Abb. 42 Knochenanbau und Bildung einer Kortikalschicht nach interner Sinusbodenelevation (ISBE) 24 Monate nach dem Eingriff

Auf der Abbildung 42 ist gegenüber dem Ausgangsbefund ein deutlicher Knochenanbau und die Bildung einer Begrenzungslinie zu erkennen.

Deutlicher sind Anbauvorgänge in der folgenden Abbildung (43) zu erkennen. 3,5 Jahre liegen zwischen den beiden Aufnahmen. Der apikale Überstand betrug 6 mm. Die Kieferhöhlenschleimhaut war intakt. In der Folgeaufnahme ist vor allem basal und mesial eine Apposition knöcherner Strukturen zu erkennen.

Hier wurden intraoperativ in geringem Umfang Bonechips nach kranial verlagert.

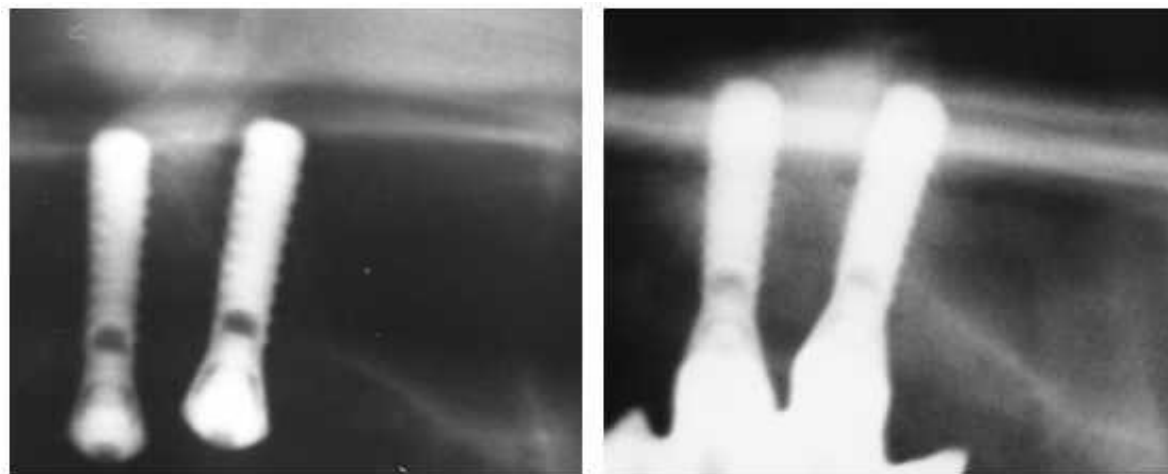


Abb. 43 Knochenapposition bei dem distalen Implantat 3,5 Jahre post op

Auch die folgenden Aufnahmen zeigen diskrete Veränderungen über der Implantatbasis nach internen Sinusbodenelevationen.

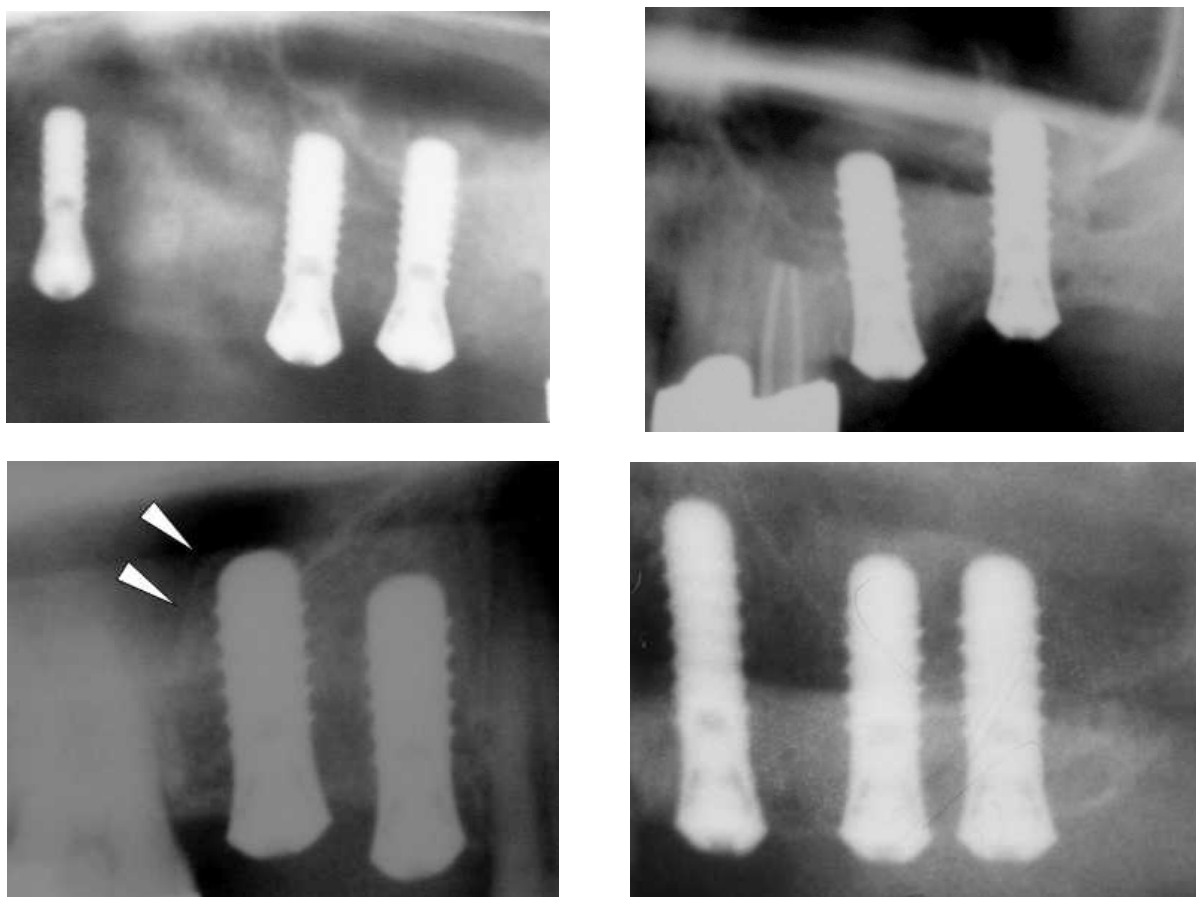


Abb. 44 Knochenapposition nach internen Sinusbodenelevationen

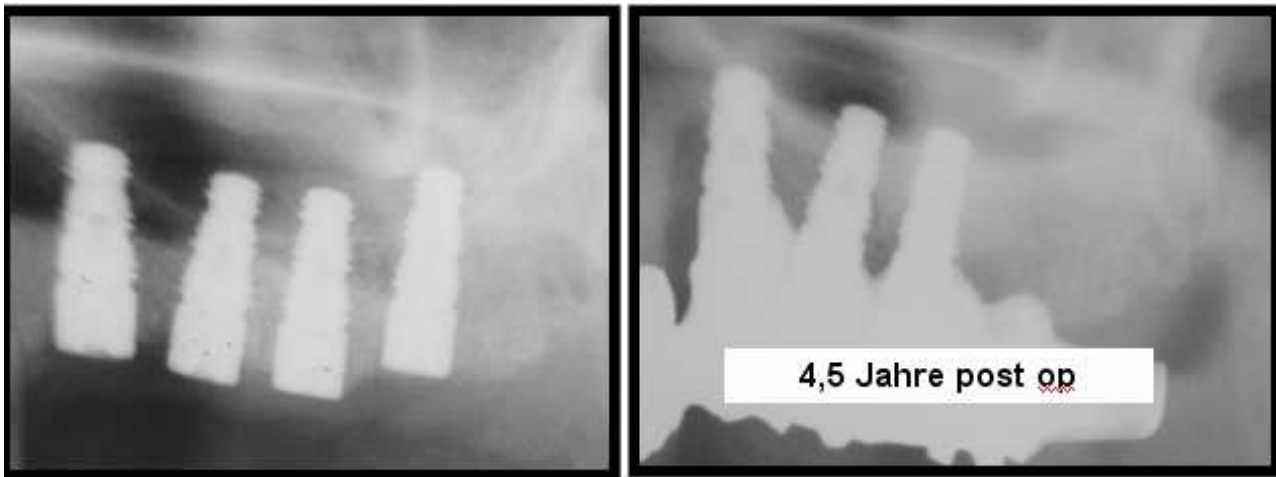


Abb. 45 Knochenapposition nach interner Sinusbodenelevation

Die Umwandlung des Augmentates bei externen Sinusbodenelevationen ist von großem wissenschaftlichen und klinischen Interesse. Zahlreiche histologische Untersuchungen belegen nach tierexperimentellen und klinischen Studien, dass Umbauvorgänge stattfinden und Knochenersatzmaterialien in bestimmten Zeitintervallen abgebaut und durch eigenen Knochen ersetzt werden. Bei der vorliegenden Studie war es nicht möglich, Biopsien für histologische Untersuchungen zu entnehmen. Daher sollte versucht werden, aus den vorhandenen, in unterschiedlichen Zeitintervallen angefertigten postoperativen Röntgenaufnahmen, Rückschlüsse auf die möglichen Veränderungen im Augmentationsbereich zu ziehen.

Diese Auswertung ist mit zahlreichen Unwägbarkeiten verbunden, da die postoperativen Röntgenaufnahmen nicht unter standardisierten Bedingungen angefertigt werden konnten. Aufnahmetechnik und Entwicklung führen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, die einen Vergleich nicht immer zulassen. In diese Analyse wurden daher nur vergleichbare Orthopantomogramme aufgenommen. Insgesamt konnten 371 Aufnahmen ausgewertet werden. Sie wurden digitalisiert und in vergleichbaren Ausschnitten miteinander verglichen. Es wurde versucht, die beobachteten - oft erstaunlichen Veränderungen zu systematisieren. Selbstverständlich spielt der Zeitraum nach dem Eingriff bei dieser Bewertung eine Rolle. Nach 2 - 3 Monaten werden in Einzelfällen bereits deutliche Umstrukturierungen im Augmentationsbereich nachgewiesen (Abb. 46). Hier wurde ein Gemisch von Bio-Oss[®] und Bonechips implantiert. Der halbkugelige Bereich ist unmittelbar nur schemenhaft zu erkennen. Er grenzt sich in der Folgeaufnahme sehr viel deutlicher gegenüber der Umgebung ab.

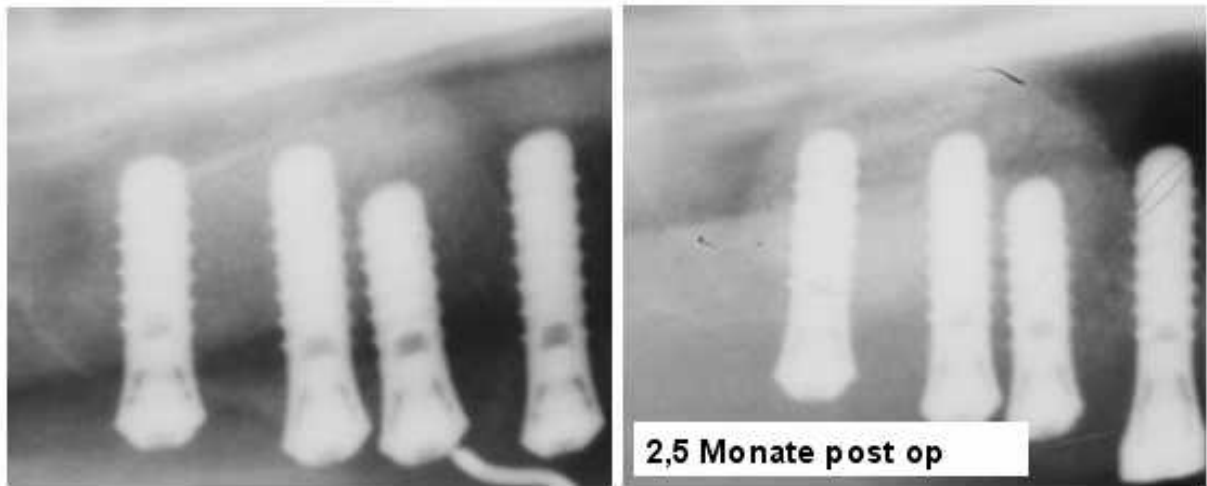


Abb. 46 Verdichtung der Strukturen im Augmentationsbereich 2,5 Monate post op

Nach 10 Monaten (Abb. 47) entsteht der Eindruck, dass die Intensität der Struktur geringer wird. Der augmentierte Bereich wirkt knochenähnlicher und zeigt im vorderen Abschnitt eine kortikale Abgrenzungslinie gegenüber der Kieferhöhle.

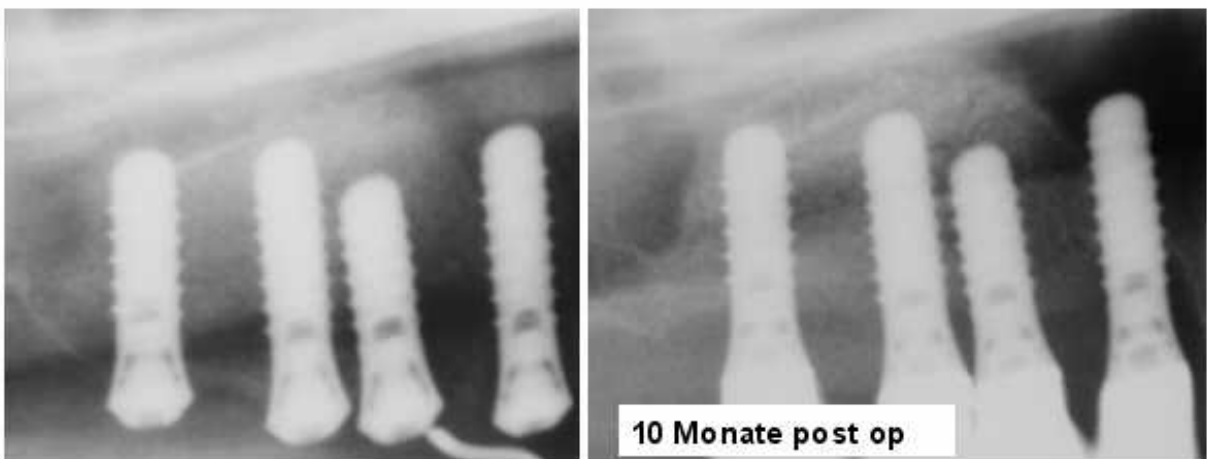


Abb. 47 Im vorderen Augmentationsbereich aufgehellte Areale 10 Monate post op

In vielen Fällen sind Umbauvorgänge nach 3 Monaten kaum erkennbar. Bereits nach 5 Monaten konnten dagegen in einzelnen Fällen erhebliche Veränderungen nachgewiesen werden. 10 Monate nach einem zweizeitigen Vorgehen sind erhebliche Umbauvorgänge zu erkennen. Dabei haben sich die Konturen und die Dichte verändert (Abb. 48).

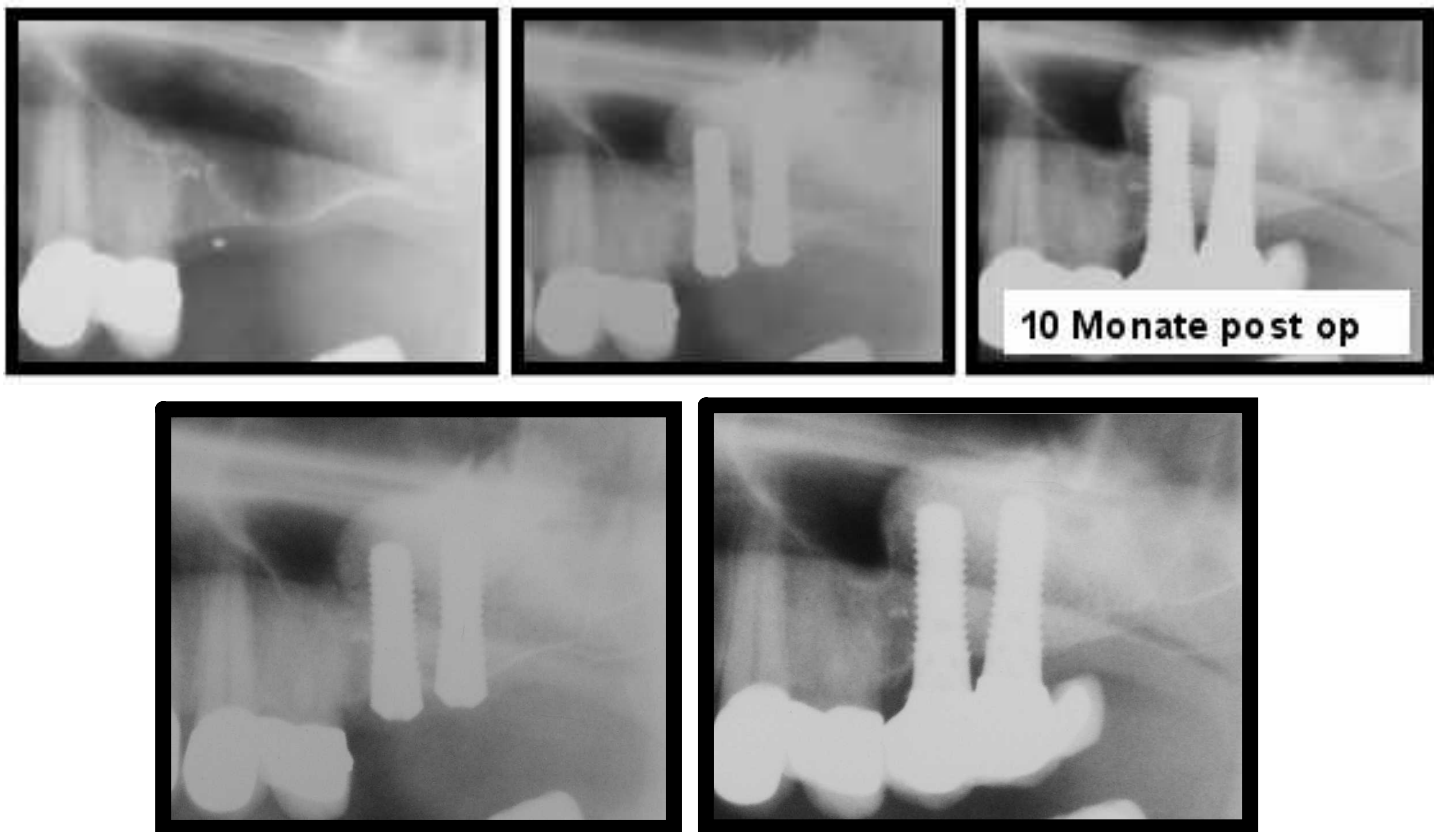
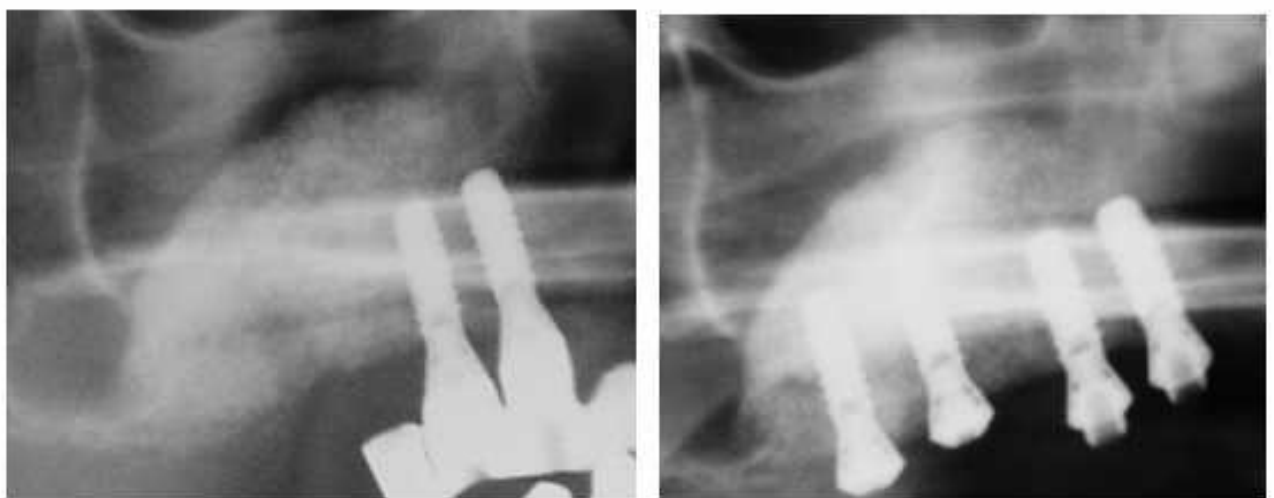


Abb. 48 Veränderungen im Augmentationsbereich 10 Monate post op

Die Abbildungen 49 u. 50 zeigt nach 12 Monaten eine deutliche Zunahme der Verschattung im Augmentationsbereich. Es ist eine erhebliche Verdichtung der Strukturen eingetreten. Die Dimensionen haben sich dagegen nicht verändert. Die Implantate im vorderen Abschnitt waren bereits funktionell belastet. Hier lassen sich in dem Grenzbereich zur Kieferhöhle diskrete Strukturveränderungen nachweisen.



12 Monate post op

Abb. 49 Strukturveränderungen 12 Monate post op nach zweizeitigem Vorgehen im Molarenbereich des rechten Oberkiefers



Abb. 50 Veränderungen im Augmentationsbereich 12 und 18 Monate post op

Nach 24 Monaten finden sich in der folgenden Abbildung interessante Veränderungen. Insgesamt tritt eine Verdichtung der Strukturen ein. Darüber hinaus hat sich eine Crista über den Implantaten gebildet. Aus der ursprünglichen Kuppelform ist ein „Matterhorn-Profil“ entstanden.

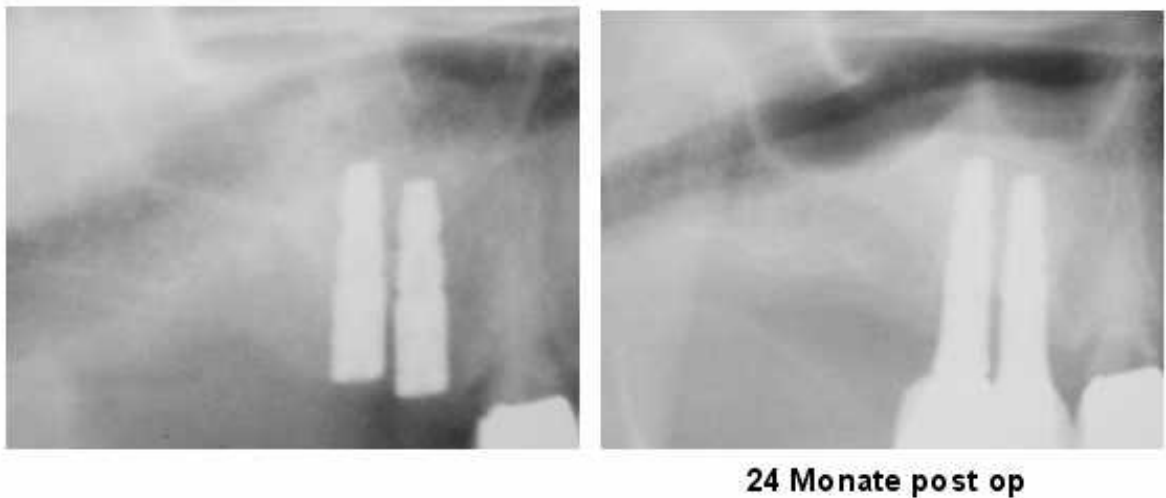
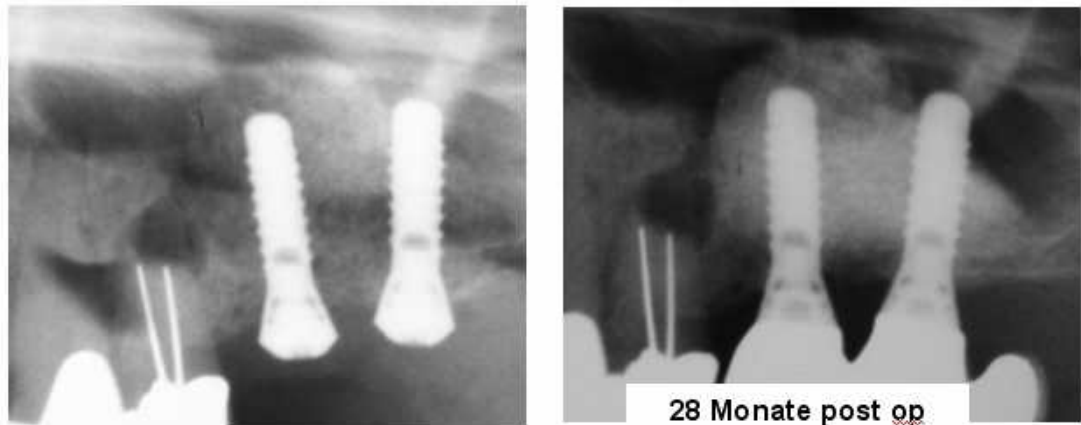


Abb. 51 Massive Umbauvorgänge nach 24 Monaten

In einem anderen Fall wurde massive Veränderungen nach 28 Monaten beobachtet.



**Abb. 52 Massive Umbauvorgänge im Augmentationsbereich
28 Monate post op**

Sie bestehen in einer erheblichen Strukturverdichtung, vor allem in den basalen crestalen Abschnitten.

Nach über 3 Jahren finden sich in dem folgenden Fall - gegenüber der weitgehend homogenen Struktur in dem Ausgangsbild - Veränderungen, die massive Umbauvorgänge belegen. Sie bestehen zum Teil in einer diskreten Verdichtung zum anderen in Aufhellungen, die sich vor allem um das distale Implantat erkennen lassen.

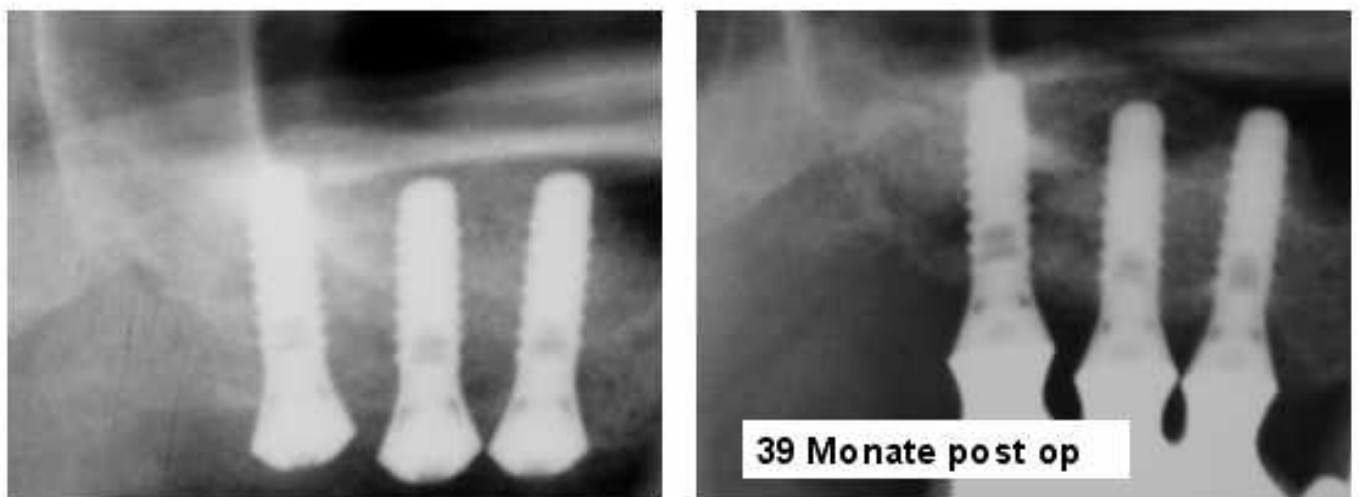


Abb. 53 Massive Umbauvorgänge nach 39 Monaten

Neben dem Implantatverlust in Region 27 ist bei den Implantaten 25 und 26 ein Zuwachs in der Vertikalen um 2 mm zu beobachten (Abb. 54). Die Knochenstruktur erscheint deutlich dichter als in der postoperativen Aufnahme. Die Grenzlinie zur Kieferhöhle ist nach 56 Monaten sehr stark ausgeprägt.

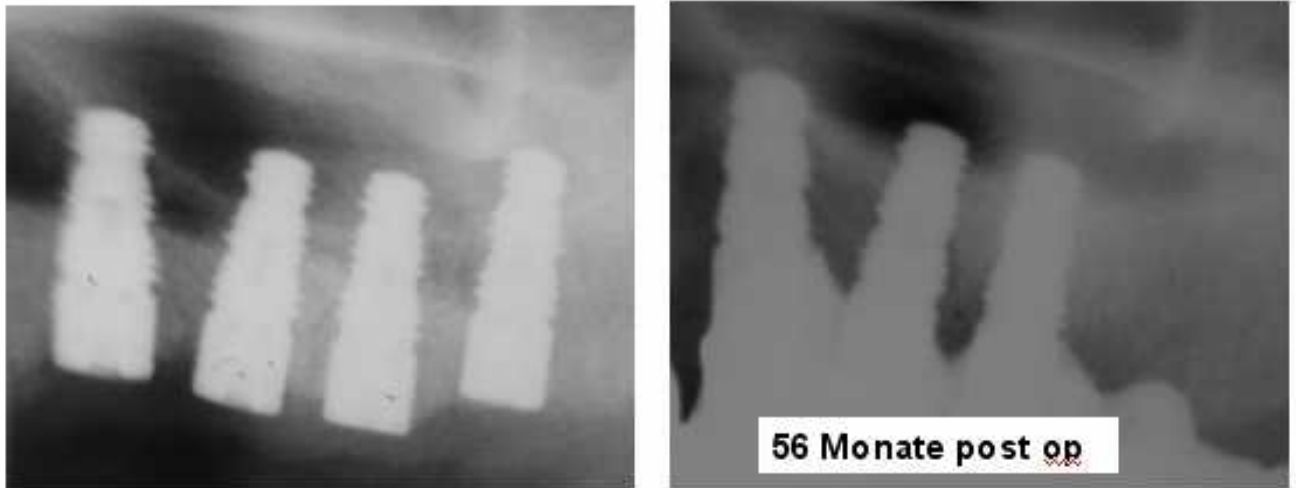


Abb. 54 Implantatverlust regio 27 und Knochenapposition bei 25 und 26

Ähnliche Befunde zeigt das folgende Bild (Abb. 55), das nach über 5 Jahren angefertigt wurde. Marginal sind Abbauvorgänge zu erkennen, die aber ohne klinische Symptome und pathologische Befunde abgelaufen sind. Über dem distalen Implantat ist eine halbkugelige Verdichtung der Struktur mit einer deutlichen Abgrenzung gegenüber der Kieferhöhle zu erkennen, während der Augmentationsbereich über dem mittleren Implantat eher aufgehellt erscheint.

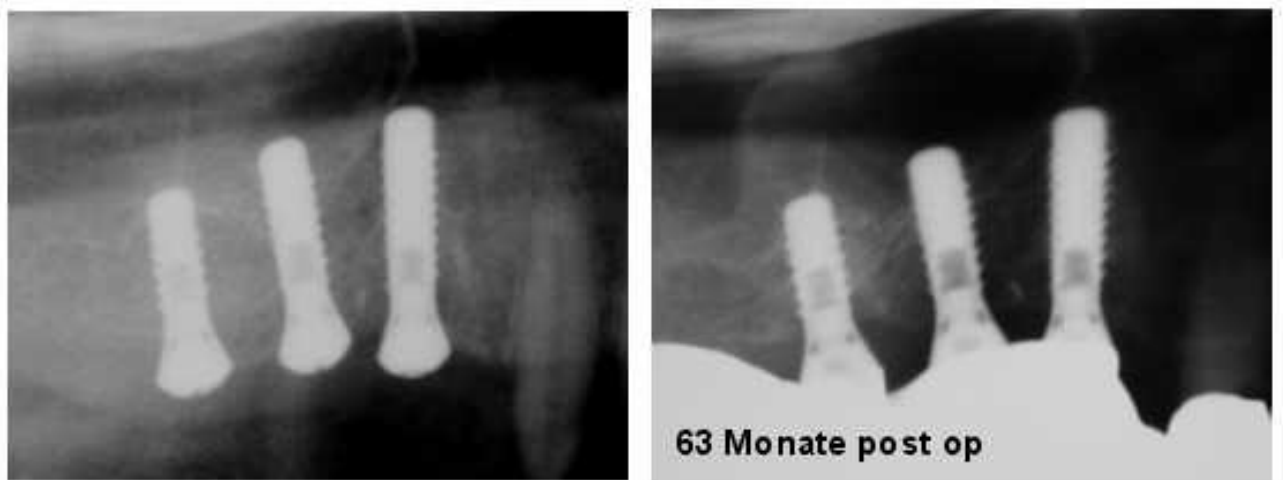


Abb. 55 Veränderungen im Augmentat nach 63 Monaten

Veränderungen nach 7,8 Jahren zeigt die folgende Abbildung. Insgesamt hat die Verschattung zugenommen. Auch die Strukturen in den Randbereichen haben sich erheblich verändert. Die ursprüngliche basale Begrenzung des Recessus alveolaris ist auch nach diesem langen Zeitraum noch eindeutig nachzuweisen. In den oberen Abschnitten sind Einkerbungen zu erkennen. Die Abgrenzungen gegenüber den benachbarten anatomischen Strukturen sind deutlicher als in dem Eingangsbild.

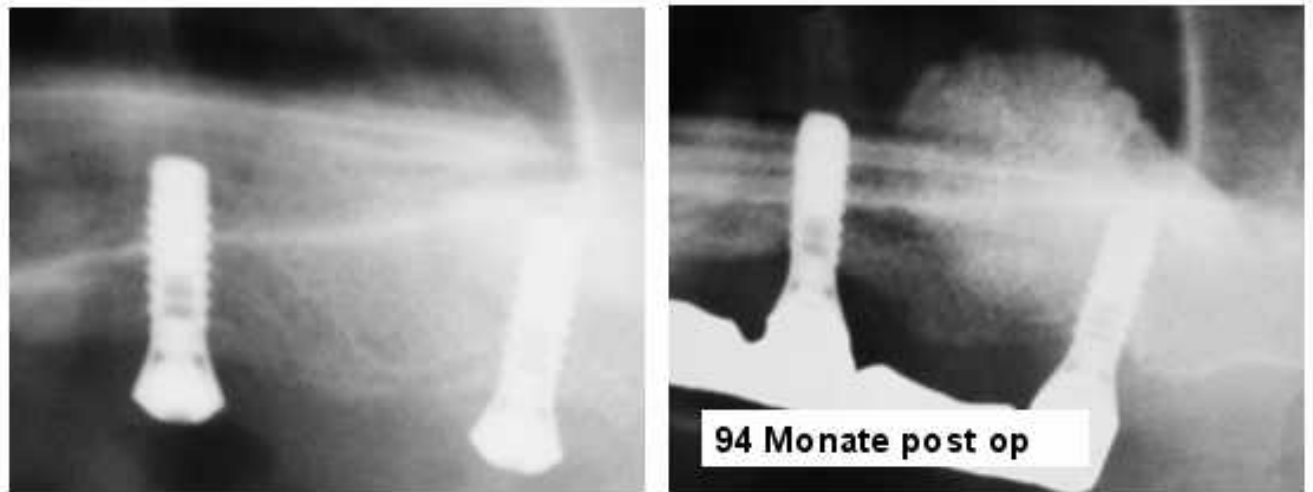


Abb. 56 Massive Veränderungen im Augmentat nach 94 Monaten

Die Beispiele zeigen, dass im Augmentationsbereich vielfältige Veränderungen stattfinden, wenn externe Sinusbodenelevationen (ESBE) durchgeführt wurden. Da bei den internen Sinusbodenelevationen (ISBE) keine Ersatzmaterialien verwendet wurden, sind die röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen sehr diskret und beschränken sich auf die unmittelbare Nachbarschaft des Implantatkörpers. Wir konnten vor allem in den Fällen Knochenanbauvorgänge beobachten, wenn Implantate in den Grenzbereichen der Kieferhöhle inseriert wurden und nur einseitig Flächen primär ohne Knochenbedeckung waren. Zu berücksichtigen ist hier auch, dass dieses interne Verfahren bei relativ günstigen morphologischen Voraussetzungen mit einem größeren vertikalen Knochenangebot eingesetzt wurde.

Um eine Systematisierung der Beobachtungen zu erreichen, wurde versucht, die röntgenologisch erkennbaren Veränderungen zu klassifizieren. Dies erwies sich als schwierig, da in einer Röntgenaufnahme unveränderte, verdichtete und aufgelockerte Strukturen nebeneinander zu finden waren. Dennoch ließ sich in allen Fällen ein Gesamteindruck der überwiegenden Veränderungen beschreiben. Lagen von einem Patienten mehrere Kontrollaufnahmen vor, erfolgte der Vergleich mit der jeweils letzten Aufnahme. Die Auswertung erfolgte unabhängig von zwei erfahrenen Implantologen. Bei Unstimmigkeiten wurde in einer gemeinsamen Bewertung ein Konsens herbeigeführt. Eine differenzierte Klassifizierung erschien nach den ersten Auswertungen nicht

sinnvoll, da die Orthopantomogramme nicht unter standardisierten Bedingungen angefertigt wurden. Die Auswertung erfolgte zeitabhängig hinsichtlich der Struktur- und Volumenveränderungen, wobei streng genommen in einer zweidimensionalen Aufnahme keine Aussage zu dem Volumen getroffen werden kann. Da eine Reduktion oder Zunahme der erkennbaren Höhe und Breite des Augmentates aber zwangsläufig mit einer Volumenveränderung verbunden ist, erschien diese Klassifizierung sinnvoll. Bei der Beurteilung der Augmentat-Struktur wurde im Vergleich zu der ersten postoperativen Aufnahme unterschieden zwischen:

Abnahme der Dichte
Konstanz
Zunahme der Dichte

Ähnlich wurde eine Bewertung der Volumenänderungen vorgenommen. Dabei konnten anhand der bekannten Implantatdimensionen metrische Auswertungen durchgeführt werden.

Abnahme des Volumens
Konstanz
Zunahme des Volumens

Strukturveränderungen nach ESBE

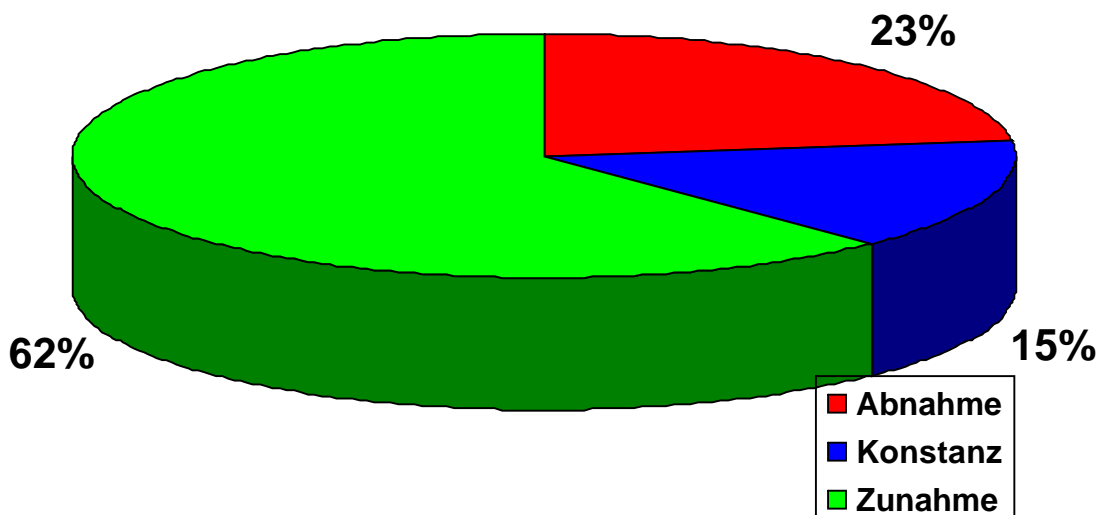


Abb. 57 Prozentuale Verteilung der Strukturveränderungen nach ESBE

Auffällig ist die in vielen Fällen auftretende Verdichtung des Augmentates nach externen Sinusbodenelevationen. Sie tritt unabhängig von dem eingesetzten Ersatzmaterial auf. Die verwendeten Materialien ähneln der Knochenstruktur und geben nur einen geringen Röntgenkontrast. Sie werden während des Eingriffes nicht kondensiert, um ganz bewusst Spalträume für eine knöcherne Durchbauung zu erhalten. Postoperativ tritt eine gewisse Sinterung ein, die durch den Druck der angrenzenden Weichteile und nach der Resorption eines Exsudates hervorgerufen wird. Damit lassen sich die frühzeitigen Verdichtungen des Augmentates erklären. Die eigentliche knöcherne Durchbauung wird erst nach Monaten röntgenologisch nachweisbar, wenn auch der Regenerationsprozess sicher sehr viel früher einsetzt. Diese Interpretation wird gestützt durch die Analyse der verschiedenen Zeitabschnitte (Abb. 58).

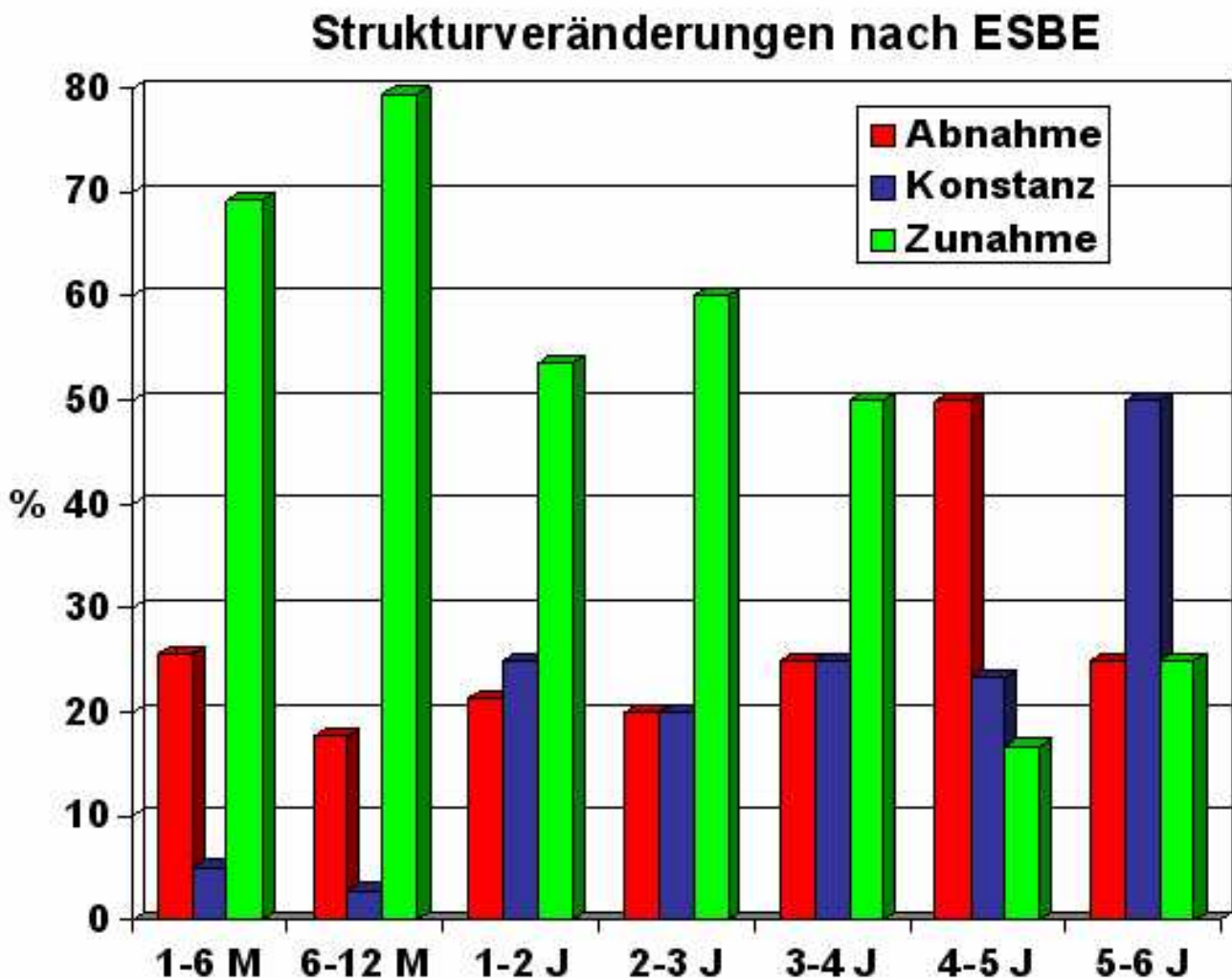


Abb. 58 Prozentuale Verteilung der Strukturveränderungen nach ESBE

Die Zunahme der Strukturverdichtung ist in den ersten Monaten besonders hoch, aber auch nach Jahren immer noch nachweisbar. Parallel dazu finden sich aber in jedem Auswertungsintervall Röntgenbilder ohne Veränderungen und Verringerungen der Dichte. Auffällig häufig waren in diesen Fällen postoperative Infektionen und Implantatverluste aufgetreten. Während in den ersten vier Jahren die Strukturverdichtungen dominieren, sind es in den folgenden Jahren die konstanten Verhältnisse oder die Abnahme der Dichte. Die noch nach Jahren auftretenden Veränderungen zeigen, dass es sich nach der Regeneration keineswegs um einen abgeschlossenen Prozess handelt. Die Röntgenbefunde sprechen dafür, dass auch später Umbauprozesse im Sinne eines Remodelling stattfinden. Die Osseointegration ist damit kein Ergebnis sondern ein permanenter Prozess. Dabei muss sicher auch die Belastung der Implantate als möglicher Einflussfaktor berücksichtigt werden.

Ganz anders verhält es sich, wenn das Augmentatvolumen analysiert wird.

Volumenänderungen nach ESBE

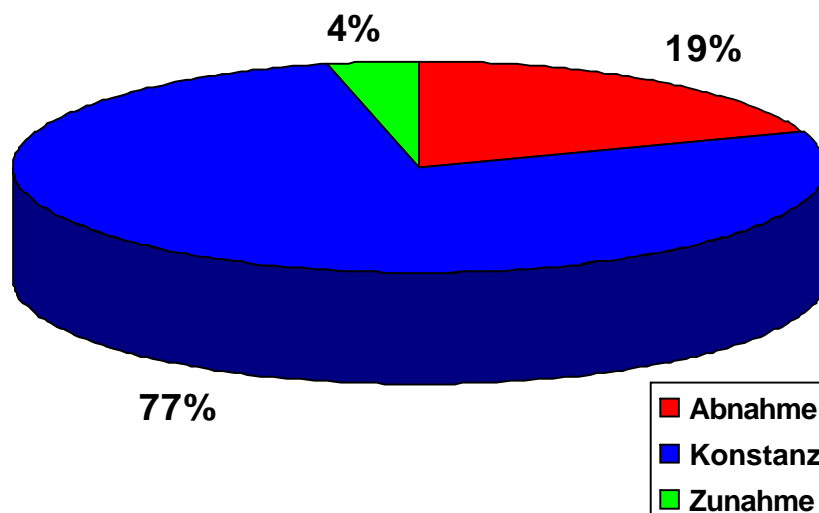


Abb. 59 Prozentuale Volumenveränderungen nach ESBE

In der weit überwiegenden Zahl wurden über den gesamten Beobachtungszeitraum keine Veränderungen gemessen. Eine Zunahme an Volumen ist die Ausnahme und wurde nur in wenigen Fällen gefunden. Höher ist dagegen mit 19,4 % die Volumenreduktion, die wiederum bei den Patienten beobachtet wurde, bei denen postoperative Infektionen und Implantatverluste häufiger vertreten waren.

Einen Vergleich von Struktur- und Volumenänderungen zeigt die folgende Abbildung (Abb. 60).

Struktur- und Volumenveränderungen nach ESBE

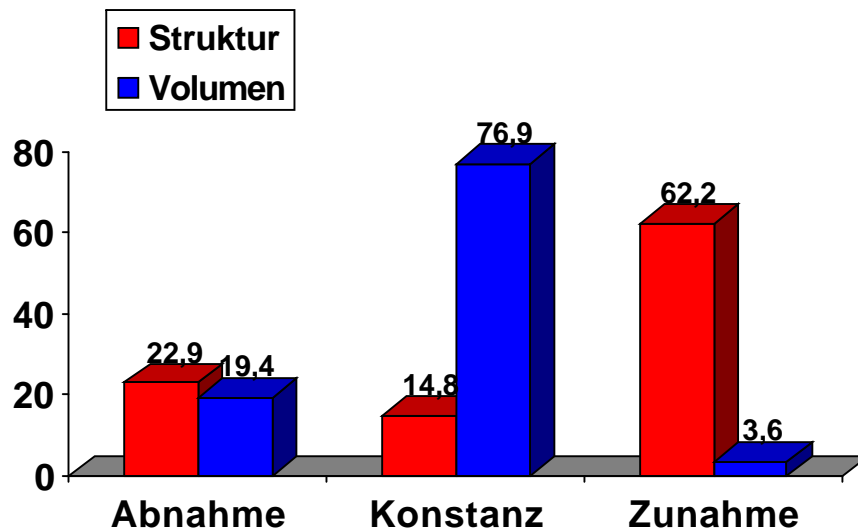


Abb. 60 Vergleich der Struktur- und Volumenveränderungen nach ESBE

4.3.3 Versorgungsphase

Nach durchschnittlich 5,8 Monaten wurden die Implantate freigelegt und die prothetische Versorgung begonnen. Die Suprakonstruktionen wurden nach durchschnittlich 6,5 Monaten eingegliedert. Bei den zahnlosen Patienten bestand die Konstruktion überwiegend in gefrästen Extensionsstegen und einer abnehmbaren Modellguß-Konstruktion, die über Friktionsstifte in Bohrungen des Steges stabilisiert wurde. Mit diesen Versorgungen kann eine kau- und sprachfunktionelle Rehabilitation erreicht werden. Auch die Wünsche hinsichtlich der Ästhetik lassen sich weitgehend realisieren. Der abnehmbaren Teil wird so gestaltet, dass die Oberlippe gestützt wird. Dabei handelt es sich um ein bewährtes Behandlungskonzept, das routinemäßig in der Praxis realisiert wird.



Abb. 61 Gefräster Extensionssteg als Mesostruktur

Die überwiegende Zahl der Implantate bei Sinusbodenelevationen wurde bei ein- oder beidseitigen Freisituationen inseriert. Hier bestand die Versorgung zu einem überwiegenden Teil in festsitzenden Brücken, die meist als bedingt abnehmbare Konstruktionen okklusal in den Implantaten oder transversal in einer Mesostruktur verschraubt wurden.

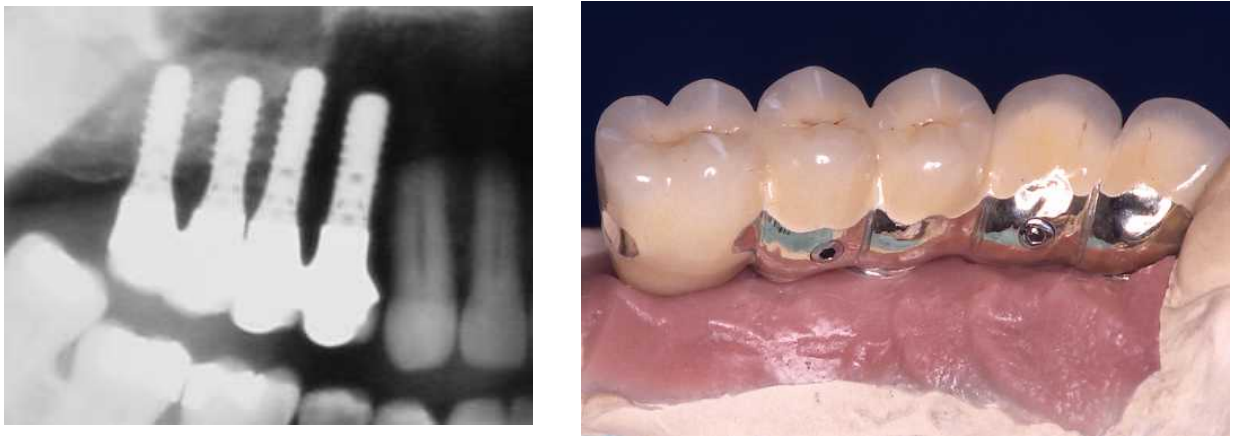


Abb. 62 Zustand 3 Monate nach prothetischer Versorgung durch eine implantatgetragene transversal verschraubte Brücke

In der Einheil- und Versorgungsphase gingen 32 Implantate verloren. 21 Implantate wurden nachimplantiert. In den anderen Fällen konnte bei einer ausreichenden Pfeilerzahl die prothetische Versorgung durchgeführt werden. Unter den verloren gegangenen Implantaten waren in einigen Fällen Dislokationen eingetreten, die bei unklarem Verbleib erst durch eine Röntgenaufnahme festgestellt wurden.

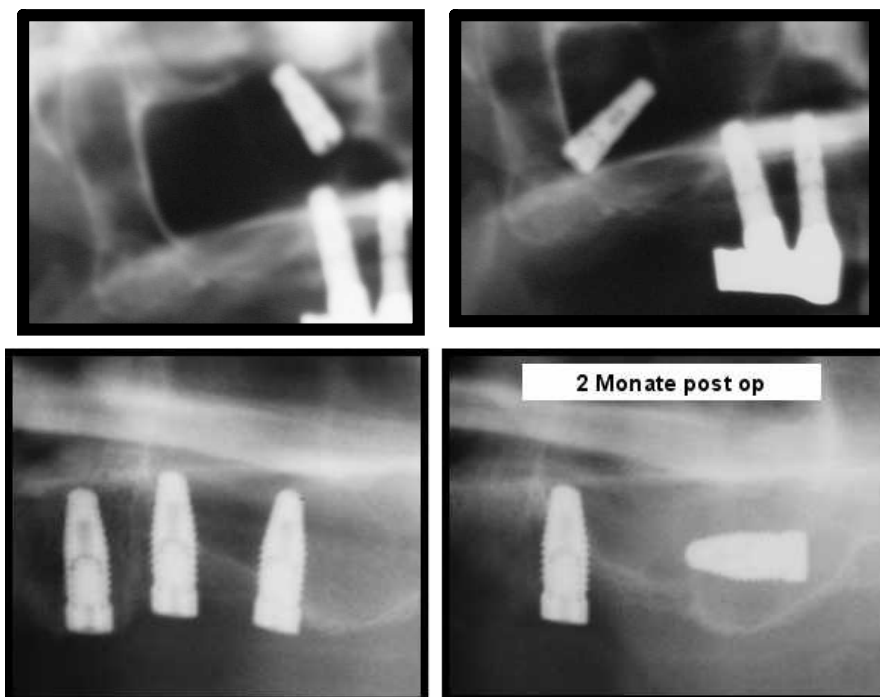


Abb. 63 In die Kieferhöhle dislozierte Implantate

In diesen Fällen waren Dislokationen in die Kieferhöhle erfolgt, wobei intraoperativ keine Mund-Antrum-Verbindung bemerkt wurde. In praktisch allen Fällen handelte es sich um konische oder stufenförmige Implantate. Inzwischen wurden weitere Patienten operiert, die mit in die Kieferhöhle dislozierten Implantaten zur Weiterbehandlung überwiesen wurden. Bei der großen Zahl der in unserer Praxis eingesetzten ITI[®]-Implantate wurde kein derartiges Ereignis beobachtet. Den Grund dafür sehen wir in der zervikalen Verbreiterung des Implantates, die offensichtlich ein derartiges Ereignis verhindert. Die Ursachen für derartige Dislokationen sind nicht bekannt. Als denkbare Möglichkeiten werden die ungünstige Knochenqualität, periimplantäre Infektionen, die unterschiedlichen nasalen und sinusidalen Druckverhältnisse, große Kaukräfte und Autoimmun - Reaktionen diskutiert (Regev et al 1995, Ueda und Kaneda 1990, Quiney et al 1990, Hall und McKenna 1991, Galindo et al 2005).

4.3.4 Postprothetische Komplikationen

18 weitere Implantate, die im Rahmen von Sinusbodenelevationen inseriert wurden, sind in unterschiedlichen Zeiträumen nach der prothetischen Versorgung verloren gegangen. Weitere Komplikationen betreffen periimplantäre Infektionen und crestale Knochenabbauvorgänge, wie sie auch in anderen Indikationen auftreten. Diese Komplikationen treten in dem untersuchten Patientenkollektiv nicht häufiger auf als in dem Gesamtkollektiv. Die Implantatverluste sind mit einer Quote von 2,3 % geringer als in dem Gesamtkollektiv (4,9 %).

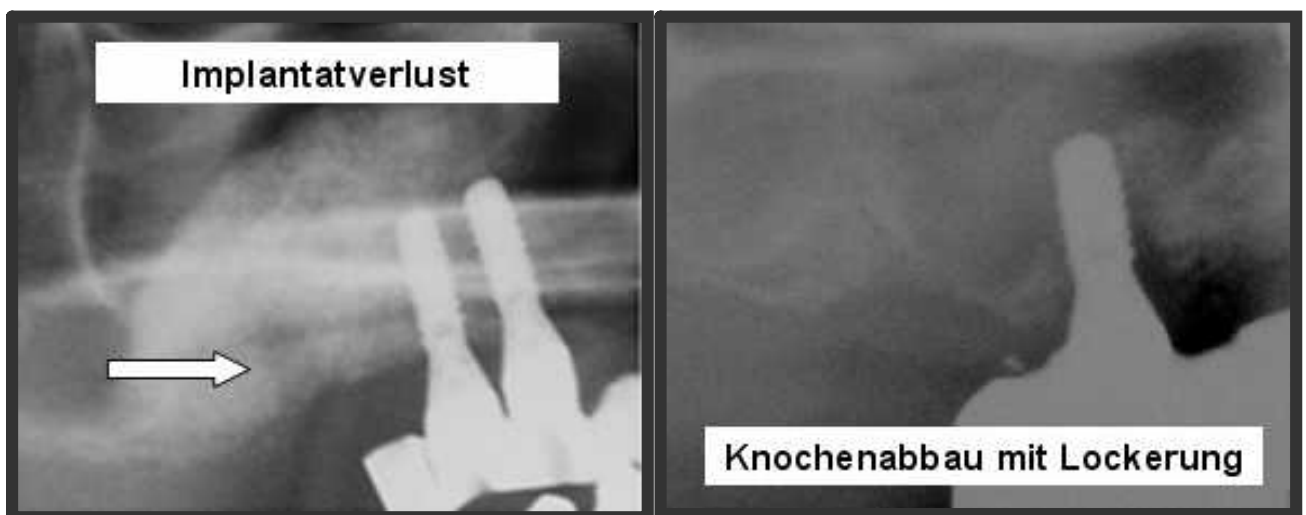


Abb. 64 Zustand nach Implantatverlust (links) und massivem Knochenabbau (rechts)

Weitere Komplikationen betreffen die Suprastruktur, wie sie vor allem nach langjähriger Tragezeit in Form von Keramikdefekten, Prothesenfrakturen und

in einzelnen Fällen auch Stegfrakturen beobachtet wurden. Derartige prothetische Komplikationen treten im Unterkiefer signifikant häufiger auf als im Oberkiefer. Reparaturen der Suprastrukturen ließen sich in der Regel einfach durchführen, da es sich um abnehmbare Konstruktionen handelt und die Meistermodelle archiviert wurden.



Abb. 65 Frakturierter individuell gegossener Extensionssteg

In einigen Fällen wurden bei Kontrolluntersuchungen Paßungenauigkeiten festgestellt, die Ursache von Lockerungen der Suprastruktur waren.

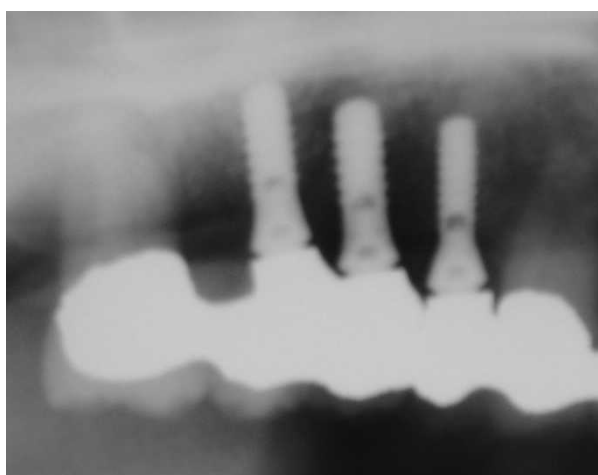


Abb. 66 Paßungenauigkeiten bei 3 ITI®-Implantaten im rechten Oberkiefer

Besonders eindrucksvoll ist die Dislokation eines Implantates nach prothetischer Versorgung. Nach der Implantation erfolgte die Versorgung durch den überweisenden Kollegen in Form einer Verbundbrücke und die erneute Überweisung nach dem Eintritt der zufällig röntgenologisch festgestellten Dislokation des Implantates. Auch hier ist zunächst der Spalt zwischen der Brücke und dem Implantataufbau zu erkennen. Die nächste Aufnahme wurde 8 Monate später angefertigt. Sie zeigt, dass sich das durch eine Verschraubung im Implantat fixierte Abutment gelöst hat und das Implantat selbst in der Kieferhöhle lokalisiert ist. Überraschend war, dass nach Entfernung der Brücke das Abutment nicht entfernt werden konnte. Es war osseointegriert und wurde als distaler Pfeiler für die Brücke weiter genutzt.

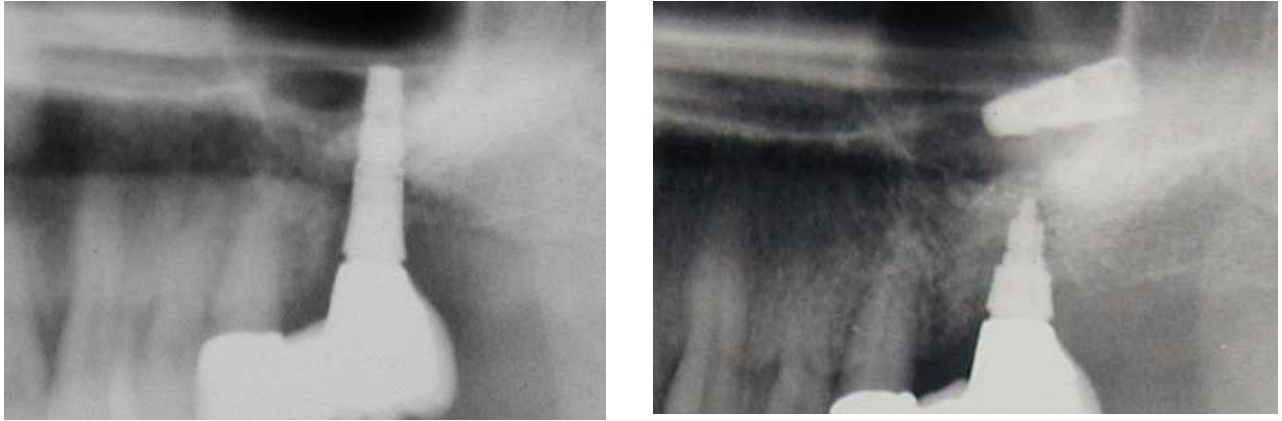


Abb. 67 Paßungsgenauigkeit der Verbundbrücke (links). Dislokation des Implantates in die Kieferhöhle. Osseointegriertes Abutment

4.4 Implantatverluste

Bei den 1628 Implantaten, die in Verbindung mit Sinusbodenelevation inseriert wurden, sind 50 Verluste (ca. 3 %) zu verzeichnen. Sie treten überwiegend in den ersten Monaten nach der Implantation auf (Abb. 68).

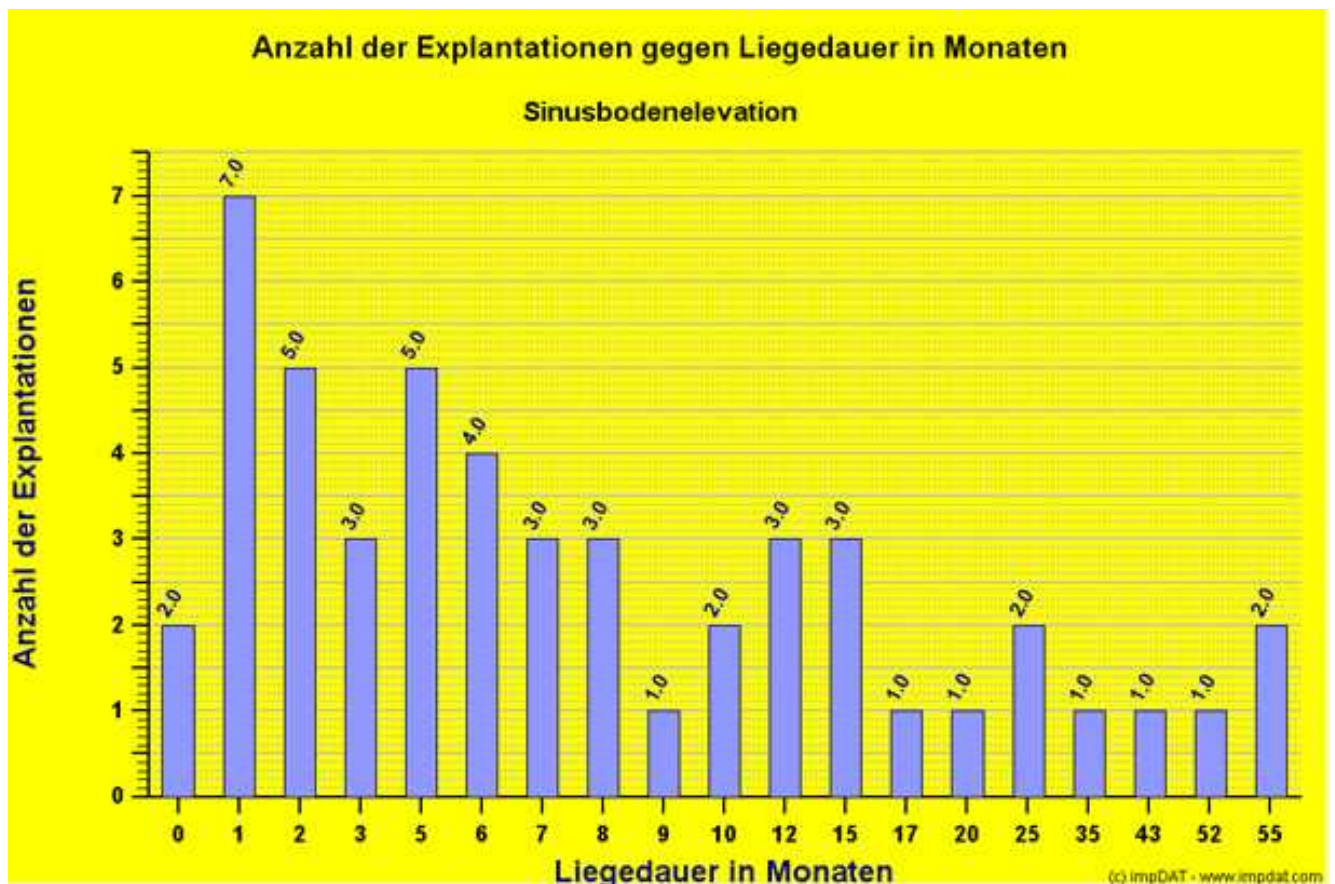


Abb. 68 Implantatverluste in Abhängigkeit von der Liegedauer

32 Verluste waren während der Einheil- und Versorgungsphase, 18 Verluste nach der prothetischen Versorgung aufgetreten. Die durchschnittliche Liegedauer der Explantate beträgt 250 Tage. Ein Maximum liegt in den ersten 8 Monaten. Danach treten nur noch vereinzelt Verluste auf. In der Frühphase kam es zu 14 Spontanverlusten, die in 6 Fällen von den Patienten nicht bemerkt wurden. Hier wurde erst während der Freilegung der Verlust des Implantates festgestellt.

36 Pfeiler wurden explantiert. Dabei musste in 14 Fällen eine fehlende Osseointegration und in 7 Fällen eine Dislokation der Implantate festgestellt werden. Nur bei 10 Implantaten wurden Entzündungszeichen diagnostiziert. Als Ursache des Verlustes wurde in drei Fällen eine Frühbelastung dokumentiert.

Wenn die geringe Zahl der Verluste und der geringe Einsatz einiger Implantatsysteme auch keine statistische Auswertung ermöglicht, sind doch die Unterschiede zwischen den Implantatsystemen deutlich. ITI®-Implantate wiesen mit einer Verlustquote von 1,1 % den niedrigsten Wert auf. Wir sehen die Vorteile in dem Implantatdesign mit der Ausbildung als Zylinderschraube, der Erweiterung im Halsbereich und der abgerundeten Basis, die vor allem bei Sinusbodenelevationen günstige Voraussetzungen bietet. Dislokationen, wie sie bei Stufenzylindern und wurzelförmigen Implantaten beobachtet werden, haben wir in keinem Fall beobachtet.

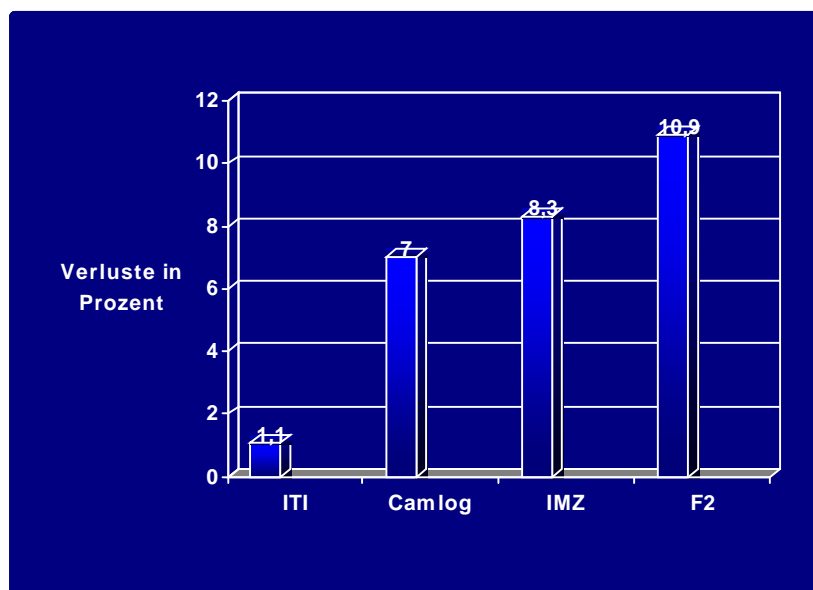


Abb. 69 Systemabhängige prozentuale Verlustquoten

Interessant ist der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des apikalen Knochendefizites und den Implantatverlusten in den einzelnen Lokalisationen. Im Vergleich zu den Mittelwerten, die bei internen (ISBE) und externen Sinusbodenelevationen (ESBE) ermittelt wurden, zeigen sich ab der Region des zweiten Prämolaren nach distal signifikant höhere Werte. Sie erreichen in der Region der zweiten Molaren ein Maximum von über 9 mm.

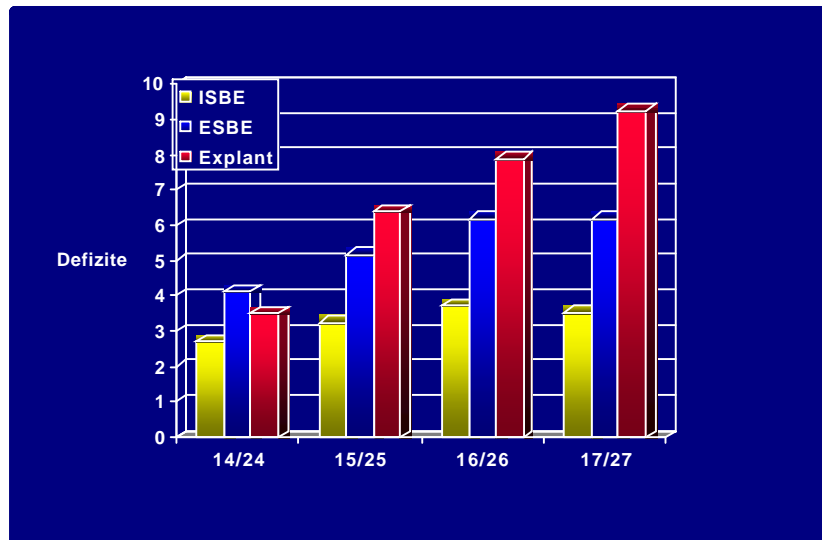


Abb. 70 Implantatverlust in Abhängigkeit des apikalen Knochendefizits

Auffällig ist auch der relativ hohe Anteil der Kieferhöhleneröffnungen, die in 14 Fällen auftraten. Dabei waren bei zwei Patienten breite Eröffnungen entstanden, die den Einsatz einer Membran notwendig machten. Die morphologischen Voraussetzungen waren bei den Verlust-Implantaten extrem ungünstig. Möglicherweise ist hier die Ursache für die aufgetretenen Komplikationen zu suchen.

Übereinstimmend werden heute zur Bewertung eines Implantationsverfahrens Verweildaueranalysen gefordert (*Kerschbaum 1986, 1990, Kerschbaum und Haastert 1996, Mau 1986, 1987, 1990*). Da das Risiko eines Implantatverlustes zeitabhängig ist, sind Angaben über durchschnittliche Verlustquoten nicht sinnvoll. Auswertungen sind nur aussagekräftig, wenn der Zusammenhang zur Liegedauer wiedergegeben wird. Geeignet sind „Verweildaueranalysen“, wie sie *Kaplan und Meier (1958)* oder *Cutler und Ederer (1959)* vorgeschlagen haben. Die Berechnung dieser Kurven ist heute in zahlreichen Programmen möglich. In dem von der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI) empfohlenen Dokumentationsprogramm (ImpDat[®]) können entsprechende Tabellen und Graphiken nach der Eingabe der Daten sofort abgerufen werden. Für die Sinusbodenelevationen insgesamt ergibt sich nach einem Beobachtungszeitraum von 12 Jahren eine Verweildauerwahrscheinlichkeit von 95,25 %.

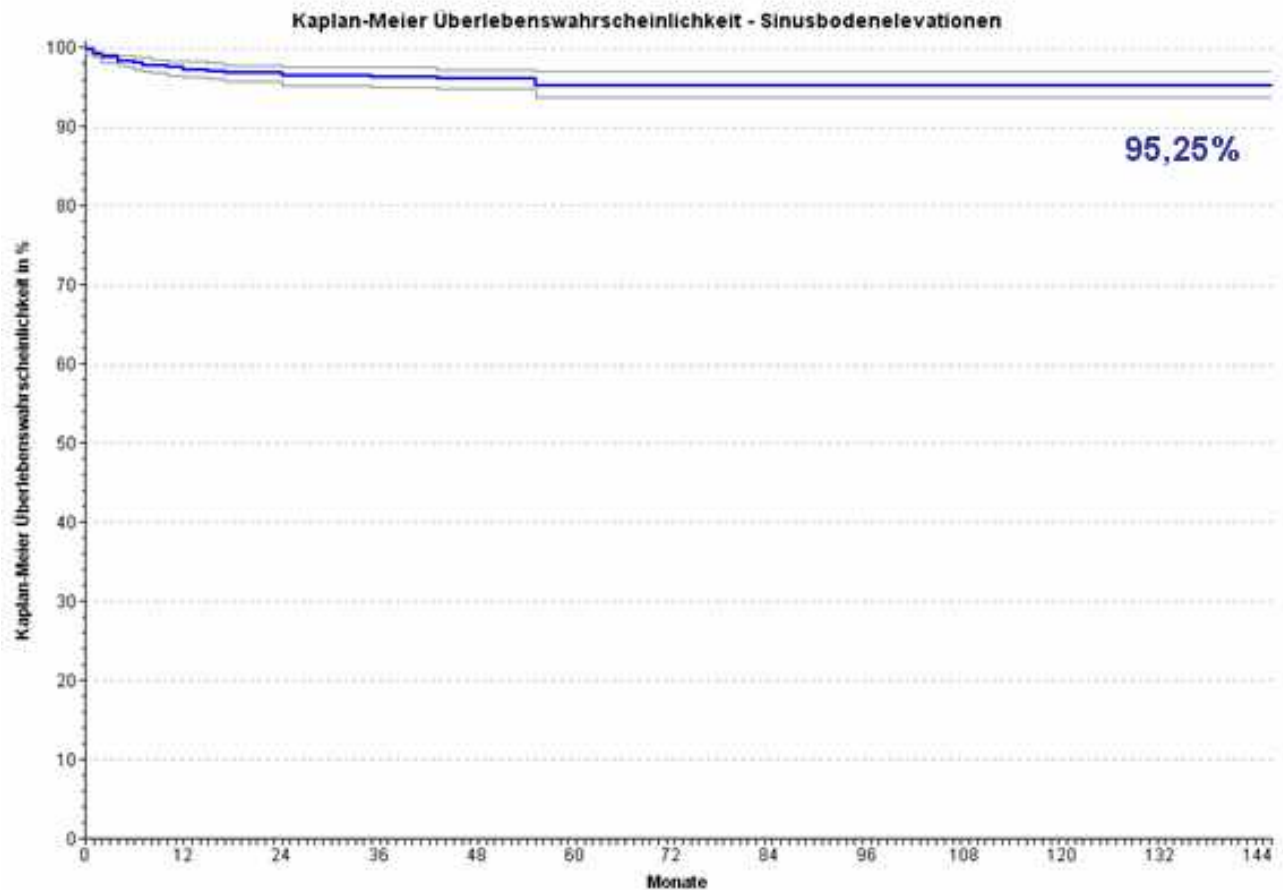


Abb. 71 Verweildaueranalyse zur Beurteilung eines Implantatverlustes nach Sinusbodenelevationen

Der Kurvenverlauf zeigt, dass die kritische Phase in den ersten Monaten liegt. Hier sind die meisten Verluste zu verzeichnen. Die insgesamt positiven Werte übertreffen aber die eigenen Erwartungen, da die Implantate in den meisten Fällen bei schwierigen morphologischen Voraussetzungen inseriert wurden.

Ein Vergleich der internen und externen Sinusbodenelevationen zeigt nur sehr diskrete Unterschiede. Bei dem minimal invasiven Vorgehen der internen SBE liegt die Verweildauerwahrscheinlichkeit mit 96,25 % geringfügig höher als der Wert des Gesamtkollektives und der externen SBE, bei der sie nach 12 Jahren immer noch 95 % beträgt. Auch im Kurvenverlauf sind keine wesentlichen Unterschiede zu erkennen. Die kritische Phase in beiden Kollektiven sind die ersten postoperativen Monate.

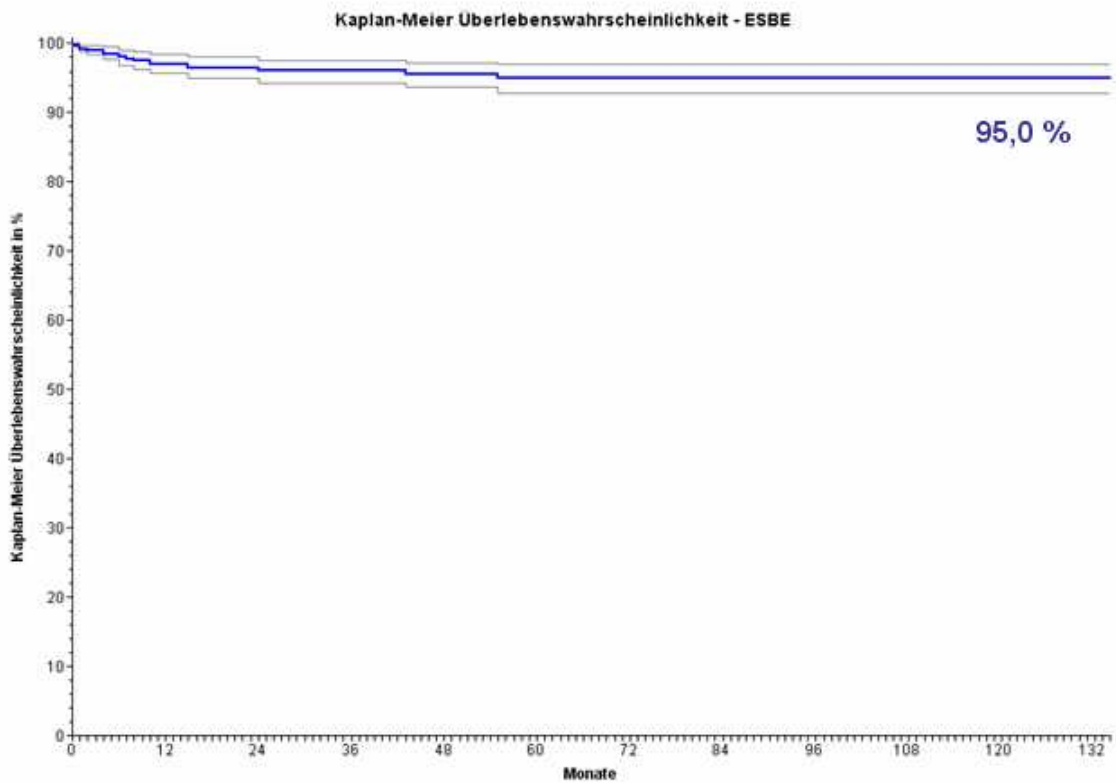


Abb. 72 Verweildaueranalyse bezüglich eines Implantatverlustes nach ESBE

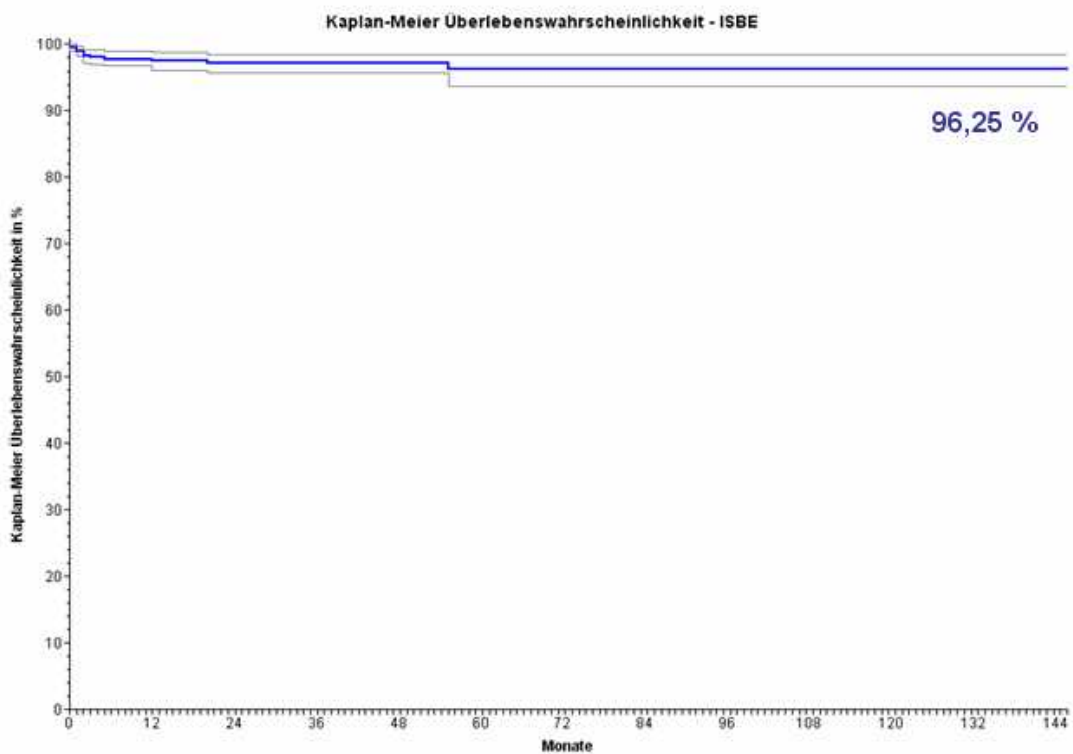


Abb. 73 Verweildaueranalyse bezüglich des Implantatverlustes nach ISBE

5 Diskussion

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden Daten und Röntgenaufnahmen aus einem 14-jährigen Zeitraum ausgewertet. Die Eingriffe wurden nicht unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Auch die Kontrolluntersuchungen erfolgten nicht in festgelegten Zeiträumen nach definierten Kriterien. Es handelt sich damit nicht um eine wissenschaftliche Untersuchung, die strengen Kriterien standhält. Dennoch erschien die Auswertung sinnvoll, da nur wenige klinische Untersuchungsergebnisse über einen längeren Beobachtungszeitraum vorliegen. *Graziani et al. (2004)* fanden 579 Abstracts zu dieser Thematik, von denen sie allerdings nur sechs Veröffentlichungen auswerten konnten, da sehr strenge Einschlusskriterien zugrunde gelegt wurden. Es wurden Implantationen im Oberkieferseitenzahnbereich mit und ohne Sinusbodenelevationen ausgewertet. Ohne SBE lag die Überlebensrate zwischen 73 und 100 %. Sie schien bei den Implantationen mit Sinusbodenelevationen stärker zu variieren (36 % - 100 % Überlebensrate). Sie fordern dringend prospektive Studien mit größeren Patientenzahlen und mit kontrollierten Randbedingungen, die definitive Daten zu diesem wichtigen Eingriff liefern.

Trotz der ungünstigen morphologischen Voraussetzungen handelt es sich um ein sehr erfolgssicheres Verfahren. Die Ergebnisse von Implantationen in anderen Lokalisationen werden in unserem Klientel zum Teil übertroffen. Die Problematik des Oberkieferseitenzahnbereiches liegt in dem geringen vertikalen Knochenangebot und der schlechten Knochenqualität, die bei den Messungen im Computertomogramm Dichtewerte ergab, die wenig über – manchmal auch unter – den Hounsfield-Werten von Wasser lagen. Die Breite des Kieferkörpers ist ein geringeres Problem und hat lediglich im crestalen Bereich des Alveolarfortsatzes bzw. Kieferkörpers eine Bedeutung bei der Wahl des geeigneten Implantatdurchmessers. Im eigenen Patientengut wurden daher sehr häufig durchmesserreduzierte Implantate eingesetzt. 37,1 % der Implantate hatten einen Durchmesser unter 4 mm. Dagegen lag die Implantatlänge in 98,7% der Fälle bei mehr als 10 mm und bei 72,1 % betrug die Länge sogar 12 und mehr mm.

Intraoperativ wurde routinemäßig der Wert gemessen und protokolliert, um den das Implantat den ortsständigen Knochen überragt. Dieser Implantatüberstand wird als „apikales Knochendefizit“ bezeichnet. Er gibt indirekt einen wichtigen Anhalt für das vertikale Knochenangebot in der betreffenden Region. Bei den gewählten Implantatlängen fanden sich unterschiedliche Defizite, die durchschnittlich bei 8 mm Länge 3,5 mm und bei 15 mm 7,3 mm betragen. Bei einer sehr geringen Resthöhe wurden also kürzere und bei einem besseren vertikalen Knochenangebot längere Implantate verwendet. Der typische Verlauf des Recessus alveolaris wird auch in den apikalen Defiziten deutlich. Im Prämolarenbereich liegen diese Werte niedriger als bei den Molaren. Im Gesamtkollektiv steigen sie von 3,5 mm bei 14/24 auf 5,6

mm bei den 2. Molaren. Signifikante Unterschiede ergaben sich bei der Differenzierung in interne (ISBE) und externe Sinusbodenelevationen (ESBE). Von der Region 14/24 mit 2,7 mm steigen sie bei ISBE auf 3,5 mm in der Region 17/27. Bei externem Vorgehen (ESBE) liegen diese Werte bei 4,1 und 6,2 mm. Da die Höhe des Restknochens intraoperativ nicht dokumentiert wurde, wurden 371 Orthopantomogramme von 120 Patienten prä- und postoperativ vermessen. Messkugeln und Implantate mit bekannten Dimensionen dienten als Referenzwerte. Auch hier ergibt sich der typische Verlauf des Recessus alveolaris mit einem Minimum in der Region der ehemaligen Sechsjahrmolaren.

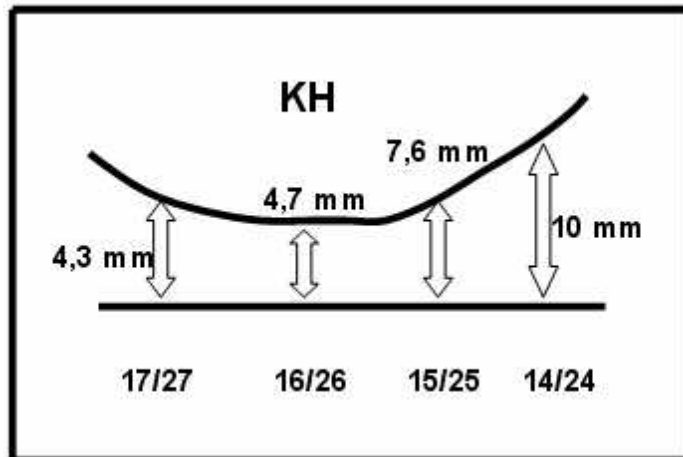


Abb. 74 Durchschnittliches vertikales Knochenangebot

Wenn diese Werte in Relation zu den apikalen Defiziten gesetzt werden, lassen sich daraus indirekt die durchschnittlichen Implantatlängen ablesen.

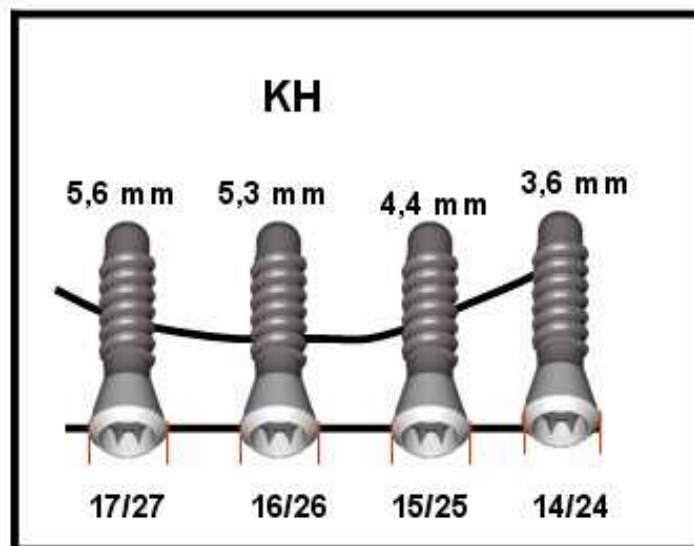


Abb. 75 Durchschnittlicher Implantat-Überstand

Für die Molarenregion ergeben sich 10 mm, für den 1. Prämolaren über 13 und den 2. Prämolaren 12 mm Implantatlänge.

In diesem Zusammenhang interessiert auch die erreichte Augmentationshöhe. Auf den postoperativen Orthopantomogrammen ließ sie sich exakt ermitteln, da bei dem überwiegend einzeitig durchgeführten Operationen die Implantate mit ihren bekannten Dimensionen als Bezugsgröße zur Verfügung standen. Die kraniale Begrenzung ließ sich nach dem Einsatz von Bio-Oss® einfach lokalisieren, da das Material einen stärkeren Kontrast liefert als der angrenzende Knochen und natürlich die Kieferhöhle. In einigen Fällen ließ sich auch der horizontale Knochedeckel als kortikale Begrenzungslinie erkennen.

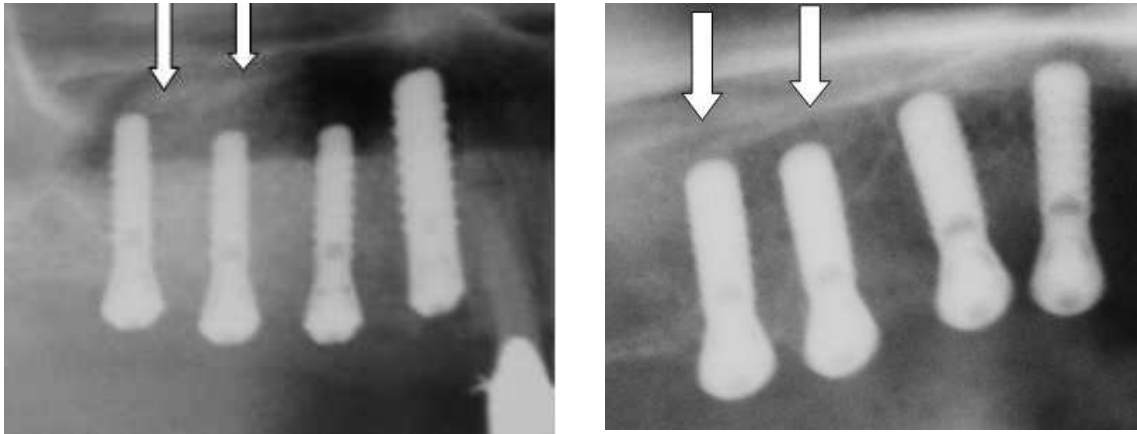


Abb. 76 Horizontaler Knochedeckel nach externer Sinusbodenelevation

Sie darf allerdings nicht mit der Projektion des Gaumendaches in der Röntgenaufnahme verwechselt werden.

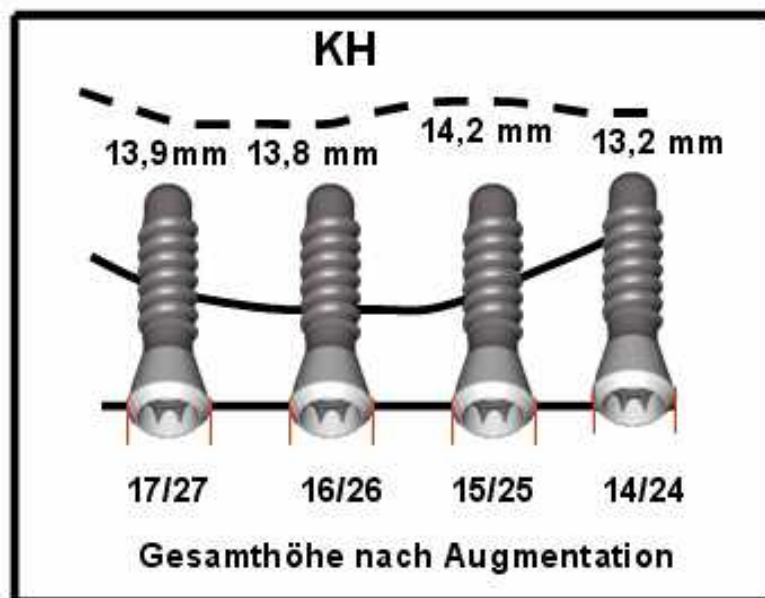


Abb. 77 Gesamthöhe nach Augmentation

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gesamthöhe nach dem Eingriff durchschnittlich zwischen 13,2 und 14,2 mm lag. Sie ist damit größer als die Durchschnittswerte der Implantatlängen. Die in der Graphik dargestellte weitgehend horizontal verlaufende Linie entspricht nicht in allen Einzelfällen der Realität. Häufig wurde ein halbkugelig begrenzter Augmentationsbereich gefunden.

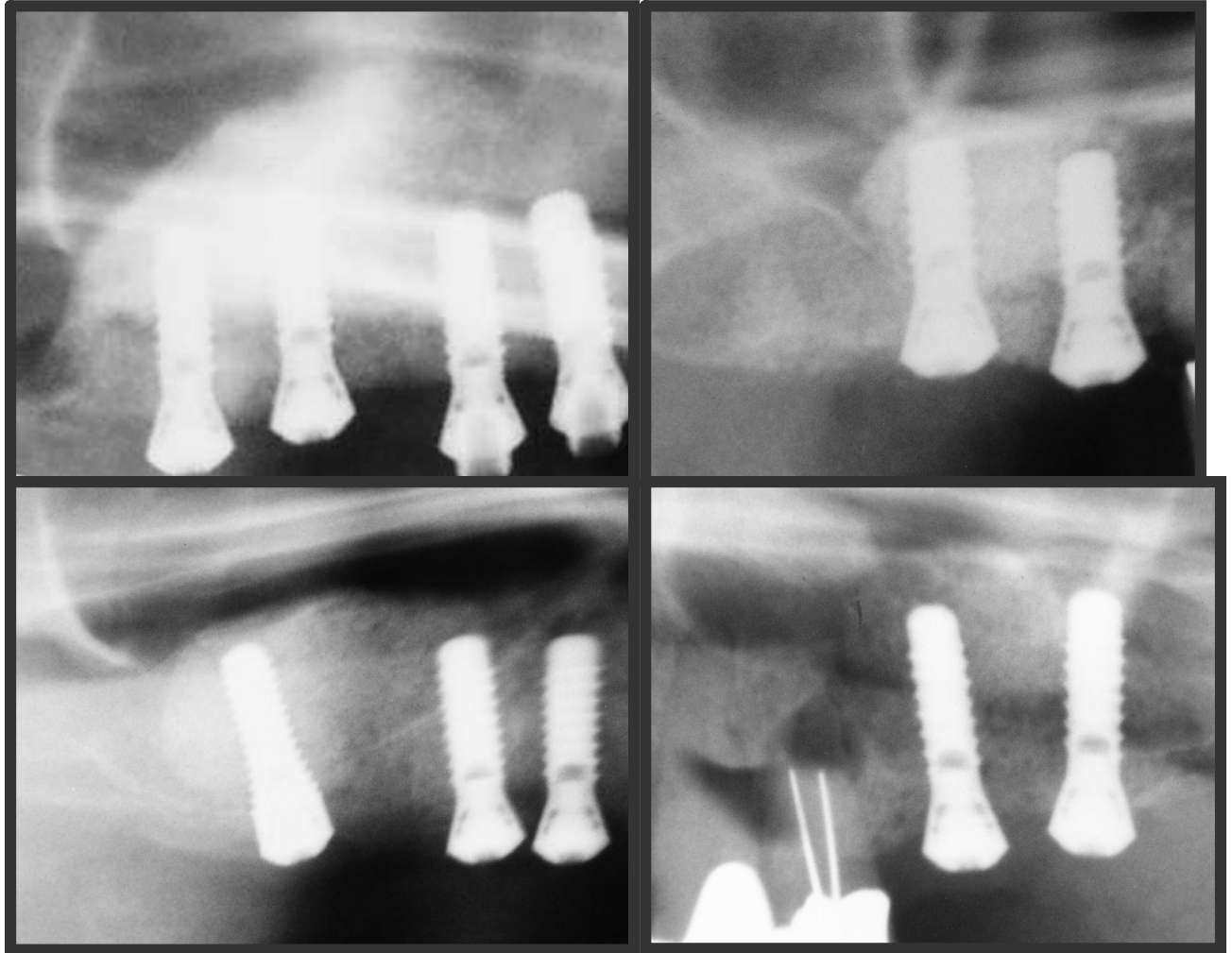


Abb. 78 Halbkugeliger Augmentationsbereich

Der Höhengewinn beträgt in der Region der ersten Prämolaren 3,8 mm und erreicht im Molarenbereich Durchschnittswerte von über 9 mm.

In einer sehr umfangreichen Studie aus Japan (*Hatano et al. 2004*) wurden Implantate nach ESBE röntgenologisch über einen Zeitraum bis zu 10 Jahren untersucht. Verwendet wurde ein 2 : 1 Gemisch aus autologem Knochen und Bio-Oss[®]. Die Augmentathöhe konnte auf 294 Orthopantomogrammen nach unterschiedlichen Zeiträumen vermessen werden. Es erfolgte eine Einteilung in drei Gruppen.

Gruppe 1 = Augmentationshöhe über der Implantatbasis

Gruppe 2 = Augmentationshöhe bis zur Implantatbasis

Gruppe 3 = Augmentationshöhe unterhalb der Implantatbasis

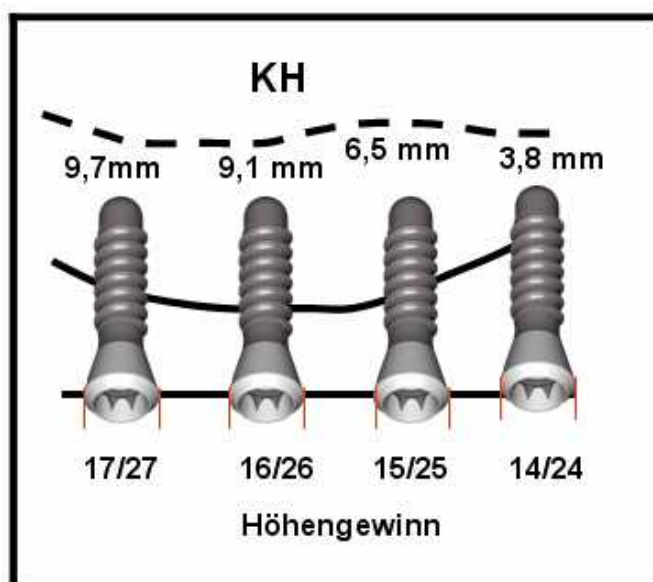


Abb. 79 Durchschnittlicher Höhengewinn

Die Veränderung der Transplantathöhe wurde an Hand der bekannten Implantatlängen und der ursprünglich gemessenen Sinushöhe berechnet. Nach dem Eingriff lag der Wert in den meisten Fällen oberhalb der Implantatbasis (Gruppe 1). Nach 2 -3 Jahren fand er sich meist in gleicher Höhe mit dem Apex der Implantate. Diese Position blieb über einen langen Zeitraum erhalten. Die Höhe des Sinusaugmentates nahm aber signifikant ab und näherte sich der ursprünglichen Sinushöhe an. Der Anteil der Patienten, der der Gruppe III zugeordnet werden musste, erreichte ab dem 3. Jahr seinen höchsten Wert. Die Autoren sehen in der Langzeitstabilität der Augmentathöhe einen wichtigen Faktor für den Implantaterfolg.

Von besonderem Interesse waren die röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen im Augmentationsbereich, die überraschend häufig beobachtet wurden. In über 80 % der Fälle wurden dann Verdichtungen der Strukturen gefunden, wenn bovine Spongiosa (Bio-Oss®) implantiert wurde. Dieses Phänomen deckt sich mit zahlreichen Literaturangaben.

Hallmann et al. (2002) berichten über die Ergebnisse von Röntgenanalysen an 20 Patienten, bei denen 30 Sinusbodenelevationen unter Verwendung einer 80 : 20 – Mischung von Hydroxylapatit und autogenem Knochen durchgeführt wurden. Nach einem Zeitraum von 24 Monaten fanden sich in weniger als 10 % Veränderungen im Augmentationsbereich. *Froum et al* (1998) beobachteten bei 13 Patienten nach zwei bis drei Jahren eine mittlere Reduktion der Augmentationshöhe von 1,4 %. *McAllister et al* (1999) beobachteten nach derartigen Operationen bei Affen, dass die Dichte und Höhe des augmentierten Subantralraumes bis zu anderthalb Jahre nach der Durchführung des Eingriffes konstant blieb.

Histologische Untersuchungen belegen, dass das bovine Hydroxylapatit nur in sehr begrenztem Umfang resorbiert wird. *Hallmann et al* (2001) fanden, dass der Gehalt an Hydroxylapatit zwischen 6 Monaten und drei Jahren nach Sinusbodenaugmentation mit Hydroxylapatit und autogenem Knochen nicht abnahm. In einer neueren Untersuchung kommen *Hallmann und Nordin* (2004) zu dem Schluss, dass selbst die ausschließliche Verwendung von Bio-Oss[®] mit einem Fibrinkleber zu ähnlich guten Resultaten führt wie ein Knochen–Bio-Oss[®]-Gemisch. *Schlegel und Donath* (1998) konnten bei 126 klinischen Biopsaten mit einem Nachsorgezeitraum bis zu 6 Jahren keine Resorptionszeichen nachweisen. Die Partikel wurden langsam von lamellärem Knochen eingebettet. Dadurch entsteht eine dichtere Struktur, die auch mit einer erhöhten Dichte im Röntgenbild verbunden ist.

Die Resistenz von Hydroxylapatit gegenüber Resorption und Abbau könnte für den Erhalt der initialen Dimensionen des augmentierten Gewebes über einen längeren Zeitraum vorteilhaft sein (*Hallmann et al* 2003). So wurden in tierexperimentellen Untersuchungen höhere Ausdrehkräfte gemessen, wenn Hydroxylapatit implantiert wurde (*Haas et al.* 1998). Zu ganz anderen Ergebnissen kommt *Fugazotto* (2003), der nach Membranabdeckungen und unterschiedlich langen Zeiträumen in Biopsien eine Abnahme der Bio-Oss[®]-Partikel fand:

3 – 4 Monate post op - 59,7 % Bio-Oss[®]
5 – 6 Monate post op - 21,4 % Bio-Oss[®]
8 – 9 Monate post op - 11,1 % Bio-Oss[®]
12-13 Monate post op - 0,14 % Bio-Oss[®]

Demgegenüber fanden *Scarano et al* (2004) bei einem 50-jährigen Patienten, bei dem nach ca. 4 Jahren ein Implantat (nach einer Implantatfraktur) entfernt werden musste, im histologischen Präparat unveränderte Bio-Oss[®]-Partikel.

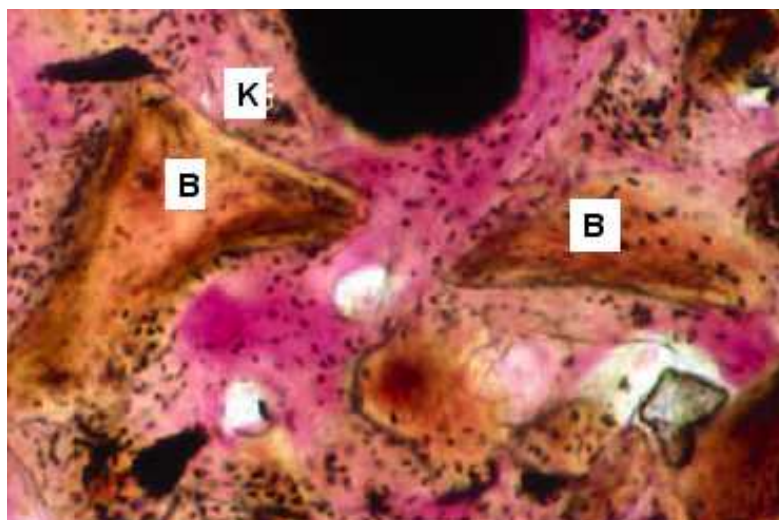


Abb. 80 Unveränderte Bio-Oss[®]-Partikel (B) vier Jahre post op
(aus *Scarano et al* (2004))

Resorptive Vorgänge sind nach der Implantation von phasenreinem β -Tricalciumphosphat, das lediglich eine Platzhalterfunktion hat und mit der Knochenneubildung resorbiert wird, die Regel. Untersuchungen von *Füßinger* und *Füßinger* (2005) zeigen, dass das Material röntgenologisch nach 9, 33 und 51 Monaten kontinuierlich weniger wird. Diese Ergebnisse konnten durch histologische Untersuchungen bestätigt werden. Nach 4 Monaten war eine intensive Knochenneubildung in den intergranulären Räumen zu erkennen. Es handelt sich also um eine resorptionsfähige Keramik, die histologisch durch bereits frühzeitige Gefäßeinsprossungen charakterisiert ist (*Merten et al* 2003). Zusätzlich fördert die große innere Oberfläche die Resorption und die konsekutive knöcherne Substitution. Die vom Materialgefüge abhängige Resorptionskinetik ist nach *Foitzik* und *Stamm* (1997) ideal an die Dynamik der knöchernen Substitution gekoppelt.

Bei einem Vergleich von Bio-Oss[®] mit Algipore[®] (aus Algen gewonnenes Hydroxylapatit) fanden *Ewers et al* (2004) nach dem Einsatz bei einem Patienten nach einer Einheilzeit von 4,5 Jahren bei Bio-Oss[®] keine Zeichen einer substantiellen Remodellation, während das bei Algipore[®]-Partikeln bereits nach 6 Monaten der Fall war. Ein Vergleich von β -TCP und boviner Spongiosa durch *Arzti et al* (2005) zeigt nach 12 Monaten eine signifikant größere Zunahme an Knochen nach dem Einsatz von Bio-Oss[®]. Diesem Material werden daher bessere osteokonduktive Eigenschaften zugesprochen.

Im eigenen Vorgehen wurde in der überwiegenden Zahl der Fälle bei externen Sinusbodenelevationen eine Mischung von wenig partikulärem Knochen und boviner Spongiosa eingesetzt, wobei der Anteil des Knochenersatzmaterials in allen Fällen überwog. Die bereits frühzeitig auftretenden röntgenologisch nachweisbaren Verdichtungen werden als Folge einer Sinterung interpretiert. Das Material wurde ohne Kondensation in den Defekt eingebracht. Die daraus resultierenden Hohlräume werden unter dem Gewebedruck kleiner und die in den Spalträumen angesammelte Flüssigkeit wird resorbiert. Spätere Verdichtungen lassen sich durch die knöcherne Regeneration und eine funktionelle Belastung erklären. Partikel des Ersatzmaterials lassen sich noch nach längeren Zeiträumen nachweisen (Abb. 81).



Abb. 81 Zustand nach Membranentfernung 9 Monate nach Sinusbodenelevation

Sie sind osseointegriert und bilden in Verbindung mit dem Knochengewebe ein stabiles Lager für die Präparation von Implantatkavitäten.

In einigen Fällen wurde auch ein Höhenverlust beobachtet, wie es die Abbildung 79 nach 3,5 Jahren zeigt.

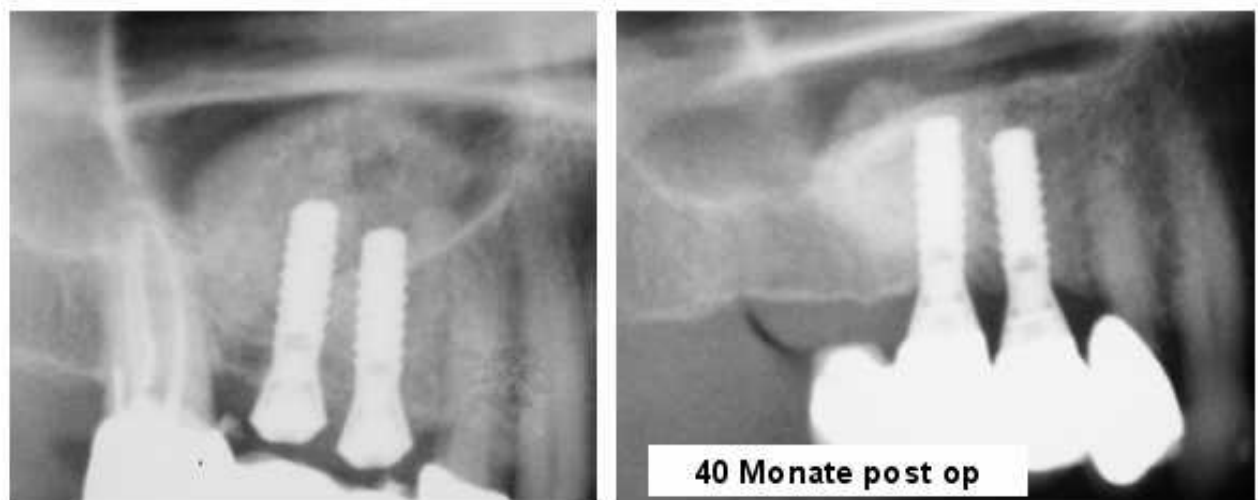


Abb. 79 Reduktion des Augmentationsbereiches bei gleichzeitiger Verdichtung der Strukturen

Der Versuch einer systematischen Einordnung der Struktur- und Volumenänderungen zeigt, dass das erreichte Volumen sehr lange konstant bleibt, dass im Augmentationsbereich aber über einen mehrjährigen Zeitraum An- und Umbauprozesse stattfinden, die sich röntgenologisch überwiegend als Strukturverdichtungen darstellen.

Der klinische Erfolg wird bewertet an Hand der Implantatverluste und der postoperativen Komplikationen. Verweildaueranalysen belegen die hervorragenden Ergebnisse, die nach 12 Jahren Werte von ca. 95 % ergeben. Dabei zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Operationsverfahren (ESBE und ISBE). Die Einzelanalyse der Verluste zeigte, dass in vielen Fällen mit einem sehr geringen vertikalen Knochenangebot und in 14 Fällen mit einer Mund-Antrum-Verbindung extrem ungünstige morphologische Voraussetzungen vorlagen. In diesen Fällen wäre ein zweizeitiges Vorgehen sinnvoller gewesen. Klinisch war jedoch auch in diesen Fällen eine Primärstabilität in dem geringen Restknochen erreicht worden. Die geringe Verlustquote und die geringe postoperative Komplikationsrate belegen, dass es sich um praxisbewährte Operationsverfahren handelt. Ganz offensichtlich trägt ein hoher Anteil an boviner Spongiosa dazu bei, die Langzeitstabilität des Augmentates zu sichern.

6 Zusammenfassung

In einer retrospektiven Studie wurden Daten ausgewertet, die kontinuierlich in einer Implantat-Daten-Bank (IDB) über einen 14-jährigen Zeitraum nach Sinusbodenelevationen (1628 Implantate bei 728 Patienten) erfasst wurden. Zusätzlich konnten 371 prä- und postoperative Orthopantomogramme von 120 Patienten an Hand bekannter Bezugsgrößen vermessen werden. Das präoperative vertikale Knochenangebot lag durchschnittlich bei 10 mm im Bereich des 1. Prämolaren und ca. 4 mm im Molarenbereich.

Über den gesamten Behandlungszeitraum (1993 – 2006) wurde das Ausmaß des „apikalen Knochendefizites“ (Überstand des Implantates) erfasst. Ergänzend zu diesen Werten wurden die Implantatdimensionen und die operativ erreichte Augmentathöhe in die Auswertung einbezogen. Nach den Eingriffen betrug die durchschnittliche Gesamthöhe zwischen 13,2 mm im Prämolaren- und 14,2 mm im Molarenbereich. Der Höhengewinn lag durchschnittlich bei 3,8 und 9,7 mm.

Auswertungen von postoperativen Röntgenaufnahmen zeigen, dass über einen sehr langen Zeitraum Veränderungen im Augmentationsbereich auftreten. In 62 % der Fälle wurden Verdichtungen beobachtet. Sie treten in den ersten 4 Jahren signifikant häufiger auf als konstante Verhältnisse oder eine Abnahme der Dichte. Die Verdichtung in der Frühphase wird auf eine gewisse Sinterung der überwiegend verwendeten Bio-Oss-Partikel[®] und der Bonechips zurückgeführt. Weitere Strukturverdichtungen lassen sich durch die Regeneration des Knochens und die spätere Belastung erklären. In 77 % der Fälle blieb das Augmentatvolumen unverändert.

Bei 96 Implantaten fand sich intraoperativ eine Eröffnung der Kieferhöhle. 39 breitflächige Perforationen wurden entweder durch Knochenblock-Transplantate oder Membranabdeckungen (bzw. Kombination aus beiden) versorgt. Das Behandlungsergebnis wurde primär durch diese Komplikation nicht beeinträchtigt. Allerdings fanden sich bei den insgesamt 50 Implantatverlusten aus dem Gesamtkollektiv in 14 Fällen derartige Mund-Antrum-Verbindungen. Auch die morphologischen Voraussetzungen waren bei den Verlusten extrem ungünstig. So fanden sich hier ein signifikant geringeres präoperatives vertikales Knochenangebot und ein höheres intraoperatives apikales Knochendefizit. Die Verweildaueranalysen zeigen sehr positive Ergebnisse. Nach 1160 Monaten liegt die Wahrscheinlichkeit eines Verlustes bei ca. 5 %. Dabei bestehen nur minimale Differenzen zwischen der externen und internen SBE. Die primären morphologischen Voraussetzungen, die erreichte Augmentationshöhe, das verwendete Augmentationsmaterial und eventuell auftretende intra- oder postoperative Komplikationen beeinflussen die insgesamt sehr positiven Langzeitergebnisse nach Sinusbodenelevationen.

Schlüsselwörter:

Sinusbodenelevation

Augmentation

Knochenersatzmaterial

Verweildauerwahrscheinlichkeit

Komplikationen

7 Summary

**Results of dental implants placed in grafted sinuses.
A retrospective study of 1628 implants after up to 14 years
J. Tetsch, Münster, Germany**

Summary

In a retrospective study data has been evaluated that had been continuously recorded in an implant data base over a period of 14 years after sinus floor augmentation (1628 implants, 726 patients). In addition 371 pre- and postoperative x-rays of 120 patients were measured on the base of known implant-dimensions. The average preoperative vertical availability of bone was 10 mm in the area of the 1st premolar and about 4 mm in the molar area.

Over the entire period of treatment (1993 – 2006) the dimensions of the “apical bone deficit” were recorded. In addition data concerning the extent of the implant like lengths and diameters and the height of graft obtained after surgery were also subject of the evaluation. After surgery the average total height (bone and graft) amounted to 13.2 mm in the premolar area and 14.2 mm in the molar area. The gain of height in average was 3.8 and 9.7 mm.

Evaluations of postoperative x-rays show that over a long period of time changes in the augmentation area occur. In 62 % of the cases condensations were observed. They significantly arise much more often during the first 4 years than constant states or a decrease of density. The condensation in the early phase can be attributed to a certain compression of the in most cases used Bio-Oss-Granula and the particular bone. Further structural condensations can be explained by the regeneration of the bone itself and the strain on it later on. In 71 % of the cases the volume of the graft remained unchanged.

A perforation of the sinus membrane was found in 96 implants. 39 extensive perforations were treated by bone block transplants and using a resorbable membrane (Biogide). The result of the treatment was not primarily affected by this complication. However in 14 cases of 50 implant losses of the total collective such perforations were found. Moreover the morphological conditions were extremely unfavourable in the removed implants. So a significantly lower preoperative bone height and a higher apical bone deficit could be observed. Analyses of *Kaplan* and *Meier* show very positive results. After 160 months the probability of a loss is approximately 5 %. At the same time there exist no significant differences between osteotome technique and lateral antrostomy. Primary morphological conditions, the level of graft obtained, the used augmentation material and the eventually occurring intra- and postoperative complications affect the after all very positive results following sinus floor elevation.

Key words: dental implants, sinus floor elevation, lateral antrostomy, osteotome technique, survival rate, complications

8 Literaturverzeichnis:

- 1. Ackermann KL, Kirsch A, Schober C:
Phykogenes, bovines und korallines Hydroxylapatit als
Augmentationsmaterial des Recessus alveolaris maxillae. Eine
vergleichende Studie.
Z Stomatol 1994; 91:219**
- 2. Artzi Z, Kozlovsky A, Nemcovsky CE, Weinreb M:
The amount of newly formed bone in sinus grafting procedures depends
on tissue depth as well as the type and residual amount of the grafted
material.
J Clin Perodont 2005; 32:193**
- 3. Benke D, Olah A, Möhler H:
Protein-chemical analysis of Bio-Oss bone substitute and evidence on its
carbonate content.
Biomaterials 2001; 22: 1005**
- 4. Benner KU, Bauer F, Heuckmann KH:
Die ballonassistierte Sinusbodenschleimhaut (BASS) – Elevation-
Anatomische Studien mit einer minimalinvasiven Technik des Sinuslifts.
Implantologie 2005; 13: 53**
- 5. Bley Müller W:
IDB – Eine Datenbank für enossale Implantate unter besonderer
Berücksichtigung von Tumorpatienten.
Med Diss Würzburg 1994**
- 6. Boyne PJ, James RA:
Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone.
J Oral Surg 1980; 38: 613**
- 7. Cutler SJ, Ederer F:
Maximum utilization of life table method in analysis survival.
J Chron Dis 1959; 8: 699**
- 8. Del Fabbro M:
Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted
maxillary sinus.
Int J Perodontics Restorative Dent 2004; 24: 565**
- 9. 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.
Clin Oral Impl Res 2004; 15: 96**

- 10. Foitzik C, Stamm M:**
Einsatz von phasenreinem β -Trikalziumphosphat zur Auffüllung von ossären Defekten – Biologische Materialvorteile und klinische Erfahrungen.
Quintessenz 1997; 10: 1165
- 11. 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 1998; 16: 528
- 12. Füßing R, Füßing K:**
Klinische Langzeitergebnisse und histologische Untersuchungen nach Knochenregeneration mit β -Tricalciumphosphat und Implantatinsertion.
Dent Implantol 2005; 9: 110
- 13. Fugazzotto PA:**
GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part 1: Histologic results.
Int J Periodontics & Restorative Dent 2003; 23: 361
- 14. Galindo P, Sanchez-Fernandez E, Avila G, Cutando A, Fernandez JE:**
Migration of implants into the maxillary sinus: Two clinical cases.
Int J Oral Maxillofac Implants 2005; 20: 291
- 15. Graziani F, Donos N, Needleman I, Gabriele M, Tonetti M:**
Comparison of implant survival following sinus floor augmentation procedures with implant placed in pristine posterior maxillary bone: a systematic review.
Clin Oral Impl Res 2004; 15: 677
- 16. Haas R, Mailath G, Dortbudak O, Watzek G:**
Bovine hydroxyapatite for maxillary sinus augmentation: Analysis of interfacial bond strenght of dental implants using pullout tests.
Clin Oral Implants Res 1998; 9: 117
- 17. Haas R, Donath K, Fodinger M, Watzek G:**
Bovine hydroxyapatite for maxillary sinus grafting: Comparative histomorphometric findings in sheep.
Clin Oral Implants Res 1998; 9: 107

- 18. Hall HD, McKenna SJ:**
Bone graft of the maxillary sinus floor for Branemark implants.
A preliminary report.
Oral Maxillofac Surg 2000; 29: 358
- 19. Hallmann M, Cederlund A, Lindskog S, Lundgren S:**
A clinical histologic study of bovine hydroxyapatite in combination with autogenous bone and fibrin glue for maxillary sinus floor augmentation. Results after 6 – 8 months of healing.
Clin Oral Implants Res 2001; 12: 135
- 20. Hallmann M, Hedin M, Sennerby L, Lundgren S:**
A prospective 1-year clinical and radiographic study of implants placed after maxillary sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite and autogenous bone.
J Oral Maxillofac Implants 2002; 60: 277
- 21. Hallmann M, Sennerby L, Lundgren S:**
Klinische und histologische Untersuchungen zur Implantateinheilung im posterioren Oberkieferbereich nach Sinusbodenaugmentationen mit autogenem Knochengewebe, bovinem Hydroxylapatit oder einer 20:80 Mischung.
Implantol 2003; 11: 241
- 22. Hallmann M, Nordin T:**
Sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite mixed with fibrin glue and later placement of nonsubmerged implants: A retrospective study in 50 patients.
Int J Oral & Maxillofac Implants 2004; 19: 222
- 23. Hatano, N., Shimizu, Y., Ooya, K.:**
A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2 : 1 autogeneous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants.
Clin Oral Impl Res 2004; 15: 339
- 24. Hermann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C:**
Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures.
Int J Oral Maxillofac Implants 2005; 20: 220
- 25. Hochwald DA, Davis WH:**
Bone grafting in the maxillary sinus floor.
In: Worthington, P., Branemark, P. I. :
Advanced Osseointegration Surgery.
Berlin Quintessenz 1997

- 26. Hönig JF, Merten HA, Heinemann D:**
Risk of transmission of agents associated with Creutzfeldt-Jacob disease and bovine spongiform encephalopathy.
Plast Reconstr. Surg 1999; 103: 1324
- 27. Homann J:**
Plättchenreiches Plasma (PRP) bei dentalen Implantationen.
Untersuchungen zum postoperativen Analgetikakonsum.
Med Diss Aachen 2002
- 28. Hürzeler M B:**
Versorgung der augmentierten Kieferhöhle mit implantatgetragendem Zahnersatz.
Eine tierexperimentelle und klinische Studie.
Berlin Quintessenz 1997
- 29. Jensen J, Kranzt-Simonsen E, Sindet-Petersen S:**
Reconstruction of severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants: A preliminary report.
J Oral Max-fac Surg 1990; 48: 27
- 30. Kaplan EL, Meier P:**
Nonparametric estimation from incomplete observations.
J Amer Statist Assoc 1958; 53: 487
- 31. Kent JN, Block MS:**
Simultaneous maxillary sinus floor bone grafting and placement of hydroxyapatite coated implants.
J Oral Maxillofac Surg 1989; 47: 238
- 32. Kerschbaum Th:**
Dokumentation und statistische Auswertung von enossalen Implantaten.
ZWR 1986; 95: 1150
- 33. Kerschbaum Th:**
Patientenaufklärung, Dokumentation und Statistik in der Implantologie.
Zahnärztl Mitt 1990; 80: 481
- 34. Kerschbaum Th, Kratzenberg C M:**
Longitudinale Analyse von Implantationen bei privatversicherten Patienten.
Z Zahnärztl Implantol 1994; III: 174

- 35. Kerschbaum Th, Haastert B:**
Statistische Verweildaueranalysen in der Implantologie.
Implantologie 1995; 3: 101
- 36. Khoury F, Pingel D, Joos U:**
Die Sinusbodenelevation mit simultaner Implantation unter Verwendung
von Knochentransplantaten aus dem Unterkiefer. Erster
Erfahrungsbericht.
Z Zahnärztl Implantol 1993; 9: 175
- 37. Maiorana C, Sigurta D, Mirando A, Garlini G, Santoro F:**
Bone resorption around dental implants placed in grafted sinuses: Clinical
and radiologic follow-up- after up to 4 years.
Int J Oral Maxillofac Implants 2005; 20: 261
- 38. Mau J:**
Ein kurzer Leitfaden für die Planung einer klinischen Studie.
Z Zahnärztl Implantol 1996; II: 108
- 39. Mau J:**
Die Quantifizierung des Verlustrisikos dentaler Implantate.
Z Zahnärztl Implantol 1997; III: 58
- 40. McAllister BS, Margolin MD, Cogan AG, Buck D, Hollinger JO, Lynch SE:**
Eighteen-month radiographic and histologic evaluation of sinus grafting
with anorganic bone in the chimpanzee.
Int J Oral Maxillofac Implants 1999; 14: 361
- 41. Meier A, Steveling H, Haßfeld S, Neugebauer J, Unsicker K:**
Einsatzbereich von Bone-Kondensatoren im Rahmen maxillärer
Implantationen und Sinusbodenelevationen.
Z Zahnärztl Implantol 1999; 15: 99
- 42. Neukam F W, Buser D:**
Implantate bei unzureichendem Knochenangebot.
In: Koeck, B., Wagner W. : Implantologie
München – Wien – Baltimore Urban & Schwarzenberg 1996, 117
- 43. Pfannenstiel W:**
Computertomographische Untersuchung zur Morphologie teil- und
unbezahnter Oberkiefer
Med Diss Aachen 1998

- 44. Proussaefs P, Lozada J, Kim J, Rohrer MD:
Repair of the perforated sinus membran with a resorbable collagen
membrane: A human study.
Int J Oral & Maxillofac Implants 2004; 19: 413**
- 45. Regev E, Smith RA, Perrot DH, Pogrel MA:
Maxillary sinus complications related to endosseous implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995; 10: 451**
- 46. Rodoni LR, Glauser R, Feloutzis A, Hämmerle CHF:
Implants in the posterior maxilla: A comparative clinical and radiologic
study.
Int J Oral Maxillofac Implants 2005; 20: 231**
- 47. 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 1999; 14: 853**
- 48. Sailer HF:
A new method of inserting endosseous implants in totally atrophed
maxillae.
J Cranio Maxillofac Surg 1989; 17: 299**
- 49. Scarano A, Pecora G, Piatelli M, Piatelli A:
Osseointegration in a sinus augmented with bovine porous bone mineral:
Histological results in an implant retrieved 4 years after insertion. A case
report.
J Periodontol 2004; 75: 1161**
- 50. Schäflein A:
Untersuchung zum postoperativen Analgetikakonsum nach
implantologischen Eingriffen.
Med Diss Aachen 1996**
- 51. Schlegel KD, Schlegel KA, Müller-Köhler C, Fichtner G, Di Mascio G. :
Clinical experiences with sinus lifts.
ATTI Proceedings 1996; 269**
- 52. Schlegel AK, Donath K:
Bio-Oss: A resorbable substitute?
J Long Term Eff Med Implants 1998; 8: 201**

- 53. Schlegel KA, Eitner S, Schulze-Mosgau S, Wiltfang J:
Vergleichende klinische Ergebnisse bei Implantatinsertionen im
posterioren Oberkieferbereich mit und ohne Sinusliftoperationen.
Implantol 2004; 12: 49**
- 54. Schliephake H, Neukam F, Scheller H:
Osseointegrierte Implantate zur Wiederherstellung der Kaufunktion im
zahnlosen Oberkiefer.
Dtsch Zahnärztl Z 1996; 2: 12**
- 55. Sliwowski CT:
Implantologie. Teil I Oberkiefer
Berlin Quintessenz 2003**
- 56. Smiler DG, Holmes RE:
Sinus lift procedure using porous hydroxylapatit.
J Oral Implantol 1992; 13: 151**
- 57. Streckbein R:
Standardisiertes und einzeitiges Vorgehen beim "Sinuslifting".
Z Zahnärztl Implantol 1992; 13: 254**
- 58. Summers RB:
A new concept in maxillary implant surgery. The osteotome technique.
Compend Contin Educ Dent 1994; 15: 152**
- 59. Summers RB:
The osteotome technique: Part 3. Less invasive methods of elevating the
sinus floor.
Compend Contin Educ Dent 1994; 15: 698**
- 60. Tatum H jr:
Maxillary and sinus implant reconstruction.
Dent Clin N Am 1986; 30: 207**
- 61. Terheyden H, Roldan JC, Miller J, Jepsen S, Acil Y:
Platelet-rich Plasma in der Knochenregeneration – Erste Ergebnisse
zweier experimenteller Studien.
Implantol 2002; 10: 195**
- 62. Tetsch P, Tetsch J:
Fortschritte der Zahnärztlichen Implantologie.
München Wien, Carl Hanser 1996**

- 63. Tetsch J, Homann J, Tetsch, P:**
Untersuchungen zum postoperativen Beschwerdeprofil nach Einsatz von plättchenreichem Plasma (PRP).
Z Zahnärztl Impl 2004; 87
- 64. Tetsch J, Tetsch P:**
Langzeitergebnisse dentaler Implantationen nach Sinusbodenelevationen
Eine retrospektive Studie von 1291 Implantaten aus einem zwölfjährigen Zeitraum
Z Zahnärztl Impl 2006; 22: 64
- 65. Ueda M, Kaneda T:**
Maxillary sinusitis caused by dental implants: Report of two cases.
J Oral Maxillofac Surg 1992; 50: 285
- 66. Quiney RE, Brimble M, Hodge M:**
Maxillary sinusitis from dental osseointegrated implants.
Laryngol Oto 1990; 104: 333
- 67. Wenz B, Oesch B, Horst M:**
Analysis of the risk of transmitting bovine spongiform encephalopathy through bone grafts derived from bovine bone.
Biomaterials 2001; 22: 1599

9 Danksagung

Bei meinem Vater, Prof. Dr. Dr. Peter Tetsch, bedanke ich mich für die Betreuung dieser Master Thesis und für die konstruktive und produktive Hilfestellung bei den umfangreichen Auswertungen und bei Abfassungen des Textes.

Bei meinen Assistentinnen in der Praxis bedanke ich mich für die organisatorische und logistische Meisterleistung im Sortieren des sehr umfangreichen Karteikarten- und Röntgenmaterials.

Bei meiner Frau Ilka bedanke ich mich für das Korrekturlesen.

Bei meiner Familie bedanke ich mich für das Verständnis für die vielen zeitaufwendigen Kursveranstaltungen.

10 Tabellarischer Lebenslauf

Name	Dr. Jan Tetsch
1989-94	Jahrgang 1970 Studium der Zahnheilkunde an der RWTH Aachen
1995	Promotion zum Dr. med. dent.
Berufliche Tätigkeit	
1994-98	Chirurgische Weiterbildung in Münster, Siegen und Osnabrück
1999	Niederlassung in Praxisgemeinschaft in Münster
1999	Anerkennung „Oralchirurgie“
1998	Anerkennung „Tätigkeits-Schwerpunkt Implantologie“ durch den BDIZ
Seit 1995	Fortbildungsreferent der Firmen Straumann, Nobel-Biocare, Altatec, Centerpulse, Curasan, Geistlich im In- und Ausland
Seit 2000	Fortbildungsreferent der APW im Rahmen des Curriculums und des Continuums
Seit 1995	Diverse Kongressbeiträge und Veröffentlichungen
Seit 1995	250 Operations- und Implantationskurse
Seit 2002	Zweijährige Weiterbildungsermächtigung für „Oralchirurgie“
Seit 2002	Hospitations- und Supervisionsermächtigung im Rahmen des Curriculum Implantologie der DGI/ APW
2006	Wahl zum Vorstandsmitglied des Landesverbandes Nordrhein-Westfalen der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI)
Arbeitsgebiete	Zahnärztliche Chirurgie, Implantologie, Augmentationen, Implantatprothetik, Ästhetik, Mukogingivale Chirurgie Komplikationen in der Implantologie

Publikationen:

Tetsch J:

**Untersuchungen zur periimplantären Schleimhaut- und Knochensituation nach Einsatz eines Intramobilen Connectors (IMC) bei IMZ-Implantaten
Med Diss, Aachen 1995**

Tetsch J:

**Der kritische Fall – kosmetische Implantation
Wie hätten Sie entschieden?
Dental Magazin 2004; 22: 32, 64**

Tetsch P, Tetsch J:

**Fortschritte der Zahnärztlichen Implantologie
Ein Atlas
München, Wien, Hanser 1995**

Tetsch P, Tetsch J:

**Zahnärztliche Implantate
Zahnersatz auf künstlichen Zahnwurzeln
Ein Ratgeber für Patienten
Köln, München, Deutscher Zahnärzterverlag, 4. Auflage 2000**

Tetsch J, Homann J, Tetsch, P:

**Untersuchungen zum postoperativen Beschwerdeprofil nach Einsatz von plättchenreichem Plasma (PRP).
Z Zahnärztl Impl 2004; 20: 87**

Tetsch J, Tetsch I, Tetsch P:

**Implantationen unter Berücksichtigung des Medizinproduktegesetzes (MPG)
Z Zahnärztl Impl 2005; 21: 108**

Tetsch J, Tetsch P:

**Langzeitergebnisse dentaler Implantationen nach Sinusbodenelevationen
Eine retrospektive Studie von 1291 Implantaten aus einem zwölfjährigen Zeitraum
Z Zahnärztl Impl 2006; 22: 64**

Tetsch J, Tetsch P:

**Komplikationen nach Sinusbodenelevationen
Eine retrospektive Studie von 1578 Implantaten aus einem 14-jährigen Zeitraum
Implantologie 2006; 14: im Druck**

Tetsch J, Tetsch P:

Der Einstieg in die Implantologie

Zahnarzt Wirtschaft Praxis spezial 2006; 6: 4 -8

Tetsch J, Tetsch P:

**Chirurgische Korrektur von Implantatfehlpositionen durch
Segmentosteotomie**

Implantologie 2006; 14: (2): 173 - 178

Tetsch J, Tetsch P:

**Komplikationen und Folgeschäden nach Disk-Implantationen
Fallberichte**

Z Zahnärztl Impl 2006; 22: 218-223

Tetsch J, Rahmann H, Tetsch P:

Das Operationsspektrum in Fortbildungskursen

Eine retrospektive Studie

Z Zahnärztl Impl 2006; 22: im Druck

Tetsch J, Tetsch P.:

Implantationen und transversale Augmentationen

Quintessenz im Druck

Tetsch J, Tetsch P:

**Ursachen und Fehlersuche bei implantologischen Misserfolgen
und ihre Korrekturbehandlung**

Skriptum DGI-Continuum-Kurs 2006

Tetsch J, Tetsch P:

Augmentationen im Rahmen implantologischer Eingriffe Teil I

Skriptum APW/DGI-Curriculum Implantologie 2006

Tetsch J, Tetsch P:

Vermeidung und Therapie chirurgischer Komplikationen

Skriptum DGI Masterstudiengang

Master of Science in Oral Implantology 2006